

МВД России
Санкт-Петербургский университет

Ю. К. Нимировская

**ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
И СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2022

УДК 612 (0.758)

ББК 28.903

Н 67

Нимировская Ю. К.

Н 67 Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Изд-во СПб ун-та МВД России, 2022. — 152 с.

ISBN 978-5-91837-619-5

В учебном пособии рассматриваются основные теоретические вопросы о физиологии высшей нервной деятельности и сенсорных систем, значимых для профессиональной деятельности психологов. Подробно раскрывается роль влияния мозговых механизмов на психику человека. Учебное пособие полностью соответствует программе дисциплины «Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем».

Предназначено для обучающихся по специальности 37.05.02 «Психология служебной деятельности» (уровень специалитета), специализация «Психологическое обеспечение служебной деятельности сотрудников правоохранительных органов», специализация «Морально-психологическое обеспечение служебной деятельности».

УДК 612 (0.758)

ББК 28.903

Рецензенты:

Ерофеева М. А., доктор педагогических наук, профессор
(Московский университет МВД России имени В. Я. Кикотя);

Павлова С. А., кандидат психологических наук, доцент
(Краснодарский университет МВД России)

ISBN 978-5-91837-619-5

© Санкт-Петербургский университет
МВД России, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ	5
Тема 1. Введение в физиологию высшей нервной деятельности	5
Тема 2. Физиология сенсорных систем.....	26
РАЗДЕЛ 2. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	59
Тема 3. Врожденные и приобретенные формы поведения	59
Тема 4. Типы высшей нервной деятельности	86
Тема 5. Физиологические механизмы памяти	96
Тема 6. Физиология потребностей, мотиваций, эмоций	105
Тема 7. Сигнальные системы высшей нервной деятельности человека. Функциональная система речи	124
Тема 8. Физиология движения. Функциональная система как структурная модель поведенческого акта.....	133
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	148
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	149

ВВЕДЕНИЕ

Физиология высшей нервной деятельности изучает поведение человека, закономерности деятельности мозга как органа психической деятельности, определяет и объясняет психические функции, которые включают в себя мыслительные процессы, внимание, память, эмоции. Знания основ физиологических показателей человека необходимы в психологических исследованиях психолога органов внутренних дел для анализа механизма психологического процесса и организации поведения человека. Сенсорные системы являются неотъемлемой частью физиологии высшей нервной деятельности.

Цель учебного пособия — описать теорию о физиологии высшей нервной деятельности и сенсорных систем, что позволит лучше понять функциональные состояния человека, мозговые механизмы психики человека, механизмы форм поведения и индивидуально-типологические различия личности. Знание законов высшей нервной деятельности необходимо для понимания более сложных психических явлений и состояний.

В содержание учебного пособия включен теоретический материал дисциплины, таблицы, иллюстративные схемы, что позволит достичь долгосрочного эффекта в осмыслении физиологических процессов, лежащих в основе таких категорий высшей нервной деятельности человека, как мышление, внимание, речь, память, эмоции.

Данное учебное пособие призвано помочь как обучающимся при освоении дисциплины «Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем», так и педагогическим работникам при проведении занятий.

РАЗДЕЛ 1. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1. Предмет, задачи физиологии высшей нервной деятельности и сенсорных систем, связь с другими науками.

1.2. История развития представлений о высшей нервной деятельности.

1.3. Методы исследования физиологии высшей нервной деятельности и сенсорных систем.

1.1. Предмет, задачи физиологии высшей нервной деятельности и сенсорных систем, связь с другими науками

Термин «физиология» рассматривается как отрасль науки о природе, а в узком понимании «физиология» — это наука о функциях человека.

Предметом изучения физиологии является изучение функции.

Впервые понятие «высшая нервная деятельность» (ВНД) в 1906 году предложил И. П. Павлов: «Все формы поведения и психической активности, в том числе мышление и сознание человека являются элементами высшей нервной деятельности». К *высшей нервной деятельности* человека и животных И. П. Павлов относил работу высших отделов мозга, прежде всего больших полушарий, направленную на обеспечение сложных взаимоотношений организма с окружающей средой. Можно сказать, что И. П. Павлов определил понятие *высшей нервной деятельности* как объединенную функцию больших полушарий головного мозга и подкорковых центров. К *высшей нервной деятельности* относят мышление, эмоции, речь, память. *Предметом* изучения физиологии (ВНД) является объективное исследование условных рефлексов (поведения) животных и человека.

Физиология высшей нервной деятельности изучает жизнедеятельность живого организма с позиции рефлекторной деятельности, способствующей его адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды.

Существует также понятие *низшей нервной деятельности* как совокупности относительно простых врожденных двигательных и вегетативных реакций, обеспечивающих осуществление безусловных рефлексов и инстинктов.

Высшая нервная деятельность — наука, изучающая нейрофизиологические процессы, протекающие в коре и подкорковых структурах головного мозга, обеспечивающих сознание, подсознательную переработку информации и приспособительное поведение в окружающей среде¹.

Высшая нервная деятельность — нейрофизиологическая деятельность больших полушарий головного мозга, обеспечивающих сознательную и бессознательную переработку поступающей информации и отвечающих за поведение организма в окружающей среде².

По П. В. Симонову: «наука о ВНД не есть ни физиология, ни психология в традиционном ее понимании, ее нельзя отнести ни к биологическим, ни к социальным наукам, поскольку она включает в себя элементы всех этих отраслей знания»³.

Предметом изучения физиологии высшей нервной деятельности являются:

— нейрофизиологические основы поведенческих реакций человека;

— изучение психических реакций организма, определение их связи с соответствующими структурами мозга.

Физиология высшей нервной деятельности исследует:

1. Влияние корково-подкорковых структур на формирование личностных психологических и психофизиологических свойств человека, формирование форм поведения человека.

2. Нервные механизмы сложного поведения животных и мыслительной активности человека, относящиеся к их психической деятельности.

Основные задачи физиологии высшей нервной деятельности:

— исследование мозговых механизмов психики человека;

— формирование навыков владения научной номенклатурой структур мозга и умения соотносить их с психическими функциями человека;

¹ См.: Мишин А. С. Нормальная физиология. 2-е изд. — Саратов: Научная книга, 2020. — 351 с.

² См.: Вартамян И. А. Высшая нервная деятельность и функции сенсорных систем: учебное пособие. — Санкт-Петербург: НОУ «Институт специальной педагогики и психологии», 2013. — 108 с.

³ Симонов П. В. Наука о высшей нервной деятельности и психофизиологическая проблема // Журнал высшей нервной деятельности. 1980. Т. 31. С. 235.

- формирование умений интерпретировать физиологические процессы различных форм психической деятельности человека;
- формирование умений выявлять актуальные психологические возможности (психологические ресурсы), необходимые для эффективного выполнения конкретных профессиональных задач;
- определение функциональных влияний на формирование поведения человека;
- изучение роли сенсорных систем для анализа психической деятельности человека;
- изучение методов физиологии высшей нервной деятельности;
- изучение основ рефлекторной теории и разновидностей рефлексов в формировании врожденной и приобретенной форм поведения человека;
- формирование умений использовать систему знаний о механизме врожденной и приобретенной деятельности организма в практической деятельности психолога.

Освоение учебного материала по дисциплине «Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем» *позволит понять:*

- как устроены все сенсорные системы и какова их роль для анализа психической деятельности человека;
- благодаря каким механизмам происходит восприятие информации из внешней и внутренней среды;
- как индивидуальные особенности свойств нервной системы влияют на эффективность выполнения конкретных профессиональных задач;
- физиологию второй сигнальной системы;
- условия возникновения функциональных состояний, нарушающих работоспособность человека.

Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем — это интегративная наука, связанная с такими областями наук, как:

- *Анатомия и физиология центральной нервной системы* — учение о строении и физиологии головного мозга, относящегося к центральной нервной системе¹. Благодаря мозгу как органу психической деятельности, осуществляются психические функции, которые включают в себя мыслительные процессы, внимание, память, эмоции.

¹ Центральная нервная система (ЦНС) — это часть общей нервной системы, включает спинной и головной мозг человеческого организма.

— *Нейропсихология* — учение о механизме работы головного мозга, отвечающего за организацию высших психических функций человека, в основном на примере локальных мозговых повреждений.

— *Нейрофизиология* — наука, которая изучает функции структур мозга, исследует строение головного мозга, его нервных клеток с биофизикой, биохимией, выявляющими роль физических и химических законов мозга.

— *Психофизиология* — наука, в которой исследуются механизмы таких психических проявлений деятельности мозга, как память, речь, эмоции и мотивации, функциональные состояния (сон-бодрствование). Она исследует психические состояния человека и соотносит с физиологическими процессами. Это наука, изучающая природу человека.

— *Психология развития и возрастная психология* — наука, изучающая формирование свойств личности.

— *Нейропсихология* — наука, которая исследует мозговую организацию высших психических функций человека.

— *Дифференциальная психология* (термин ввел в науку В. Штерн в 1900 г.) — наука, которая рассматривает индивидуальные психологические и психофизиологические различия между людьми, объясняет поведение людей.

— *Экспериментальная психология* — наука, которая изучает соотношение физиологических процессов и психики.

Основные *принципы работы высшей нервной деятельности* (ВНД) представлены в таблице 1.

Принципы в физиологии высшей нервной деятельности

Принципы ВВД	Характеристика
Рефлекс	<p>Важнейший принцип, на котором основана работа нервной системы, — это <i>принцип рефлекторной регуляции</i>.</p> <p>Впервые представление о рефлекторном характере деятельности головного мозга было разработано И. М. Сеченовым, развито И. П. Павловым, В. М. Бехтеревым, Ч. Шеррингтоном, П. К. Анохиным. Они показали, что в нижележащих отделах ЦНС — подкорковых ядрах, стволе, спинном мозге рефлекторные реакции осуществляются по прирожденным, наследственно закрепленным нервным путям, а в коре больших полушарий нервные связи вырабатываются, создаются в процессе индивидуальной жизни животных и человека, в результате сочетания многочисленных действующих на организм раздражителей.</p> <p>Рефлекс рассматривается как <i>детерминистический принцип организации поведения</i>. Деятельность коры больших полушарий осуществляется с помощью <u>рефлекторных реакций</u></p>
Доминанта	<p>В каждый момент времени в ЦНС преобладает (доминирует) активность наиболее важных очагов возбуждения, на базе которых формируется конкретная приспособительная деятельность, ориентированная на достижение полезных результатов.</p> <p>Доминанта (А. А. Ухтомский) представляет объединение нервных центров в момент формирования условного рефлекса. Благодаря доминанте центральная нервная система функционирует не как совокупность разобщенных рефлекторных путей, а как единое целое, обеспечивая приспособление организма к внешним условиям в каждый момент его деятельности. Возбуждение центра доминанты приводит к торможению других рефлексов</p>
Отражение	<p>Отражение или отображение в биологических системах представляет собой сумму, объединение непосредственного восприятия окружающего мира со следами прошлых впечатлений и зависит от внутренних свойств и качеств самого индивидуума.</p> <p>Отражение не является точной копией воспринимаемого объекта, а определяется личным опытом. Личность воспринимает не всю информацию, которая к нему поступает, а только ту, которая для него значима, которую он может воспринять.</p> <p>Отражение избирательно. И в долговременную память записываются только значимые и неоднократно повторяющиеся события</p>

Принципы ВНД	Характеристика
Системность в работе мозга	Понятие о системности как основном принципе работы головного мозга было сформулировано А.А. Ухтомским в его учении о доминанте — функциональном объединении различных нервных центров на основе повышенной возбудимости. Эти идеи были развиты П. К. Анохиным, согласно представлениям которого функциональные системы динамически объединяют нервные элементы различных уровней центральной нервной системы, обеспечивая определенные приспособительные эффекты
Объективность	Принцип системности обязывает строить систему современного научного знания в соответствии с реалиями мозга, центральной нервной системы, динамики происходящих в ней процессов

1.2. История развития представлений о высшей нервной деятельности

История развития представлений о ВНД начинается с древности и связана с исследованием психики человека. Понимание психики отразили в своих трудах древнегреческие и древнеримские ученые: Аристотель, Анаксимен, Демокрит, Гален, Лукреций. Платон и Сократ обращались к внутреннему миру человека, к античному представлению о душе, получившему дальнейшее развитие в труде Аристотеля¹ «О душе». Античные представления о душе связаны с представлением о ней как об источнике активности тела, энергетической первооснове поведения. Она (душа) обладает функциями познания и регуляции поведения.

Гиппократ²(IV в. до н. э.) как практикующий врач исследовал физиологию человека. На основе своих исследований он показал, что темперамент человека связан с его поведением. При определении типа конституции человека, которая, по его мнению, дается от рождения, опирался на такие показатели, как кровь (от лат. *sanguis*), слизь (от лат. *phlegma*), желчь (от лат. *chole*) и «черная желчь» (от греч. *melanos* + *chole*). Преобладание той или иной жидкости у человека соотносилось с его темпераментом и характером поведения.

¹ Аристотель (384–322 гг. до н. э.) рассматривал единую основу психических явлений у человека и животных.

² Гиппократ (460–377 гг. до н. э.) — древнегреческий врач; рассматривал связь психической деятельности с мозгом.

Римский врач Клавдий Гален¹ описал некоторые мозговые центры, отвечающие за процессы жевания, глотания, движения конечностями и исходил из того, что «душевная деятельность осуществляется мозгом». В частности, он доказал значение афферентных нейронов, ответственных за восприятие раздражителей.

Рене Декарт² разработал учение о рефлекторной дуге, лежащей в основе мышечной реакции при действии внешнего раздражителя на органы чувств. Он полагал, что при действии «внешнего предмета на органы чувств натягиваются нервные нити, идущие внутри нервных трубок к мозгу и оттуда, через клапаны направляются к мышцам»³ и как результат возникает двигательная реакция.

Таким образом, Декарт обосновал роль субстанций мозга на поведение и движение человека, предложив новое понятие — «высший разум»; тем самым он объясняет роль головного мозга в управлении органом и поведением. Например, зрительный сигнал, действуя на глаз, приводит в движение зрительный нерв, который открывает в головном мозге особый клапан. При открывании клапана «животные духи» начинают по двигательному нерву поступать в мышцу, раздувая ее, что приводит к сокращению мышцы (движению).

Именно Рене Декарту принадлежит понятие рефлекса (ответная реакция организма на некоторый раздражитель при участии нервной системы) и понимание рефлекторного принципа работы организма. Значимым в учении Декарта считается данное им представление о рефлексе и рефлекторной дуге, послужившее базой для исследований И. М. Сеченова. Развивая его идеи, И. М. Сеченов первым предложил подразделять рефлексы на врожденные и приобретенные.

Позднее рефлекторный принцип нашел отражение в работах ученых XVII–XVIII вв. Так Т. Уиллис выдвинул идею, что «белая материя мозга» (белое вещество) обеспечивает «доставку духа к другим частям тела, снабжая их ощущениями и движением»⁴. Иржи Прохаз-

¹ Гален К. (201–129 гг. до н. э.) — римский врач; работал в области экспериментальных исследований на животных.

² Декарт Р. (1596–1650) — французский математик, физик, физиолог и основатель рефлекторного принципа взаимоотношения организма и среды.

³ Анохин П. К. От Декарта до Павлова. — Москва-Ленинград. 1945. С. 18.

⁴ Гайворонский И. В. [и др.] Анатомия центральной нервной системы и органов чувств: учебник / И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук, А. И. Гайворонский — М.: Изд-во Юрайт, 2017. С. 16.

ка¹, опираясь на концепцию Рене Декарта, впервые предложил термин «рефлекс» и разработал научную основу рефлекторной дуги.

Применение психофизиологических методов впервые связано с именем Ч. Дарвина². Его эволюционная теория повлияла на взгляды У. Джемса³, который полагал, что сознание дается индивидууму для того, чтобы приспособиться к изменяющимся условиям окружающей среды.

Научные представления об инстинктивном поведении как врожденной форме поведения принадлежит французскому ученому Ф. Кювье⁴. Его идея состоит в том, что сравнивая мозг животных, начиная с простейших до млекопитающих, он заметил взаимосвязь, заключающуюся в том, что, чем развитей структуры мозга, тем легче обучение животного.

И. М. Сеченов изменил представления о работе головного мозга. Согласно взглядам И. М. Сеченова произвольные движения формируются в процессе индивидуального развития организма путем повторных ассоциирований элементарных рефлексов. В результате организм обучается множеству таких действий, для которых ни плана, ни способа организации в его генетическом фонде нет. При помощи индивидуального опыта и повторения формируются простые и сложные навыки, знания, возникают представления, речь и сознание. Мозг представляет собой субстрат смены процессов возбуждения и процессов торможения.

На протяжении более 300 лет, со времен Рене Декарта, физиология основывала свои теоретические концепции на широко распространенном рефлекторном принципе. Российские ученые И. М. Сеченов и И. П. Павлов были среди тех, кто распространил принцип рефлекса в функциях мозга и в психической деятельности человека и животных. В своей знаменитой монографии «Рефлексы мозга» Иван Сеченов впервые разделил условные и безусловные рефлексы. Согласно И. М. Сеченову, природа даже психических рефлексов начинается с сенсорной стимуляции, продолжается определенным психиче-

¹ Прохазка И. (1749–1820) — чешский анатом, физиолог, врач; развивает понятие рефлекса и распространяет понятие рефлекса на деятельность всей нервной системы, в том числе и на психическую деятельность.

² Дарвин Ч. (1809–1882) — английский естествоиспытатель, создатель эволюционного учения о происхождении видов путем естественного отбора.

³ Джемс У. (1842–1910) — американский ученый, создатель учения о роли сознания.

⁴ Кювье Ф. (1769–1832) — французский исследователь; рассматривал поведение как видовой признак, связанный со степенью развития мозга.

ским актом и заканчивается сокращением мышц. Хорошо известная теория условных рефлексов, созданная И. П. Павловым, стала новой вехой в объективном исследовании *процессов высшей нервной деятельности*. Однако в формировании и проявлении условных рефлексов ведущая роль, как обычно, принадлежала внешним раздражителям.

В рамках рефлекторной теории появились новые представления о системной организации, а физиологические функции вышли на первый план. Концепция динамического стереотипа И. П. Павлова была первым шагом в формировании общей системной концепции мозговой деятельности.

На формирование физиологических взглядов И. П. Павлова оказали исследования С. П. Боткина¹. Заинтересованность вызывают научные взгляды на роль нервной системы в регуляции функций организма и аргументация механизмов адаптации к окружающей среде. Кора и подкорка больших полушарий головного мозга является своего рода материальным субстратом психических функций, которые осуществляют сложнейшие виды рефлекторной деятельности, согласовывая организм как единое целое с окружающим миром. Каждая рефлекторная реакция осуществляется при помощи определенных структур головного мозга.

Однако именно И. М. Сеченовым² в 1863 г. была представлена концепция о рефлекторной природе психической деятельности в работе «Рефлексы головного мозга», в которой он научно обосновал существование сложных рефлексов. Он писал, что в основе психической деятельности лежат рефлексы: все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы. В основе психической деятельности лежат рефлексы³. Таким образом, И. М. Сеченов соотнес психические процессы с рефлекторной деятельностью и обосновал дуализм Рене Декарта. Помимо этого его теория объясняет взаимодействие психического и физиологического, и именно физиологии высшей нервной деятельности (физиологические процессы головного мозга).

И. М. Сеченов предложил рефлекторную теорию и сформулировал ее положения:

¹ Боткин С. П. (1832–1889) — основоположник отечественной медицины; рассматривал человеческий организм во взаимосвязи с окружающей средой, рассматривал различные заболевания как следствие нарушения нормальной нервной регуляции (клинический нервизм).

² Сеченов И. М. (1829–1905) — русский физиолог; положил начало научной разработки проблемы соотношения психического и физиологического.

³ Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга. — Москва: Изд-во АСТ, 2015. — 352 с.

1. Рефлекс — это своеобразная универсальная форма взаимодействия организма и среды, опирающаяся на эволюционную биологию. И.М. Сеченов выделил два вида рефлексов: постоянные (врожденные) и изменчивые (приобретенные).

2. Деятельность нервных центров представляется как непрерывная динамика процессов возбуждения и торможения.

3. Центры головного мозга могут задерживать или усиливать рефлекс спинного мозга.

4. Сеченов вводит понятие «физиологические основы нервного центра», которые непосредственно связаны с биологическими потребностями. Состояние центра представляет собой нервный субстрат потребности.

5. Вводится понятие «ассоциация рефлексов», которая лежит в основе обучения человека и животных¹.

В дальнейшем И. П. Павлов развил научные идеи И. М. Сеченова о рефлексах и создал свою рефлекторную теорию.

Надо также отметить, развивая идеи И. М. Сеченова о центральном торможении, И. П. Павлов² выделил *два типа торможения*:

- внешнее (безусловное);
- внутреннее (условное).

Он считал, что баланс между возбуждением и торможением *определяет проявление поведения животных и человека*.

Однако *проблема* соотношения психики и работы мозга не была решена. *Решение* данной проблемы стало возможным благодаря исследованиям И. П. Павлова о высшей нервной деятельности. Именно И. П. Павловым был предложен термин «высшая нервная деятельность как разновидность психической деятельности»³, а мышление и сознание рассматриваются как элемент высшей нервной деятельности. Согласно его взглядам в основе *высшей нервной деятельности* лежит работа больших полушарий головного мозга, которые участвуют в переработке информации, соотносят ее с уже имеющимися представлениями, и на основе синтеза и анализа формируются способы поведения в окружающей среде.

¹ См.: Сеченов И. М. Избранные произведения. — Москва-Ленинград, 1952. Т. 1. С. 123.

² Павлов И. П. (1849–1936) — создатель учения о высшей нервной деятельности и представлений о процессах регуляции пищеварения, основатель русской физиологической школы.

³ Психическая деятельность — это идеальная, субъективно осознаваемая деятельность организма, осуществляющаяся с помощью нейрофизиологических процессов.

И. П. Павлов открыл основные *физиологические законы*, управляющие функциями мозга, заложив новую отрасль науки — *физиологию высшей нервной деятельности*, что послужило развитию нейрофизиологии. Он обнаружил условные рефлексы, реализующие поведение на основе сформированных *временных связей*. Следовательно, кора и подкорка больших полушарий головного мозга являются своего рода *материальным субстратом психических функций* и осуществляют сложнейшие виды *рефлекторной деятельности*, согласовывая организм как единое целое с окружающим миром.

И. П. Павлов в 1904 г. получил *Нобелевскую премию* за разработанный *фистульный метод* выделения желудочного сока. Результатом исследования стало открытие И. П. Павловым условного рефлекса, который приобретает при определенных условиях. И. П. Павлов называет условным рефлексом то, что известно под названием тренировки, дисциплина, привычка, воспитание. Данный рефлекс человек может поддерживать в течение определенного времени, подавлять, изменять при условии ввода нового стимула. В основе образования условного рефлекса лежит формирование временной связи, которая может укрепляться либо исчезать.

Результаты многолетних исследований И. П. Павлова послужили основанием для формирования физиологии высшей нервной деятельности как одной из составляющих психики, ее структурной части, обеспечивающей адекватное поведение человека в изменяющихся условиях среды обитания.

Итак, к высшей нервной деятельности человека и животных И. П. Павлов относил работу *высших отделов мозга*, прежде всего *больших полушарий*, направленную на обеспечение сложных взаимоотношений организма с окружающей средой. В основе высшей нервной деятельности лежат:

- условные рефлексы;
- безусловные рефлексы.

И. П. Павлов при изучении высшей нервной деятельности в опытах на собаках выделил четыре типа нервной системы, а в основе классификации использовались *показатели процессов возбуждения и торможения нервной системы*.

Рефлекторная теория И. П. Павлова, И. М. Сеченова основывается на трех главных *принципах*:

1. *Принцип детерминизма (причинности)* — любая рефлекторная реакция причинно обусловлена. Всякая деятельность организма, какой бы сложной она ни казалась, всегда есть причинно обусловленный, есть закономерный ответ на конкретные внешние и внутренние

воздействия. Всякая нервная деятельность организма вызвана влиянием факторов внутренней и внешней среды организма. При этом, конечно же, следует хорошо осознавать, что факторов, влияющих на развитие того или иного события, достаточно много, и далеко не всегда они полностью известны и понятны. Поэтому *принцип причинной обусловленности* непременно предполагает и вероятностную характеристику рассматриваемых причинно-следственных связей.

Принцип детерминизма связан с определением причин психических явлений. Принцип детерминизма утверждает, что психика определяется образом жизни и меняется с изменением образа жизни. Развитие психики животных определяется естественным отбором, а развитие сознания человека определяется законами общественного развития.

Принцип детерминизма реализовался в ходе решения еще одной проблемы — проблемы психического развития. В этой связи наиболее важным стал вопрос о движущих силах психического развития. В центре внимания психологов постоянно находились вопросы о взаимоотношении биологического и социального в развитии психики, соотношении внутренних закономерностей и внешних воздействий, взаимоотношении развития и обучения.

Еще одним этапом в реализации принципа детерминизма было решение проблемы отношения психики к деятельности мозга. Основываясь на материалистическом положении о том, что психика есть функция коры и подкорковых структур головного мозга, психология поставила своей задачей исследование механизма деятельности мозга, в результате которой возникают психические явления.

До 50-х гг. детерминистический подход не рассматривался как специально выделенный принцип психологии. В 50-е гг. С. Л. Рубинштейн подчеркнул его роль и сформулировал положение о том, что «этот принцип имеет значение методологического принципа»¹.

2. *Принцип структурности* — в мозге нет процессов, которые не имели бы материальной основы; каждый физиологический акт нервной деятельности приурочен к определенной структуре головного мозга. Мозг способен перерабатывать поступающую информацию, сравнивать ее с уже имеющимися сведениями, анализировать и принимать решения.

3. *Принцип анализа и синтеза* — этот процесс связан с поступающей информацией и с ответными реакциями организма. Нервная система анализирует действующие раздражители, которые воз-

¹ Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. — Москва: Питер, 2015. С. 37.

действуют на организм. На основе анализа формируется ответная реакция — синтез.

Результаты исследований И. М. Сеченова, И. П. Павлова послужили основой для формирования физиологии высшей нервной деятельности. И. П. Павлов назвал И. М. Сеченова отцом российской физиологии.

Проблемы, которые оставались нерешенными в лаборатории И. П. Павлова, были освещены с точки зрения *теории функциональных систем*. Эта теория, предложенная П. К. Анохиным¹, может считаться историческим продолжением научных идей школы И. П. Павлова, в частности, идей, связанных с исследованиями высшей нервной системы человека и животных. П. К. Анохин создал *новое направление в физиологии — функциональную нейрохимию*, направленную на исследование химических процессов мозга в динамике развития центральной архитектоники функциональных систем. Он раскрыл механизмы адаптации и устойчивости функциональных систем в экстремальных ситуациях. Результаты научной школы П. К. Анохина показывают, что весь организм представляет собой гармоничное взаимодействие ряда функциональных систем на молекулярном, гомеостатическом, поведенческом и популяционном уровнях. Принцип взаимодействия функциональных систем организма представляет собой многопараметрическую координацию. Это означает, что любое изменение параметров в одной функциональной системе немедленно реорганизует состояние в других функциональных системах, связанных с ней. Новым принципом взаимодействия функциональных систем организма в целом, открытым в научной школе П. К. Анохина, является принцип последовательного взаимодействия, когда результат действия одной функциональной системы стимулирует активность другой функциональной системы².

Дальнейшее развитие исследований физиологии мозга принадлежит В. М. Бехтереву³, результаты разработок которого способствовали современному пониманию мозга. Во время учебы в Казанском университете В. М. Бехтерев внес один из своих величайших вкладов в неврологическую науку. Он основал первую лабораторию экспери-

¹ Анохин П. К. (1898–1974) — создатель учения о функциональной системе.

² Анохин П. К. Теория функциональной системы // Успехи физиологических наук. Т. 1. 1970. № 1. С. 47.

³ Бехтерев В. М. (1857–1927) — отечественный психиатр, внесший вклад в изучение рефлекторной теории. Исследовал нарушения физиологических и психических функций у больных с очаговыми поражениями ЦНС.

ментальной психологии в России в 1886 г. для изучения нервной системы и структур мозга. В результате своих исследований В. М. Бехтерев пришел к выводу о том, что в мозге существуют зоны, и каждая из этих зон выполняет определенную функцию. Более того, поскольку нервные расстройства и психические расстройства обычно возникают в сочетании друг с другом, он считал, что между этими расстройствами нет определенного различия. В 1891 г. В. М. Бехтерев получил разрешение Казанского правительства открыть и стать председателем Научного общества неврологии. Он также предложил теорию энергетического торможения, которая описывает автоматические реакции (рефлексы). Эта теория утверждает, что в мозге есть активная энергия, которая движется к центру, и когда это происходит, другие части мозга остаются в заторможенном состоянии. Исследования В. М. Бехтерева по связанным реакциям будут тесно связаны с важной областью психологии, называемой *бихевиоризмом*.

В 1893 г. В. М. Бехтерев покинул Казанский университет и вернулся в Санкт-Петербургскую военно-медицинскую академию, чтобы возглавить кафедру нервных и психических болезней. Здесь он продолжил свой вклад в неврологические исследования, организовав первую в России нейрохирургическую операционную, специализирующуюся на нейрохирургии. Хотя сам В. М. Бехтерев никогда не делал никаких операций, он принимал активное участие в диагностике неврологических заболеваний.

Итак, в XIX — начале XX в. появилось направление *бихевиоризм*. Теория Э. Торндайка¹ состояла в том, что полезные действия животного, связанные с приятными чувствами, закрепляются, а вредные, вызывающие неприятные чувства, не закрепляются. И чем больше повторений, тем сильнее закрепляются полезные действия, так называемый «метод проб и ошибок», приводящий к получению положительного результата (успеха).

В этот период развиваются такие направления, как:

— психофизиология, изучающая соотношение психики и физиологических процессов;

— психофизика, изучающая связь между силой действующего стимула и силой приобретающего ощущения. Эту взаимосвязь описали при помощи математических расчетов.

¹ Торндайк Э. (1874–1949) — американский психолог; изучал поведение различных животных. Сторонник направления «бихевиоризм».

В работе «Интегративная деятельность нервной системы» Ч. Шеррингтон¹ раскрыл особенности целостности организма с позиции исследования физиологии нервной системы. На основании его исследования была создана классификация рецепторов (экстерорецепторы, проприорецепторы, интерорецепторы).

Сведения о высших психических функциях у человека, служащих организацией интеллектуальной деятельности, получили развитие в концепциях и исследованиях А. Р. Лурии², в которых дается объяснение протекания сложных когнитивных процессов их программирования и исполнения.

Нейронные механизмы высшей нервной деятельности человека были исследованы в работах таких ученых, как: Н. П. Бехтерева³, К. М. Быков⁴, Н. А. Бернштейн⁵, В. В. Парин⁶, А. Н. Крестников⁷, Э. Торндайк⁸ и др., на которые опирается современная физиология высшей нервной деятельности.

Таким образом, физиология высшей нервной деятельности как самостоятельное научное направление было сформировано работами И. П. Павлова, а учение о физиологии высшей нервной деятельности способствовало появлению нейронаук, являющихся основой изучения психических процессов человека.

1.3. Методы исследования физиологии высшей нервной деятельности и сенсорных систем

Физиологическое исследование начинается с изучения психофизиологических реакций человека. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем имеет свои методы исследования, позволяющие исследовать головной мозг и изучить поведение че-

¹ Шеррингтон Ч. (1857–1952) — английский физиолог, психофизиолог, лауреат Нобелевской премии.

² Лурия А. Р. (1902–1977) — советский психолог, основатель отечественной нейропсихологии; разработал теорию локализации высших психических функций.

³ Бехтерева Н. П. (1924–2008) — академик; изучала физиологические механизмы психической деятельности.

⁴ Быков К. М. (1886–1959) изучал условно-рефлекторные влияния коры на внутренние органы.

⁵ Бернштейн Н. А. (1896–1966) — основатель физиологии активности.

⁶ Парин В. В. (1903–1971) — создатель космической физиологии.

⁷ Крестников А. Н. (1885–1955) написал первый учебник по физиологии спорта.

⁸ Торндайк Э. (1874–1949) изучал реакции животных при выполнении экспериментальных заданий и пришел к выводу о том, что правильная реакция может формироваться методом подкрепления и методом «проб и ошибок».

ловека. Значительное развитие исследований в физиологии высшей нервной деятельности отмечено в начале XX в. и обусловлено двумя причинами:

Во-первых, разработкой экспериментальной нейрофизиологии, которая оказалась чувствительной к последствиям повреждения головного мозга.

Во-вторых, используя новые методы нейробиологии, разработаны различные типы задач для исследования отдельных компонентов поведенческих функций, что было вызвано также интересом к объяснению повседневного поведения, связанного с прекращением уже инициированных действий. Примером таких задач может служить исследование торможения в процессе измерения времени реакции между стимулом, вызывающим реакцию, и запретным приказом. Благодаря правильно подобранным инструментам для исследования физиологии высшей нервной деятельности были разработаны *методы для исследования*.

К методам изучения головного мозга относятся:

Нейрофизиологические методы

— *Электрофизиологический метод* — это метод, позволяющий определять электрическую активность нервных клеток или группы нейронов в определенных участках головного мозга. Сравнительный анализ электрической активности различных участков мозга позволит изучить активность мозговых структур. А импульсную активность нейронов можно экспериментально зафиксировать, используя современные методы исследования. Регистрация информации с поверхности коры больших полушарий¹ осуществляется при помощи электродов, которые вживляли в головной мозг человека. Нейроны коры и подкорковые структуры способны к активации, благодаря чему возможным стало получение нейрограммы, например, при изучении причин эпилепсии. Однако могут регистрироваться электрические процессы, не имеющие отношения к возбудимости нейронов головного мозга. Такие явления относят к *артефактам*.

— *Электроэнцефалографический метод (ЭЭГ)* — регистрация суммарной электрической активности многих нейронов.

Электроэнцефалограмму человека можно записать неинвазивно, установив датчики на голове. Электрическое напряжение, регистрируемое этими датчиками, генерируется суммарной активностью тысяч синхронно активных нейронов. Регистрация информации с по-

¹ Кора головного мозга — это скопление нейронов.

верхности коры больших полушарий осуществляется при помощи микроэлектродов.

Интерпретация показателей ЭЭГ осуществляется с использованием данных амплитуды волн и их частоты.

Первым из описанных ритмов электрической активности был альфа-ритм (8–13 Гц), который преобладает у здорового человека в состоянии спокойного бодрствования, а в состоянии активного бодрствования преобладающим становится бета-ритм (больше 13 Гц). К медленным волнам относятся тета-волны (4–7 Гц), дельта-волны (0,5–3,5 Гц). Чем медленнее волны, тем больше их амплитуда (рис. 1).

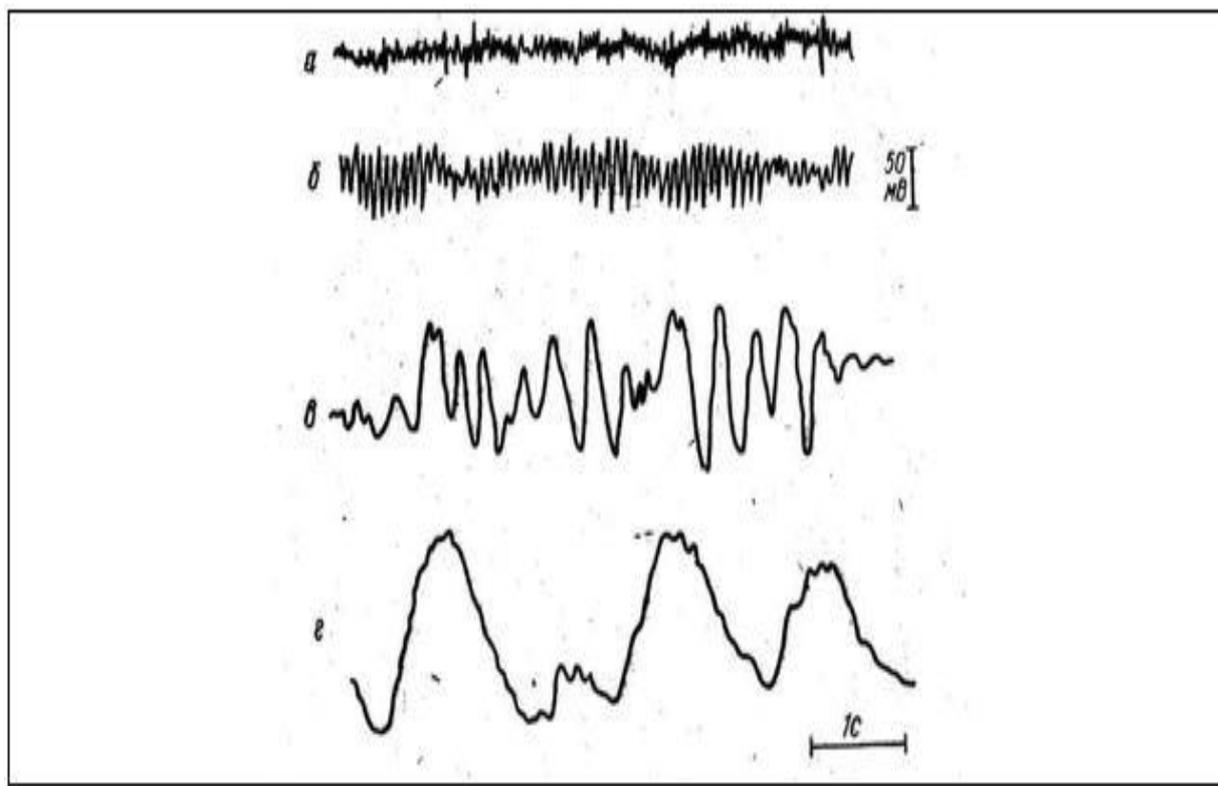


Рис. 1. Волны электроэнцефалограммы: а — бета-ритм; б — альфа-ритм; в — тета-ритм; г — дельта-ритм¹

Следует отметить, что изменения напряжения, которые измеряет ЭЭГ, незначительны, всего несколько милливольт или микровольт, и сигналы, которые генерируются в различных местах внутри мозга, накладываются по мере их распространения на поверхность кожи головы. Поэтому трудно сделать вывод, где в мозге генерируется сигнал. Системы ЭЭГ бывают различных размеров и ценовых диапазонов, от

¹ Рисунок взят из: Александров Ю. И. Психофизиология: учебник для вузов. — Санкт-Петербург: Питер, 2022. С. 31.

недорогих устройств всего с несколькими датчиками до систем высокой плотности, которые могут записывать данные с 256 датчиков. Непрерывные записи ЭЭГ могут быть разбиты на несколько частотных диапазонов, которые были грубо связаны с психологическими состояниями (например, альфа-колебания в диапазоне от 8 до 12 Гц были связаны с расслаблением, и они усиливаются, когда глаза закрыты).

— *Топографическое картирование электрической активности мозга* — область электрофизиологии, оперирующая множеством количественных методов анализа энцефалограммы. Топографические карты представляют собой контур черепа, на котором изображен какой-либо закодированный цветом параметр ЭЭГ в определенный момент времени, причем разные градации этого параметра (степень выраженности) представлены разными цветовыми оттенками.

Цифровые данные амплитуды, полученные в виде черно-белых или цветных шкал, переносятся на определенное место на черепе, образуя карту, на которой представлены части мозга с выраженным потенциалом возбуждения.

— *Микроэлектродный метод (МЭГ)* — регистрация активности отдельных нейронов посредством подведения к ним микроэлектродов;

— *Метод вызванных потенциалов (ВП)* — регистрация колебаний электрической активности определенных областей мозга, возникающих при однократном раздражении периферических рецепторов (зрительных, слуховых, тактильных и др.)¹.

Физические методы

— *Реоэнцефалография (РОЭ)* — определение мозгового кровотока, тонуса, эластичности его сосудов, состоянии венозного оттока.

Методы неразрушающего послойного исследования внутренней структуры мозга, посредством его многократного просвечивания в различных пересекающихся направлениях:

— *Компьютерная томография (КТ)* — позволяет визуализировать особенности строения мозга человека с помощью компьютера и рентгеновской установки. Первый компьютерный томограф был создан в 1973 г. А. Кормаком и Г. Хаунсфилдом, получившими Нобелевскую премию. Компьютерные программы преобразуют полученные данные в рисунки срезов мозга различной глубины.

— *Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)* — исследует метаболическую активность в различных слоях мозга. Позволяет

¹ См.: Ковалева А. В. Нейрофизиология, физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: учебник. — Москва: Изд-во Юрайт, 2017. — 365 с.

снимать функционирование мозга в динамике в состоянии решения той или иной задачи во сне.

— *Электромиография (ЭМГ)* — регистрация суммарных колебаний электрической активности, возникающей при сокращении мышц.

— *Электроокулография (ЭОГ)* — метод регистрации электрической активности, возникающей при движении глаз¹.

— *Магнитно-резонансная томография (МРТ)* — современный метод, основанный на принципе магнитного резонанса. МРТ измеряет изменения относительной доступности насыщенной кислородом крови в отдельных областях мозга, которые тесно связаны с нервной активностью. МРТ измеряет региональную активность мозга, чтобы найти значимые закономерности функционирования мозга в ответ на задачу.

К методам изучения поведения относятся:

— *Лабораторный (экспериментальный) метод формирования условного рефлекса* — разработан И. П. Павловым. Методом условных рефлексов были установлены процессы торможения и возбуждения в головном мозге. Благодаря данному методу удалось выяснить правила работы головного мозга, например, изучение регуляции процессов возбуждения и торможения, их распространения на другие области в головном мозге (иррадиация). Была открыта способность нервных центров головного мозга анализировать и синтезировать поступающую информацию, а также формировать систему ответных действий.

— *Этологический* (этология — наука о поведении) *метод*, при котором используется процесс наблюдения за поведением, его анализ. Основоположники метода К. Лоренц и Н. Тинберген. Инструментом данного метода считается сравнительный анализ, на основании которого составляются этограммы.

— *Бихевиоризм как метод* (англ. behaviour — поведение) используется в экспериментальной психологии, в основе которой лежит регистрация и анализ поведения человека. Бихевиоризм основан на эмпирической философии, согласно которой человек есть то, что делает из него окружение, среда. Предметом психологии с позиции бихевиоризма является поведение человека, формирующееся от рождения до смерти. Бихевиористам свойственно отрицание наследственных форм поведения и наследственных специальных способностей. Они считают, что небольшое число врожденных рефлексов дает возможность направить поведение ребенка в определенном направлении.

¹ См.: Кривошеков С. Г., Айзман Р. И. Психофизиология: учебное пособие. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 249 с.

Основателями данного направления считается Э. Торндайк, который сформулировал три закона обучения: пользы, эффекта и упражнения.

Фармакологические методы

Фармакологические методы связаны с введением различных нейромедиаторов (ацетилхолина, норадреналина, серотонина, кофеина) в различные нервные структуры в сочетании с выработкой условного рефлекса.

Метод молекулярной биологии

Метод молекулярной биологии направлен на изучение роли ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) и РНК (рибонуклеиновая кислота) в образовании условных рефлексов.

Методы исследования сенсорных систем

Информацию о состоянии внешней и внутренней среды организм получает благодаря наличию сенсорных систем, которые анализируют поступающую информацию, обеспечивают формирование определенных образов, ощущений.

При изучении сенсорных систем применяют два подхода:

1. *Объективный* — регистрация параметров различных показателей деятельности сенсорных систем.

2. *Субъективный* (психофизиологический) — изучение ощущений и представлений, возникающих у испытуемого с учетом его собственного опыта и опыта других лиц.

И. П. Павлов доказывал, что «исследование деятельности высших отделов мозга должно и может осуществляться исключительно объективным методом. Такой метод должен быть разработан и противопоставлен субъективным методам интроспективной психологии»¹.

Итак, психическая деятельность реализуется с помощью высшей нервной деятельности. Уникальность каждого человека является одним из феноменов его психики. Физиология высшей нервной деятельности исследует нейрофизиологические механизмы работы головного мозга, помогает понять природу обучения, памяти, эмоций, мышления, сознания.

Результаты использования методов исследования представляют уникальные данные, которые хорошо согласуются с интересующими процессами в психологии.

¹ Батуев А. С., Соколова Л. В. От психологической теории к психологическим фактам (к 100-летию Мадридской речи И. П. Павлова) //Журнал высшей нервной деятельности. 2003. Т. 53. С. 329.

Таким образом, благодаря развитию физиологии высшей нервной деятельности были заложены методологические подходы и направления будущих исследований таких психических функций, как память, эмоции, речь, мотивации, темперамент, о которых пойдет речь далее в учебном пособии. Знание законов высшей нервной деятельности необходимо для понимания более сложных психических явлений и состояний.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите круг вопросов и проблем, которые составляют предмет физиологии высшей нервной деятельности и сенсорных систем.
2. Что указывает на междисциплинарный характер предмета «Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем»?
3. Какова роль взглядов Рене Декарта в развитии физиологии высшей нервной деятельности?
4. Охарактеризуйте основные методы исследования в физиологии высшей нервной деятельности и сенсорных систем.
5. Какой вклад в развитие анатомии физиологии высшей нервной деятельности внесли Гиппократ, Аристотель, К. Гален, Р. Декарт, А. Везалий, И. М. Сеченов, В. М. Бехтерев, И. П. Павлов, Ч. Шеррингтон, Н. А. Бернштейн, П. К. Анохин?
6. С какой целью изучают физиологические показатели деятельности нервной системы человека?
7. Какой из методов позволяет регистрировать суммарную электрическую активность многих нейронов?
8. В чем суть учения И. П. Павлова о физиологии высшей нервной деятельности?
9. В чем отличие высшей нервной деятельности (ВНД) от низшей нервной деятельности (ННД)?
10. Какой принцип по И. М. Сеченову лежит в основе психической деятельности?
11. Что позволяет выявить компьютерная томография?
12. Как называется метод, при помощи которого регистрируется электрическая активность, возникающая при движении глаз?
13. Какими двумя способами определяется электрическая активность кожи?

ТЕМА 2. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

- 2.1. Принципы строения сенсорных систем. Понятие о рецепторах.
- 2.2. Зрительная сенсорная система.
- 2.3. Слуховая сенсорная система.
- 2.4. Обонятельная сенсорная система.
- 2.5. Вкусовая сенсорная система.
- 2.6. Кожная сенсорная система.
- 2.7. Вестибулярная сенсорная система.

2.1. Принципы строения сенсорных систем. Понятие о рецепторах

Сенсорной системой (анализатором по И. П. Павлову¹) называют часть нервной системы, состоящую из воспринимающих элементов — рецепторов, получающих стимулы из внешней или внутренней среды, нервных путей, передающих информацию в ЦНС.

В работе сенсорной системы принимают участие органы чувств², а само понятие «сенсорная система» появилось на смену понятию «анализатор»³. Деятельность сенсорных систем связывают с возникновением чувств: зрения, слуха, вкуса, обоняния и осязания. Сенсорный путь направляет нервный импульс по проводящим путям от рецепторов⁴ к коре переднего мозга, где осуществляется синтез⁵, обработка информации и формируются образы и ощущения.

Информация, поступающая в мозг, необходима для программирования и реализации простых и сложных рефлекторных актов вплоть до психической деятельности человека. Процесс передачи

¹ Введением термина «анализатор» И. П. Павлов подчеркивает, что анализ раздражений, начинающихся в органах чувств и заканчивающихся в коре больших полушарий, представляет собой единый процесс.

² Органы чувств — это периферическое образование, воспринимающее и анализирующее факторы окружающей среды.

³ Анализатор — совокупность центральных и периферических образований, воспринимающих и анализирующих изменения внешней и внутренней среды организма.

⁴ Рецепторы — специализированные образования, воспринимающие и преобразующие раздражения из внешней или внутренней среды организма в электрическую энергию нервных импульсов (потенциал действия).

⁵ Синтез — это узнавание уже известного предмета, явления или же формирование образа того предмета или явления, который встречается впервые.

сенсорного сообщения сопровождается многократным перекодированием информации и завершается *высшим анализом и синтезом*, происходящим в *корковом отделе* анализаторов, на основе чего в дальнейшем осуществляется выбор или разработка *программы ответной реакции* организма.

Также необходимо отметить, что в том случае, если информация о предмете или явлении поступает в корковый отдел анализатора впервые, то формирование образа нового предмета или явления осуществляется благодаря взаимодействию нескольких анализаторов. При этом идет сличение поступающей информации со следами памяти о других подобных предметах или явлениях. Поступившая в виде нервных импульсов информация кодируется с помощью *механизмов* долговременной памяти. Отделами сенсорной системы, которые определил И. П. Павлов, являются (рис. 2).

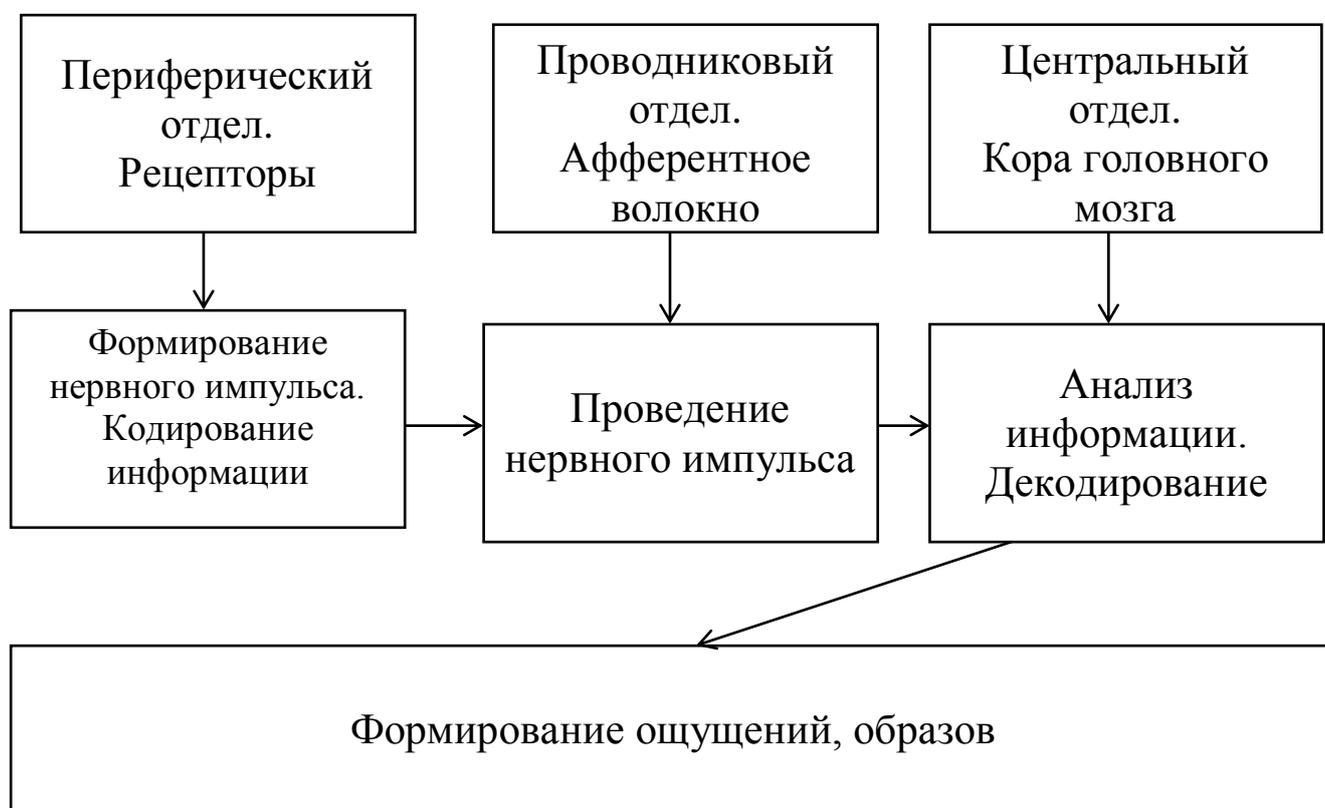


Рис. 2. Анатомия сенсорной системы

И. М. Сеченов писал, что психический акт не может явиться в сознании без внешнего чувственного возбуждения¹.

¹ См.: Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга.

I. Периферический отдел представлен *рецепторами*. Любое преобразование информации в периферическом отделе называется *кодированием*.

Рецепторы сенсорной системы (лат. *resertun* — принимать) — это есть специализированные нейронные структуры, воспринимающие стимул (раздражитель)¹ из окружающей среды или внутренней среды организма и трансформирующие энергию в *нервный импульс*, осуществляют кодирование² информации и передают ее в центральную нервную систему. Основная *задача рецепторов* состоит в том, чтобы преобразовывать энергию стимулов.

Роль восприятия раздражителей и трансформацию их в *нервный импульс* осуществляют рецепторы, которым характерна *специфичность*, т. е. способность воспринимать определенный вид раздражителя (свет, звук, давление и т. д.). Специфичность рецепторов также определяется их местоположением в организме. Группа рецепторов, воспринимающих один вид раздражителя и приводящий к изменению афферентного волокна, получило название *рецептивного поля*³.

Понятие рецептор рассматривается как вся структура в организме, получающая стимулы как из внешней, так и внутренней среды. Например, сенсорные рецепторы обнаруживают физические и химические изменения в окружающей среде.

В зависимости от локализации существует *два типа рецепторов*:

1. *Внутренние рецепторы или интерорецепторы* — это те, которые улавливают изменения внутренней среды и которые сообщают об общем состоянии организма. Они могут быть мономодальные (например, хеморецепторы расположены в стенке аорты — чувствительны к концентрации углекислого газа (CO₂) или кислорода (O₂)). Но, как

¹ Восприятие — целостное отражение свойств предметов, ситуаций и событий, возникающее при непосредственном воздействии раздражителей на рецепторные поверхности органов чувств.

² Кодированием называют процесс преобразования информации в условную форму (код), удобную для передачи по каналу связи. Любое преобразование информации в отделах сенсорной системы является кодированием. В сенсорной системе сигналы кодируются двоичным кодом, т.е. наличием или отсутствием электрического импульса в тот или иной момент времени.

³ Рецептивное поле нейрона — совокупность рецепторов, влияющих на активность нейрона.

правило, большинство интерорецепторов полимодальные¹. Помимо вышесказанного сенсорные рецепторы обладают свойством адаптации².

2. *Внешние или экстерорецепторы* — это те, которые улавливают внешние раздражители (стимулы).

Сенсорное преобразование протекает в *несколько этапов*:

— Действие специфического раздражителя.

— Активация рецепторных клеток.

Активация рассматривается как возбуждение рецепторов, что приводит к деполяризации мембранной оболочки на рецепторе и возникновению рецепторного потенциала³.

Если распространение рецепторного потенциала осуществляется электротонически (непрерывно), то со временем возбуждение затухает, и, как результат, *информация не достигнет центральной нервной системы*. Доставить информацию от сенсорного стимула возможно по сальтаторному (скачкообразному) пути за счет *формирования потенциала действия* (ПД)⁴ благодаря процессу возбуждения. Потенциал действия возникает вследствие градиента концентраций ионов внутри и вне клетки (движение Na^+ в клетку и K^+ из клетки). На рисунке 3 представлены процесс возбуждения⁵ и фазы потенциала действия (ПД).

¹ Полимодальность — рецепторы могут реагировать на широкий диапазон раздражителей.

² Адаптация рецепторов — это уменьшение чувствительности к воздействию стимула.

³ Рецепторный потенциал — генерация потенциала действия (ПД) на афферентном нерве; медленная деполяризация мембраны.

⁴ Потенциал действия — это скачкообразное изменение постоянного мембранного потенциала с отрицательной поляризации на положительную и обратно; это волна возбуждения, перемещающаяся по мембране клетки в процессе передачи нервного сигнала.

⁵ Возбудимость — это свойство клеточной мембраны отвечать на действия раздражающего (возбуждающего) фактора изменением проницаемости мембраны.

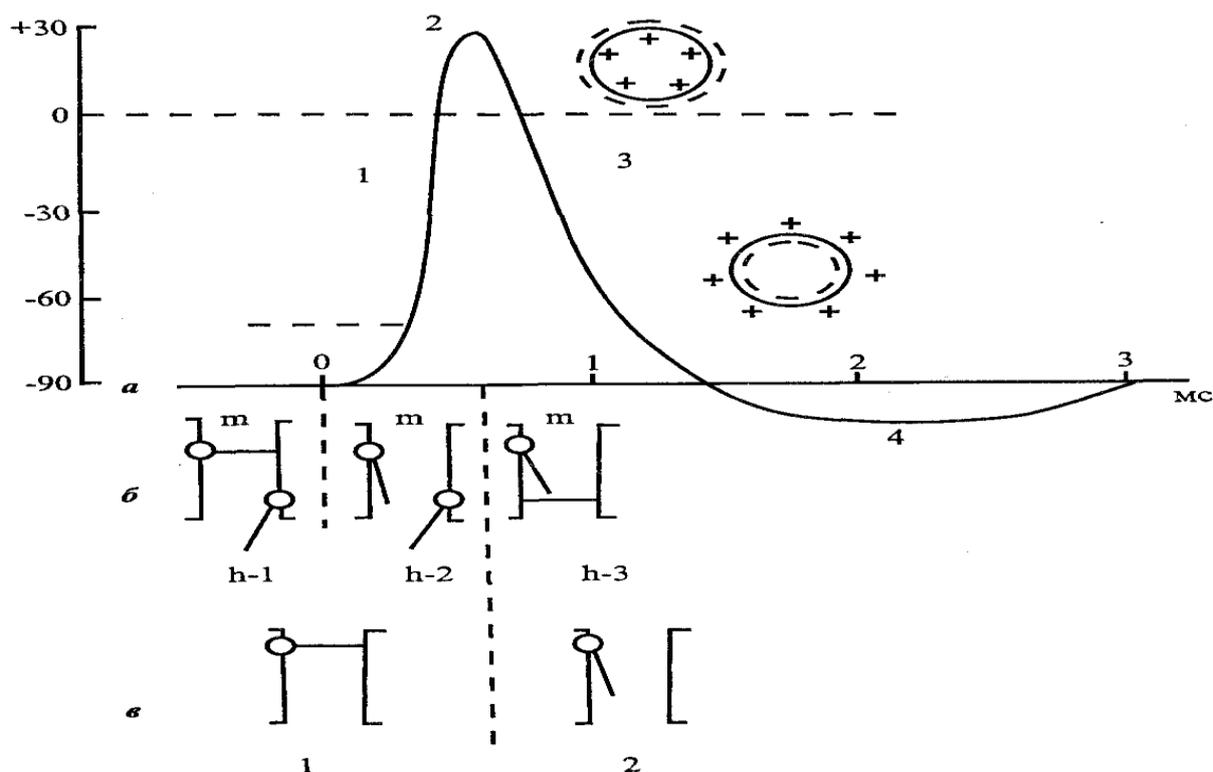


Рис. 3. Процесс возбуждения¹: а — потенциал действия (ПД); его фазы: 1 — деполяризация, 2 — инверсия (овершут); 3 — реполяризация; 4 — следовая гиперполяризация; б — ворота натриевых каналов (m и h); в — ворота калиевых каналов и их положение в различные фазы ПД

Рецепторный потенциал и потенциал действия формируются в разных клетках и являются локальными (табл. 2).

Таблица 2

Отличие рецепторного потенциала от потенциала действия

Рецепторный потенциал (РП)	Потенциал действия (ПД)
Величина меняется в зависимости от силы раздражителя. Распространяется электротонически и постепенно затухает	Распространяется по сальтаторному пути, обладает порогом возбуждения, не затухает, активно поступает в центральную нервную систему

Рецепторы классифицируются по критериям:

1. По природе раздражителя:

Механорецепторы предназначены для восприятия механической энергии. Возбуждение происходит при механическом воздействии.

¹ Рисунок взят из: Смирнов В.М. Физиология человека: учебник. — Москва: Медицина, 2002. С. 51.

Хеморецепторы воспринимают химические изменения внешней и внутренней среды организма (вкусовые, обонятельные рецепторы, рецепторы, воспринимающие изменение химического состава крови). Расположены не только на слизистой языка и носа, но и в продолговатом мозге, гипоталамусе.

Терморецепторы (температурные: тепловые и холодовые) чувствительны к изменению температуры.

Фоторецепторы расположены в сетчатке глаза (колбочки и палочки сетчатки глаза).

Ноцицепторы (рецепторы боли). Болевой раздражитель воспринимается нервными окончаниями кожи, внутренних органов.

2. По месторасположению рецептора в организме:

Экстерорецепторы — *внешние рецепторы* (кожные, зрительные, слуховые, вкусовые, обонятельные, тактильные, температурные).

Интерорецепторы — *внутренние рецепторы* (рецепторы внутренних органов: висцерорецепторы, проприорецепторы — разновидность интерорецепторов опорно-двигательного аппарата).

3. В зависимости от вида органа чувств:

Зрительные, слуховые, обонятельные, вкусовые, кожные.

4. По возможности воспринимать количество стимулов:

Моносенсорные (мономодальные) — один вид раздражителя. Характерен для зрительных, слуховых, вкусовых.

Полисенсорные (полиmodalные) — несколько адекватных раздражителей (болевой и механический).

5. По структурно-функциональной организации:

Первичные рецепторы — представляют собой чувствительные окончания дендрита афферентного нейрона. В первичном рецепторе стимул воздействует на окончания сенсорного нейрона.

Вторичные рецепторы — взаимодействие осуществляется через химический синапс, который выделяет нейромедиатор, под действием которого на постсинаптической мембране развивается возбуждение и возникновение потенциала действия (ПД). Например, фоторецепторы — колбочки и палочки; вкусовые — вкусовые луковицы.

6. По удаленности:

Контактные (тактильные, вкусовые, ноцицепторы, барорецепторы).

Дистантные (обонятельные, слуховые, зрительные).

7. По степени приспособления (адаптации):

Быстроадаптирующиеся — фазные (тельца Пачини, тельца Мейснера кожи). Фоторецепторы адаптируются со средней скоростью.

Медленноадаптирующиеся (тонические — проприорецепторы).

Рецепторы вестибулярной системы, расположенные во внутреннем ухе, имеют тесную анатомическую связь со слуховой системой, а рецепторы глубокого ощущения (проприоцептивная система) расположены в мышцах, суставах и сухожилиях.

8. По модальности:

Мономодальные воспринимают стимулы одной модальности (механические воздействия, химические раздражения).

Полимодальные воспринимают разные стимулы (химические и механические).

Свойства рецепторов:

1. *Возбудимость*. Благодаря этому свойству обеспечивается доставка информации от сенсорного стимула в ЦНС. Надо отметить, что возбудимость различных рецепторов неодинакова, она зависит от типа рецепторов. Так, менее возбудимыми считаются ноцицепторы, что обусловлено эволюционным развитием. По сравнению с висцеральными, более возбудимыми считаются экстерорецепторы (табл. 3).

Таблица 3

**Пороговая сила раздражителей для возбуждения рецепторов
(по Э. Шуберту, 1990)**

Рецепторы	Пороговая сила
Прикосновения	1×10^{-8} Дж
Болевой	$4,8 \times 10^{-16}$ Дж с^{-1} (при тепловом раздражении)
Зрительный	2×10^{-7} Дж
Слуховой	5×10^{-18} Дж
Обонятельный	$4,4 \times 10^{-14}$ г/мл воздуха
Вкусовой	1×10^{-6} г/мл воды

2. *Адаптация* рецепторов¹ связана с изменением проницаемости ионов через плазмолемму. При долгом действии стимула на ре-

¹ Адаптация рецепторов — это уменьшение чувствительности рецепторов к действию специфического раздражителя. Характер адаптации может быть обусловлен внешними или внутренними факторами. Внешние факторы обусловлены свойствами вспомогательных структур рецептора. Внутренние факторы связаны с изменениями физико-химических процессов в самом рецепторе.

цептор происходит привыкание, и возбудимость уменьшается. Классический пример: адаптация фоторецепторов к темноте. Действие иона кальция Ca^{2+} , концентрация которого накапливается при возбудимости клетки, приводит к реакциям, уменьшающим рецепторный потенциал, и как следствие увеличивается адаптация рецептора к воздействию раздражителя.

3. *Нейрогуморальная регуляция* возбудимости рецепторов¹. Рецепторы могут приходить в состояние возбуждения под влиянием нервной и гуморальной регуляции. Нервные центры контролируют проведение импульса в вестибулярной, обонятельной и мышечной сенсорной системе. Гуморальная регуляция выражается действием, например, адреналина, тироксина, изменяя возбудимость рецепторов и в последующем влияя на формирование потенциала действия в нейроне.

4. *Спонтанная активность рецепторов* в ответ на воздействие стимула. В случае спонтанного колебания мембранного потенциала² наблюдается изменение проницаемости для ионов в клеточной мембране, что приводит к развитию потенциала действия в чувствительном (афферентном) нейроне при достижении пика деполяризации³.

Итак, сенсорная система отличается большим разнообразием *рецепторов*, обеспечивающих *поступление информации* о внешней и внутренней среде организма в центральную нервную систему. Их деятельность является *необходимым условием* для осуществления физиологии высшей нервной деятельности, а именно: они обеспечивают сбор информации из окружающего мира и внутренней среды организма, выполняя роль приспособления к изменяющимся условиям среды.

II. Проводниковый отдел представлен *афферентными нервами*, обеспечивающими проведение возбуждения от рецепторов в кору больших полушарий.

¹ Нейрогуморальная регуляция — совместное регулирующее, координирующее и интегрирующее влияние нервной системы и гуморальных факторов (содержащихся в крови, лимфе и тканевой жидкости биологически активных веществ).

² Потенциал покоя — клетка или волокно находится в состоянии покоя, ее внутренний потенциал (мембранный потенциал) варьирует от -50 до -90 милливольт и условно принимается за ноль. Наличие этого потенциала обусловлено неравенством концентраций ионов Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} внутри и вне клетки, а также различной проницаемостью мембран для этих ионов — внутри клетки калия в 30–50 раз больше, чем снаружи.

³ Фаза деполяризации — уменьшение заряда до нуля.

III. Центральный отдел (корковый) сенсорных систем расположен в коре головного мозга и представлен *проекционными зонами коры* больших полушарий конечного мозга.

Функции отдельных участков коры неодинаковы, хотя кора больших полушарий функционирует как единое целое. Отдельные области коры имеют разное функциональное значение. Однако строгой локализации функций в коре не существует. В опытах на животных были получены сведения, что после разрушения определенных участков коры, спустя некоторое время, соседние участки брали на себя функции разрушенного участка. Эта особенность связана с большой пластичностью клеток коры головного мозга. В кору больших полушарий поступают центростремительные импульсы от рецепторных образований. Каждому периферическому рецепторному аппарату соответствует в коре область, которую И. П. Павлов назвал *корковым ядром анализатора*.

Области коры, где расположены *корковые ядра* анализаторов, называют *сенсорными зонами коры* больших полушарий. Сенсорная зона двигательного анализатора, куда проводится возбуждение от рецепторов суставов, скелетных мышц и сухожилий, расположена в *переднецентральной и заднецентральной областях коры*. Зона кожного анализатора, связанного с температурной, болевой и тактильной чувствительностью, занимает *заднецентральную область* (позади центральной борозды). Ядерная зона¹ зрительного анализатора находится в *затылочной области*. В *височной области* располагается корковая часть слухового анализатора. Вблизи от боковой борозды расположена ядерная зона *вкусового анализатора*. С сенсорными зонами взаимодействует *моторная зона коры* больших полушарий, при раздражении которой возникает движение. Эта область расположена *кпереди от центральной борозды*.

Сенсорная система отвечает за обработку поступающей информации, состоит из сенсорных рецепторов и частей мозга, которые за-

¹ Ядерные зоны анализаторов представляют собой участки коры, в которых заканчивается основная масса проводящих путей анализаторов. За пределами ядерных зон расположены рассеянные элементы, куда поступают импульсы от тех же рецепторов, что и в ядро анализатора. В последнее время получены данные, подтверждающие, что локализация функций в коре не ограничивается определенным полем коры, а лишь преимущественно восприятие того или иного вида чувствительности связано с определенным полем коры.

няты переработкой и анализом этой информации. В процессе передачи информации в головной мозг по сенсорной системе происходит ее кодирование, детектирование признака, формирование образа или ощущения. Информация о параметрах стимула кодируется¹ нейронами-детекторами².

Путь сенсорной системы включает:

1. Рецептор (периферический отдел).
2. Афферентный (чувствительный нейрон).
3. Второй нейрон (в спинном мозге).
4. Третий нейрон (в таламусе).
5. Четвертый нейрон (в проекционной зоне коры).

Процесс передачи сенсорных сигналов сопровождается многократным их преобразованием и перекодированием и завершается высшим анализом и синтезом (опознанием образа), после чего и формируется ответная реакция организма³.

На уровне коркового отдела осуществляется высший анализ и синтез афферентных возбуждений, обеспечивающий представление об окружающей среде (табл. 4).

¹ Кодирование — процесс преобразования информации в условную форму (код), удобную для передачи по каналу связи. Любое преобразование информации в отделах анализатора является кодированием. Универсальным кодом нервной системы являются нервные импульсы, которые распространяются по нервным волокнам.

² Детектированием называется избирательное выделение сенсорным нейроном того или иного раздражителя, имеющего поведенческое значение. Осуществляют такой анализ нейроны-детекторы, избирательно реагирующие лишь на определенные свойства стимула.

³ Тамер Г. Основы сенсорной физиологии. — Москва: Мир, 1976. — 520 с.

Отделы сенсорных систем

Название сенсорной системы	Природа раздражителя	Периферический отдел (рецепторы)	Проводниковый отдел (афферентный)	Центральный отдел (корковый)
Зрительная сенсорная система	Свет, цветное зрение ¹	Фоторецепторы — палочки и колбочки сетчатки глаза	Зрительный нерв (в области гипоталамуса зрительная хиазма)	Зрительная зона в коре затылочной доли больших полушарий
Вкусовая сенсорная система	Пища (вкус ²). Вкусовые стимулы: сладкий, кислый, соленый, горький	Вкусовые сосочки (вкусовые луковицы и почки). Вкусовые рецепторы являются хемочувствительными клетками	Афферентные нервные волокна: лицевой (VII пара ЧМН) — от передней части языка; языкоглоточный нерв (IX пара ЧМН) — от средней части языка; блуждающий нерв (X пара ЧМН) — от корня языка	Центр вкуса головного мозга находится на нижней поверхности височной доли
Слуховая сенсорная система	Звуковые волны в диапазоне частот от 16 до 20000 Гц	Механочувствительные волосковые клетки — спиральный (кортиева) орган внутреннего уха	Слуховой нерв. Слуховой тракт (первичночувствительные нейроны в улитке внутреннего уха), далее синаптическое переключение (слуховой тракт проходит через четверохолмие и медиальное коленчатое тело в первичную слуховую кору)	Височная область коры больших полушарий

¹ Цветовое зрение — это способность зрительного анализатора реагировать на различные длины волн света с формированием ощущения цвета.

² Вкус — это ощущение, возникающее в результате воздействия какого-либо вещества на рецепторы поверхности языка и слизистой оболочки полости рта.

Название сенсорной системы	Природа раздражителя	Периферический отдел (рецепторы)	Проводниковый отдел (афферентный)	Центральный отдел (корковый)
Вестибулярная сенсорная система	Движение, изменение положения тела в пространстве	Преддверие вестибулярного аппарата (отолитовый орган) и три полукружных канала, расположенных в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях	VIII пара черепно-мозговых нервов	Область постцентральной извилины коры больших полушарий
Двигательная (кинестическая) сенсорная система		Проприорецепторы (мышечные веретена, тельца Гольджи, тельца Пачини, свободные нервные окончания)	Нейроны, расположенные в спинальных ганглиях (первый нейрон), нежное и клиновидное ядра продолговатого мозга, где располагаются вторые нейроны	Нейроны передней центральной извилины
Обонятельная сенсорная система	Запахи различных веществ	Первичные биполярные клетки, обонятельные волоски	Обонятельный нерв	Обонятельная луковица — первичная обработка информации. Структура палеокортекса
Кожный анализатор	Раздражение кожи	Тактильные, тепловые, холодовые и болевые рецепторы кожи	Пучки Голля (тонкий пучок); Бурдаха (клиновидный пучок). В продолговатом мозге происходит переключение на группы ядер в таламусе и далее в кору больших полушарий	Постцентральная извилина

Сенсорная система выполняет следующие основные *функции*:

1. Обнаружение сигналов (осуществляют рецепторы).
2. Различение сигналов (специфичность рецепторов).
3. Передачу и преобразование сигналов.

4. Кодирование информации (преобразование информации в условную систему — код)¹.

5. Детектирование² признаков (нейроны-детекторы конкретно выбирают раздражитель).

6. Оpozнание образов³.

Для любой сенсорной системы характерны общие принципы построения.

Основными общими *принципами* построения сенсорных систем человека являются следующие:

— *Многослойность*, т. е. наличие нескольких слоев нервных клеток, первый из которых связан с рецепторами, а последний — с нейронами моторных областей коры большого мозга. Это свойство дает возможность специализировать нейронные слои по переработке разных видов сенсорной информации, что позволяет организму быстро реагировать на простые сигналы, анализируемые уже на первых уровнях сенсорной системы. Кроме того, создаются условия для избирательного регулирования свойств нейронных слоев путем восходящих влияний из других отделов мозга.

— *Многоканальность* сенсорной системы, т. е. наличие в каждом слое множества (от десятков тысяч до миллионов) нервных клеток, связанных с множеством клеток следующего слоя. Наличие множества таких параллельных каналов обработки и передачи информации обеспечивает сенсорной системе точность и детальность анализа сигналов, и большую надежность.

— *Принцип «сенсорной воронки»* — разное число элементов в соседних слоях. «Сенсорные воронки» могут быть «суживающимися» и «расширяющимися». Физиологический смысл «суживающейся воронки» заключается в уменьшении избыточной информации, а «расширяющейся» — в обеспечении дробного и сложного анализа разнообразных признаков поступающего сигнала.

Физиологический смысл «суживающейся воронки» связан с уменьшением избыточности информации, а «расширяющейся» свя-

¹ Любое преобразование информации в отделах анализатора является кодированием.

² Детектированием называют избирательное выделение сенсорным нейроном того или иного признака стимула, имеющего поведенческое значение; осуществляют нейроны-детекторы.

³ Конечная операция сенсорной системы и заключается в отнесении образа к тому или иному классу объектов, с которыми ранее встречался организм.

зан с обеспечением параллельного анализа разных признаков действующего стимула.

— *Дифференциация* сенсорной системы по вертикали и по горизонтали. Дифференциация по вертикали заключается в образовании отделов, каждый из которых состоит из нескольких нейронных слоев. Дифференциация по горизонтали заключается в различных свойствах рецепторов, нейронов и связей между ними в пределах каждого из слоев¹. Например, в зрении работают два параллельных нейронных канала, идущих от фоторецепторов к коре.

— *Принцип конвергенции² и дивергенции³*. В сенсорных системах не соблюдается строгая линейная связь между нейронами нижележащих и вышележащих уровней. Как правило, каждый нейрон получает импульсы от десятков и сотен нейронов нижележащего уровня (конвергенция), и сам, в свою очередь, посылает разветвления аксона к десяткам и сотням нейронов вышележащего уровня (дивергенция). Конвергенция и дивергенция наблюдаются на всех уровнях сенсорных систем, но может иметь место преобладание того или иного принципа.

— *Принцип положительной и отрицательной обратной связи*. В каждой сенсорной системе наряду с восходящими (афферентными) путями находятся и нисходящие (эфферентные) пути. По этим путям происходит управление процессом передачи информации с одних уровней на другие. Наличие положительных и отрицательных обратных связей обеспечивает регуляцию этих процессов.

— *Принцип кортикализации*. Кора больших полушарий мозга человека имеет представительство всей совокупности сенсорной системы и является субстратом для объединения их деятельности. Одной из общих черт корковых проекций является их множественный характер. В общей форме различают первичные и вторичные проекции. В первичных корковых проекциях заканчиваются пути от рецепторов одной сенсорной системы. К первичным примыкают вторичные зоны той же сенсорной системы, информация к которым поступает несколько позднее и в интегрированной форме. Вторичные корковые зоны являются

¹ Вартанян И. А. Указ. соч.

² Конвергенция — это схождение нервных путей в виде суживающейся воронки. За счет конвергенции нейрон верхнего уровня получает возбуждение от нескольких нейронов нижележащего уровня.

³ Дивергенция — расхождение потока возбуждения на несколько потоков нервных путей.

высшим отделом сенсорных систем. Существуют ассоциативные области коры, в которых происходит межсенсорное взаимодействие.

— *Принцип фильтрации информации.* В кору головного мозга поступает только необходимая информация.

— *Принцип картирования* — направление информации в соответствующую зону коры больших полушарий головного мозга.

— *Принцип специализации рецепторов* — определение специфических для данного рецептора признаков стимула.

Существенная информация для сенсорной системы определяется степенью ее новизны, которая быстрее воспринимает новый стимул, нежели уже привычный. Это так называемые «фильтры» сенсорной системы.

Свойства сенсорной системы:

— *высокая чувствительность к адекватному раздражителю.* Все отделы анализатора, и прежде всего рецепторы, обладают высокой возбудимостью;

— *инерционность* — сравнительно медленное возникновение и исчезновение ощущений. Латентное время возникновения ощущений определяется латентным периодом возбуждения рецепторов и временем, необходимым для перехода возбуждения с одного нейрона на другой в синапсах, временем возбуждения ретикулярной формации и генерализации возбуждения в коре больших полушарий;

— *взаимодействие сенсорных систем* может проявляться в виде влияния возбуждения одной системы на состояние возбуждения другой.

Особую роль играет в работе сенсорной системы ретикулярная формация (РФ)¹ и кора больших полушарий. Многие нейроны коры способны отвечать на сложные комбинации сигналов разной модальности², что очень важно для познания окружающей среды.

Работа высших структур коры головного мозга зависит от интеграции³, происходящей на более низких уровнях, особенно в стволе мозга¹.

¹ Ретикулярная формация — это группа нейронов, расположенных в шейном отделе спинного мозга и стволе головного мозга, от которых отходят нервные волокна.

² Модальность — совокупность ощущений, обеспечиваемых каким-либо одним анализатором. Модальность рецептора — это свойство с наибольшей чувствительностью воспринимать один вид информации (слуховую, зрительную, обонятельную, вкусовую, тактильную).

³ Интеграция — объединение в целое множество частей. Термин «интеграция» в физиологию ввел Ч. Шеррингтон (1906) применительно к механизмам, реали-

Метод сенсорной интеграции (SI) — это комплексный метод терапии детей с задержками в психомоторном развитии и трудностями в школьном обучении. Основным создателем теории сенсорной интеграции является психолог и профессиональный терапевт доктор наук в области нейробиологии Анна Жан Айрес. По ее словам, сенсорная интеграция — это возможность записи информации из внешнего мира органами чувств, их обработки в центральной нервной системе и использования для целенаправленного действия. Таким образом, интеграция сенсорных процессов является очень сложным процессом, в ходе которого в нашем мозгу происходит сегрегация (разделение), распознавание и интерпретация сенсорных стимулов, а также сравнение их с предыдущими переживаниями².

Оптимальное развитие верхних корковых ярусов головного мозга остается в связи с развитием нижних структур и специализацией функций полушарий головного мозга. В процессах сенсорной интеграции участвуют как корковые, так и подкорковые центры. Действие корковых центров зависит от правильного функционирования подкорковых структур, в которых происходят основные сенсорные процессы. Считается, что целостность и иерархизация мозга заключается в контроле подкорковых центров корковыми центрами и, наоборот, в контроле подкорковых центров корковыми центрами. Анатомически процессы сенсорной интеграции осуществляются в спинном мозге, в стволе мозга, мозжечке и, наконец, в полушариях головного мозга.

Все высшие психические процессы особенно зависят от правильной организации ощущений в стволе мозга, где имеют свое начало интеграционные процессы. Можно сказать, что сенсорные системы в жизни каждого человека играют очень важную роль. Например, в первые месяцы своей жизни ребенок путем прикосновения познает мир. И этот контакт проявляется еще до появления зрительных ощущений. На раннем этапе маленький ребенок реагирует на звуки, распознает голос мамы. Обоняние и вкус помогают ему различать аро-

зующим процессы объединения и упорядочения рефлекторных актов на уровне спинного и продолговатого мозга. Данные, которые получает наш мозг, организованы таким образом, чтобы их можно было использовать для планирования осанки, движения, мышечного тонуса или способности к обучению.

¹ Ствол головного мозга — это физиологически древняя часть, включающая структуры: продолговатый мозг, мост, средний мозг.

² Айрес Д. Ребенок и сенсорная интеграция. Понимание скрытых проблем развития / пер. с англ. Ю. Даре. — Москва: Теревинф, 2010. — 272 с.

маты и запахи, которые сопровождают его на всю оставшуюся жизнь. Правильное развитие сенсорной интеграции является основой правильного поведения, двигательного развития.

Сенсорная система обладает также способностью приспособливать свои свойства к условиям среды и потребностям организма, т. е. адаптироваться (рис. 4). Способность к адаптации¹ сенсорной системы к постоянной силе длительно действующего раздражителя заключается в основном в понижении абсолютной и повышении дифференциальной чувствительности. Сенсорная адаптация включает постепенное уменьшение неврологической сенсорной реакции, вызванной повторным применением определенного стимула с течением времени.



Рис. 4. Сенсорная адаптация

¹ Адаптация — совокупность реакций и механизмов, обеспечивающих жизнедеятельность организма в различных условиях среды обитания. Состояние адаптивных механизмов — один из критериев здоровья человека.

Таким образом, переработка сенсорной информации осуществляется на основе взаимосвязанной деятельности образований головного мозга, которые обеспечивают формирование поведенческого статуса всего организма. Сенсорные системы имеют очень большое значение в нашем повседневном функционировании, поведении и обучении.

2.2. Зрительная сенсорная система

Глазами человек воспринимает около 80 % всей информации об окружающей среде. Визуальное восприятие можно определить как способность интерпретировать информацию, которую свет видимого спектра заставляет доходить до наших глаз. Результатом интерпретации информации, которую определяет наш мозг, является то, что мы называем *визуальным восприятием или зрением*.

Зрительная сенсорная система состоит из *периферической части*, представленной глазным яблоком, *проводящих путей*, включающих в себя зрительный нерв, зрительный тракт и *центрального отдела*. *Центральный отдел* состоит из подкорковых центров (наружные коленчатые тела и передние бугры четверохолмия) и коркового зрительного центра *затылочной доли* головного мозга. Подкорковые пути филогенетически более древние, чем корковые структуры.

Обработка зрительной информации представляет собой сложный физико-психический процесс, состоящий из приема (улавливания) стимула глазным яблоком, которое с помощью сетчатки получает визуальные впечатления, передачи их через зрительные пути к корковым центрам зрительного отдела в коре головного мозга. Нарушения работы зрительной сенсорной системы приводят к близорукости¹, дальнозоркости² и дальтонизму³.

Глазное яблоко, наряду с дополнительными органами, расположено в костной полости, называемой глазницей. Одну четвертую пространства глазного яблока занимают: слезная железа, расположенная в верхней и внешней части глазницы и выделяющая слезы к верхнему своду конъюнктивы, шесть наружных мышц глаза, нервы и кровеносные сосуды. Остальная часть заполнена жиром, который

¹ Близорукость — изображение формируется перед сетчаткой.

² Дальнозоркость — изображение формируется за сетчаткой.

³ Дальтонизм — нарушение цветовосприятия, заболевание, при котором человек перестает различать цвета (в частности красный и зеленый).

играет значительную роль в аккомодации¹ глаз. Верхняя часть глазницы соединяется с полостью черепа через два отверстия: зрительный канал, в котором проходит зрительный нерв вместе с глазной артерией и щелью верхней части глазницы. Через эту щель в глазницу попадают черепные нервы, иннервирующие глазные яблоки.

Веки закрывают переднее отверстие глазницы, защищая глазное яблоко от высыхания и ушибов. Движение век распространяет слезную жидкость по поверхности роговицы и конъюнктивы, обеспечивая глазам постоянное увлажнение. Слезы по слезным каналам стекают в слезный мешок и затем в нос.

Глазное яблоко имеет почти шаровидную форму, массой 7 гр. Состоит из трех оболочек:

- наружной оболочки глаза (склера и роговица);
- средней сосудистой (радужная оболочка);
- внутренней сенсорной (сетчатке).

Двигательный аппарат — три пары глазных мышц, которые иннервируются черепно-мозговыми нервами (III — глазодвигательный; IV — блоковый; VI — отводящий).

Склера — это белая часть глаза. Она защищает внутренние структуры глаза. Под склерой с внутренней стороны глаза находится сосудистая мембрана глаза. Передняя часть называется *радужкой*. Радужка неровная, имеет многочисленные радиальные впадины и круговые борозды. В зависимости от количества красителя радужка может быть серого, светло-синего цвета, зеленоватого или коричневого оттенка, т. е. она имеет различную окраску и определяет *цвет глаз*. В центре радужки есть черное круглое отверстие — *зрачок*. Ширина зрачка *не зависит от нашей воли* и изменяется рефлекторно под воздействием различных стимулов, прежде всего в результате изменения интенсивности света. *Роговица* прозрачна, чтобы свет попадал в глаз, и изогнута, чтобы направлять свет через зрачок, который находится за ней. Роговица очень сильно сенсорно иннервируется, поэтому реагирует мгновенно на боль и на инородные тела. *Зрачок* — это отверстие в цветном диске радужной оболочки. Реакция зрачка на световой поток проявляется в сужении при интенсивном освещении и расширении при сумеречном. Это регулирует световой поток и его преломление хрусталиком. Радужная оболочка расширяется или сжи-

¹ Аккомодация — изменение кривизны хрусталика; происходит при напряжении или расслаблении мышц.

мается, регулируя, таким образом, количество света, проходящего через зрачок и достигающего линзы. Затем изогнутая линза центрирует изображение на сетчатке, внутреннем слое глаза, на ее поверхности.

Рецепторный отдел зрительной сенсорной системы представлен *фоторецепторами*, воспринимающими свет и цвет. Фоторецепторы: палочки (содержат родопсин) являются органом сумеречного зрения — 125 млн и колбочки — 7 млн расположены на сетчатке¹, воспринимают цветное зрение. Эти клетки, палочки и колбочки переводят свет в нервные сигналы. Нарушение функции колбочек приводит к *дальтонизму*. При действии квантов света на рецепторе возникает рецепторный потенциал (РП) и далее потенциал действия (ПД).

Проводниковый отдел зрительной сенсорной системы. Аксоны ганглиозных клеток образуют *зрительный нерв*. Зрительный нерв (вторая пара черепно-мозговых нервов) является проводником световых раздражений и участвует в передаче сигнала от глаза к зрительному центру, который интерпретирует их и формирует визуальные образы.

Зрительные нервы обоих глаз соединяются непосредственно перед входом в углубление черепа, образуя так называемый зрительный перекрест (*хиазму*)² под гипоталамусом. Зрительный нерв связан с ядрами среднего мозга (*четверохолмие*) промежуточного мозга (ядра коленчатого тела таламуса и ядер гипоталамуса, ответственных за процессы сна и бодрствования). Из таламуса (отдел промежуточного мозга) нервный импульс направляется в *зрительную (затылочную) зону коры больших полушарий*.

Центральный (корковый) отдел расположен в *затылочной области коры больших полушарий* (это образование представляет первичное проекционное поле), в которой происходит *возникновение ощущений*. По соседству расположено вторичное поле, функция которого заключается в *опознании и осмыслении зрительных ощущений*, что лежит в основе *восприятия*. Зрительная кора занимает около 60 % всей коры мозговой области. В ассоциативных зрительных центрах (третичных полях) осуществляется интерпретация информации. Каж-

¹ Сетчатка — внутренняя оболочка глазного яблока, которая состоит из пигментного слоя, фоторецепторов, нервных клеток (ганглиозных и биполярных), участвующих в образовании нервного импульса.

² Зрительный перекресток (хиазма) — это место, где зрительный нерв от каждого глаза отделяется на два зрительных пути таким образом, что каждый из них содержит зрительные волокна, полученные из обоих глаз.

дое нервное волокно образует связи между его концом на сетчатке и местом в затылочной доле коры головного мозга.

2.3. Слуховая сенсорная система

Слуховая сенсорная система предназначена для восприятия и анализа звуковых колебаний внешней среды. Способность восприятия человеком разговорной и вокальной речи делает слуховую сенсорную систему необходимым компонентом средств общения. Восприятие возможно только при условии целостности всех компонентов сенсорной системы.

Физиология слуха. Ухо человека практически неподвижно и ориентируется на звук движениями головы. Ушной конструкт способствует локализации происхождения звука¹: наличие двух ушей, разделенных головой (что ведет себя как акустический дисплей), приводит к тому, что звук достигает обеих ушей с временной и фазовой разницей, что служит для локализации звука в горизонтальной плоскости. Человек различает звуковые волны с частотой от 20 до 20 000 Гц, диапазон разговорной речи — 1 000–3 000 Гц. Звук, состоящий из не связанных между собой частот, называют *шумом*.

Анатомия уха.

Наружное ухо представлено в виде приемного экрана, который улавливает звуковые волны, отправляя их через наружный ушной канал в барабанную перепонку, защищает среднее ухо своей извилистостью, волосками и выделениями из ушных желез. Воздух имеет одинаковую температуру на одной и другой стороне барабанной перепонки. Барабанная система передачи является механической. Волны достигают барабанной перепонки и приводят ее в вибрацию. Барабанная перепонка приходит в движение при вибрации молекул воздуха, содержащихся во внешнем слуховом проходе.

Далее расположен наружный слуховой проход, который усиливает резонанс частот от 2 000 до 4 000 Гц.

Среднее ухо через цепочку костей (молоточек, наковальня, стремечко) передает звуковую энергию к *внутреннему уху*.

¹ Звук или звуковая волна — это чередующееся разряжение и сгущение воздуха, распространяющееся во все стороны от источника звука.

Внутреннее ухо представлено улиткой, там расположен кортиев орган¹ и перепончатый лабиринт полукружных каналов.

Периферический отдел слуховой сенсорной системы включает слуховые рецепторы, так называемые *волосковые клетки*. Некоторые волосковые клетки не стимулируются до тех пор, пока максимальная амплитуда волны не достигнет определенного порога. В конечном счете, в них происходит большее количество разрядов потенциала действия в единицу времени, за счет чего стимулируются определенные нейроны слуховой коры. Все это позволяет различать звуки по их различной интенсивности. Выделяют бинауральный слух,² тугоухость³, глухоту⁴.

Проводниковый отдел представлен слуховым нервом, по которому возбуждение передается в продолговатый мозг, и после перекреста слуховые волокна направляются в средний мозг (медиальное коленчатое тело, где происходит переключение информации, поступающей по слуховому нерву). Нервные сигналы от волосковых клеток улитки через слуховой нерв и продолговатый мозг передаются в слуховую кору. Слуховые центры головного мозга получают информацию от противоположного уха.

Центральный отдел слуховой сенсорной системы расположен в проекционном (первичном) слуховом поле *в височной области* коры больших полушарий, в котором возникают слуховые ощущения. Задача слуховой коры состоит не только в различении звуковых сигналов, но и фильтрации и анализе этих сигналов. Опознание информации и формирование восприятия осуществляется во вторичном слуховом поле. Ассоциативная зона коры выполняет функцию распознавания речи.

В процессе действия звука изменяется слуховая чувствительность функционального состояния всех отделов слухового анализатора, и как результат развивается слуховая адаптация. При длительном

¹ Кортиев орган — периферическая часть слухового анализатора у млекопитающих животных и человека, располагается в спирально завитом костном канале улитки, заполненный эндолимфой. Содержит чувствительные волосковые клетки (рецепторы), передающие информацию в слуховой нерв.

² Бинауральный слух — способность определять местоположение звучащего тела при восприятии звука обоими ушами.

³ Тугоухость — снижение остроты слуха.

⁴ Глухота — нарушение слуха, делающее невозможным восприятие звуков.

слушании слуховая чувствительность снижается и развивается слуховая сенситизация¹.

Таким образом, слух, как и зрение, дает возможность получать информацию на расстоянии. Без слуха не развивается членораздельная речь.

2.4. Обонятельная сенсорная система

Обонятельная сенсорная система (обонятельный анализатор) — это нейросистема для распознавания веществ по конфигурации их молекул, создающая субъективные сенсорные образы в виде запахов. Данный вид сенсорной системы осуществляет восприятие и анализ химических раздражителей, находящихся во внешней среде и действующих на органы обоняния. Обонятельная сенсорная система оказывает влияние на пищевое поведение, принимает участие в апробации пищи.

Обонятельная сенсорная система состоит из трех отделов: рецепторного, проводникового и центрального.

Рецепторный отдел представлен отростками нервных клеток, расположенных на нижней поверхности лобных долей головного мозга. Чувствительные окончания отростков этих клеток располагаются в слизистой оболочке носовых раковин полости носа. Обонятельный эпителий покрыт толстой тонкой слизью, которая выполняет функцию растворителя. У каждого из них есть свои собственные обонятельные рецепторы.

Обонятельные рецепторы связывают и обнаруживают переносимые по воздуху молекулы запаха, попадающие в нос, преобразуют эти стимулы в электрическую энергию, которая может передаваться нервной системой. Рецепторы обонятельного анализатора обновляются каждые 30–60 дней; для этого на передненижней поверхности головного мозга имеются области, содержащие низкодифференцированные клетки, способные к делению. Чувствительность и охват обонятельной системы позволяют организму обнаруживать и различать тысячи низкомолекулярных соединений, в основном органических соединений, которые мы обычно называем запахами². Температура определяет летучесть запахов. Как только молекулы запаха связыва-

¹ Слуховая сенситизация — ухо, адаптированное к тишине, обладает более высокой чувствительностью к звуковым раздражениям.

² Запахи — летучие органические соединения в целом.

ются с обонятельными рецепторными клетками¹, они посылают импульсы непосредственно к нейронам *обонятельной луковицы мозга*². В обонятельной луковице аксоны рецепторных клеток располагаются на дендритах, образуя клубочки. Обонятельные луковицы содержат тела нервных клеток, которые передают информацию через черепные нервы (обонятельные нервы) и посылают сигнал в *обонятельную область* коры головного мозга. Мозг интерпретирует запахи не сразу, сигналы по обонятельным нервам поступают в центры, регулирующие эмоции или центры, отвечающие за память. *Например, запахи, с которыми человек сталкивался в детстве, могут пробуждать эмоциональные воспоминания, даже если он ощущает их много лет спустя. Нейроанатомия проводящих путей обонятельного анализатора такова, что запахи могут оказывать сильное воздействие на память. Запах, с которым человек сталкивается в детстве, может пробудить в памяти самые разнообразные воспоминания*³.

Отдельная нейросенсорная клетка способна реагировать на значительное число различных пахучих веществ. Каждое пахучее вещество дает специфическую картину возбуждения чувствительных клеток, при этом уровень возбуждения зависит от концентрации пахучего вещества. При пороговой и сверхпороговой концентрациях различных веществ возникают различные типы (паттерны) электрических импульсов, которые приходят одновременно в различные участки обонятельной луковицы. И как следствие в обонятельной луковице создается своеобразная мозаика из возбужденных и невозбужденных участков. Существует так называемый порог выявления запахов и порог его распознавания. Конечная обработка информации, поступающей от обонятельных рецепторов, и построение образов с их произвольной, т. е. сознательной, оценкой происходит *в коре больших полушарий, а именно в ее передних лобных отделах*. Также проводящие пути от обонятельных рецепторов проецируются в подкорковые образования головного мозга, такие как миндалевидное тело, гипотала-

¹ Рецепторные клетки — это биполярные нейроны, которые проходят от обонятельной слизистой оболочки к обонятельной луковице. В совокупности центральные отростки обонятельных рецепторных клеток составляют черепной нерв (I).

² Обонятельная луковица мозга — это нервная структура переднего мозга. Это скопление нервных клеток, получающих информацию от рецепторных клеток обонятельного эпителия.

³ Атлас. Мозг человека. Как это работает / под общ. ред. П. Абрахамса; пер. с англ. А. Анвера. — Москва: Изд-во АСТ, 2016. — 53 с.

мус, ретикулярная формация и другие структуры. Поступление возбуждения в эти отделы лежит в основе эмоциональных реакций, изменения активности автономной нервной системы и других процессов, происходящих при восприятии запахов.

Далее рассмотрим процесс образования первичных обонятельных ощущений и кодирование запаха.

Как мы узнаем запах розы, гортензии или конкретного человека, и как мы различаем розу и гортензию? Мы знаем, что обонятельные рецепторные белки не предназначены для одного пахучего вещества, и каждый белок может реагировать на несколько из этих веществ. Несмотря ни на что, обонятельные рецепторные белки селективны, реагируют на одни пахучие вещества больше, чем на другие, и есть определенные вещества, на которые они вообще не реагируют. Различные обонятельные рецепторные белки проявляют различные реакции на одно и то же пахучее вещество. Это то, что известно как паттерн активности между волокнами. Каждое пахучее вещество производит уникальную картину активности через популяцию рецепторов, которая проецируется на определенные клубочки обонятельной луковицы («карта запаха»). Затем ЦНС интерпретирует эти карты запаха (например, роза, гортензия или конкретный человек).

Орган Якобсона составляют отдельный набор хемосенсорных рецепторных клеток, присутствующих в ноздрях. Были проведены исследования на животных, и было отмечено, что они используют его для восприятия социальной и сексуальной информации от представителей своего вида. Первым, кто поднял функцию данного отдела сенсорной системы, был датский анатом Людвиг Левин Якобсон в 1811 году. Морфология органа уже была известна, но не его физиология. Оказывается, что орган Якобсона является вспомогательным органом обоняния у некоторых позвоночных. Сенсорные биполярные нейроны внутри органа обнаруживают различные химические соединения, обычно большие молекулы, называемые феромонами¹.

Обонятельная сенсорная система связана с лимбической системой, что обеспечивает присутствие эмоционального компонента в обонятельном восприятии. Гипоталамус, в свою очередь, отвечает за вегетативные реакции в ответ на запахи, которые воспринимает организм.

¹ См.: Дубынин В. А. Регуляторные системы организма человека: учебное пособие. — Москва: Дрофа, 2003. — 368 с.

Таким образом, химические вещества в воздухе стимулируют сигналы, которые мозг интерпретирует как запахи. Полученные ощущения называются *запахом*.

Классификация запахов (по Эймуэру):

- камфорный,
- острый или едкий (уксусная или муравьиная кислота),
- мятный,
- цветочный,
- мускусный,
- эфирный,
- гнилостный (сероводород).

Адаптация к действию пахучего вещества в обонятельной сенсорной системе происходит в течение десятка секунд или минут. Обычно адаптация происходит по отношению к одному запаху. Различают следующие нарушения обоняния: аносмия¹, гипосмия². Также изменение оценки воспринимаемых запахов, их актуализация может происходить в результате перестройки чувствительности высших корковых отделов обонятельного анализатора в зависимости от доминирующего мотивационного состояния. Эти механизмы лежат в основе такого феномена, как повышение чувствительности к запахам, значимым для достижения необходимого человеку результата. Примером может служить известное наблюдение о том, что курящие люди имеют обостренную восприимчивость к запаху табачного дыма.

2.5. Вкусовая сенсорная система

Вкусовая сенсорная система обеспечивает формирование вкуса и вкусовых ощущений³. Основные модальности вкуса сгруппированы в четыре категории: сладкий, соленый, горький и кислый, а также вкус воды, острый и жгучий вкус. Функциональной единицей чувства вкуса является *вкусовая почка*. У взрослых они находятся в количестве около 5 000, у ребенка они более многочисленны и имеют более широкое распространение, занимая тыльную сторону языка, неба и слизистой оболочки. Через вкусовые поры вещества, растворенные в слюне, вступают в контакт с рецепторными клетками. При этом си-

¹ Аносмия — отсутствие обонятельной чувствительности.

² Гипосмия — понижение обоняния.

³ Вкус — это ощущение, которое позволяет идентифицировать еду при помощи вкусовых рецепторов.

ла вкусовых ощущений зависит не только от величины раздражения, но и от функционального состояния организма. В естественных условиях вкусовые ощущения комбинируются с обонятельными. Во вкусовых почках обнаружены клетки, содержащие *серотонин*. В отличие от обонятельного рецептора, вкусовые клетки не имеют нервного происхождения, имеют эпителиальное происхождение, поэтому они подвергаются непрерывному процессу обмена клеток продолжительностью около десяти дней и заменяются из популяции стволовых клеток, расположенных внутри вкусовой почки.

Традиционно было установлено *топографическое распределение вкусов на языке*: горькое (корень языка), соленое и кислое (боковая часть), сладкое (кончик языка). Центральная область задней части языка имеет низкую вкусовую чувствительность. Основные вкусовые ощущения определяют идентичность конкретных химических веществ. По меньшей мере 7 различных возможных рецепторов были идентифицированы во вкусовых клетках (рецепторы натрия, калия, хлорида, аденозина, сладкого вкуса, горького вкуса, глутамата). Вкусовые рецепторы распределены в различных областях языка, в которых мы можем найти вкусовую чувствительность.

На языке вкусовые рецепторы сгруппированы вместе, образуя *сосочки* различных типов:

1. *Грибовидные сосочки* в основном распределены по кончику и боковым краям языка (они состоят примерно из 50–150 клеток вкусовых рецепторов). На поверхности этих клеток находятся рецепторы, которые связываются с небольшими молекулами, связанными со вкусом.

2. *Желобоватые сосочки* являются самыми крупными и наиболее специализированными, они расположены в задней части языка в различном количестве от 7 до 12 тысяч. Однако их количество зависит от возраста, составляющего около 270 у новорожденного и уменьшающиеся у людей старше 75 лет.

3. *Листовидные сосочки* расположены вертикально по боковым краям языка. Они также варьируются в зависимости от возраста, будучи рудиментарными у взрослого, в то время как у новорожденного и у ребенка очевидны.

4. *Нитевидные сосочки* представляют собой конические образования, которые покрывают примерно две трети передней части тыльной стороны языка.

Итак, *периферический отдел* представлен рецепторами вкуса — *вкусовыми сосочками*. Когда мы едим, химические вещества из пищи

попадают в сосочки и достигают вкусовых рецепторов. Эти химические вещества стимулируют нервные рецепторы. Вкусовой рецептор является вторично чувствующим. Это не нейрон, у него нет аксона. Соответственно, он должен передавать свой сигнал на проводящую нервную клетку, которая донесет информацию до головного мозга. Вкусовые ощущения возникают за счет стимулирования специфических рецепторов, для этого необходимо, чтобы химические вещества вступили в физический контакт с рецепторами. Отдельные вкусовые почки являются полимодальными образованиями, так как могут воспринимать различные виды вкусовых раздражителей. Рецепторы посылают сигналы на нервные волокна, далее передают сигналы в продолговатый мозг, который передает их в таламус и кору головного мозга.

Центральный (корковый) отдел вкусовой сенсорной системы расположен в нижней части соматосенсорной зоны коры в области представительства языка. Схема обонятельной сенсорной системы представлена на рисунке 5.

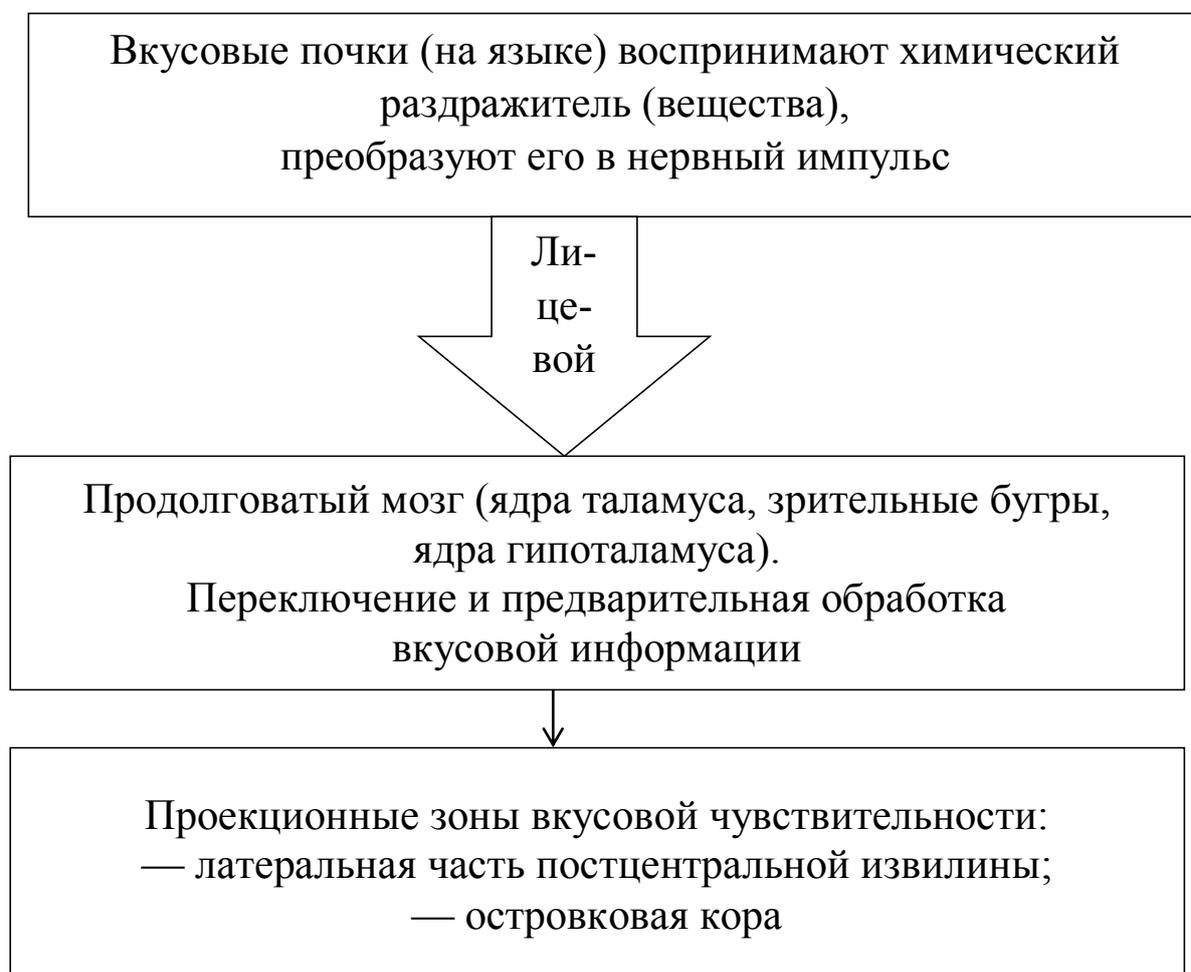


Рис. 5. Путь проведения вкусовой чувствительности

Химические реакции, происходящие на языке и в носу, в свою очередь, вызывают электрические реакции, которые в конечном итоге приводят к появлению вкуса и запаха. К вкусовым ощущениям возникает адаптация, продолжительность которой пропорциональна концентрации действующего раствора. Адаптация к соленому и сладкому возникает быстрее, чем к горькому и кислому.

Таким образом, считается, что сенсорная система состоит из набора элементов, которые связаны друг с другом, образуя структуру большей сложности, обладающую новыми функциональными свойствами, не объяснимыми простой суммой свойств ее компонентов. Наилучшим способом понять, как функционирует сенсорная система, считается последовательное изучение ее структур.

2.6. Кожная сенсорная система

Кожа состоит из двух основных слоев: внешнего слоя (эпидермиса), собственно кожи (дермы). Кожа — это очень чувствительный орган, который участвует в обработке тактильной информации благодаря эластичности эпидермиса. Специализированные рецепторные клетки, обнаруженные в этих слоях, передают сигналы через периферические нервы в мозг. Сенсорное восприятие передает прикосновение, давление, температуру и боль через рецепторы и нервные окончания. Эмоциональный: мы воплощаем свое эмоциональное состояние через кожу — краснеем, бледнеем, волосы встают дыбом и излучаем запах благодаря феромонам.

Человек может различать шесть различных ощущений: прикосновение, давление, боль, напряжение, вибрацию и температуру. Кожа чувствительна к энергии, которая достигает тела через температуру, давление и контакт.

«Мы до сих пор не понимаем природу ощущений, улавливаемых кожей, или того, как они обрабатываются, чтобы стать восприятием и действиями»¹, признает Т. Г. Визель, исследователь из Калифорнийского университета в Санта-Барбаре.

Чтобы получить информацию извне, в дерме и эпидермисе есть многочисленные рецепторы, распределенные по всему телу. Они действуют как датчики, собирая данные из окружающей среды и преобразуя их в сигналы, которые можно обрабатывать. Их совместное дей-

¹ Визель Т. Г. Основы нейропсихологии: учебник для студентов вузов. — Москва; Астрахань: Транзиткнига, 2005. С. 57.

ствие дает нам довольно точный снимок объектов, которых мы касаемся, настолько, что иногда нам не нужны глаза, чтобы их распознать.

Кожа является очень важным сенсорным органом, поскольку в ней находятся важные *сенсорные рецепторы*. Это свободные или заключенные в капсулы нервные окончания. Сенсорные рецепторы — это органы, способные улавливать стимулы из окружающей среды (органы чувств) и из внутренней среды (висцеральные рецепторы), что является важным процессом для адаптации и функционирования организмов. Различные типы внешних стимулов вызывают в сенсорных рецепторах генерацию электрических сигналов, которые проходят по нервным путям к определенным нервным центрам, где возникают определенные ощущения.

Существуют разные типы рецепторов в зависимости от стимулов, которые их улавливают:

1. Свободные нервные окончания (ноцицепторы) воспринимают боль.
2. Тельца Мейснера, диски Меркеля (касание).
3. Тельца Пачини (прикосновение-давление).
4. Тельца Руффини (на тепло).
5. Тельца Краузе (на холод).

Информация от кожных рецепторов направляется через спинной мозг по восходящим нервным путям в таламус (промежуточный мозг) и далее передается в соматосенсорный отдел коры больших полушарий головного мозга — *переднюю центральную извилину*.

Например, информацию о боли воспринимают ноцицепторы. Боль¹ определяется как неприятное ощущение, в том числе и эмоциональное, связанное с травмой. Раздражители, действующие на интеро- и экстерорецепторы, в зависимости от их интенсивности и адекватности воспринимаются именно ноцицепторами. Ноцицепторы располагаются как на коже, так и во внутренних органах. Существует верхний предел чувствительности, за которым раздражитель (стимул) становится болевым. Например, болевые ощущения появляются при очень ярком освещении. Ноцицептивная боль у таких людей вызвана травмой нейронов из-за того, что человек понервничал, или в результате действия психологических факторов, таких как страх, стресс и беспокойство.

¹ Боль — это субъективное ощущение, являющееся важной характеристикой для выживания.

Как правило, боль можно разделить на две категории: острая или хроническая. Боль зачастую легко определяется, поскольку острая боль часто хорошо определяется через поврежденные ткани, с другой стороны, острая боль обычно исчезает с регенерацией поврежденных тканей. Хроническая боль, в свою очередь, сохраняется и после процесса регенерации. В *соматосенсорной коре* формируется ощущение качества боли, в том числе ее интенсивность, длительность и локализация. *Островковая зона коры* больших полушарий отвечает за эмоциональную боль. Типы боли представлены на рисунке 6.

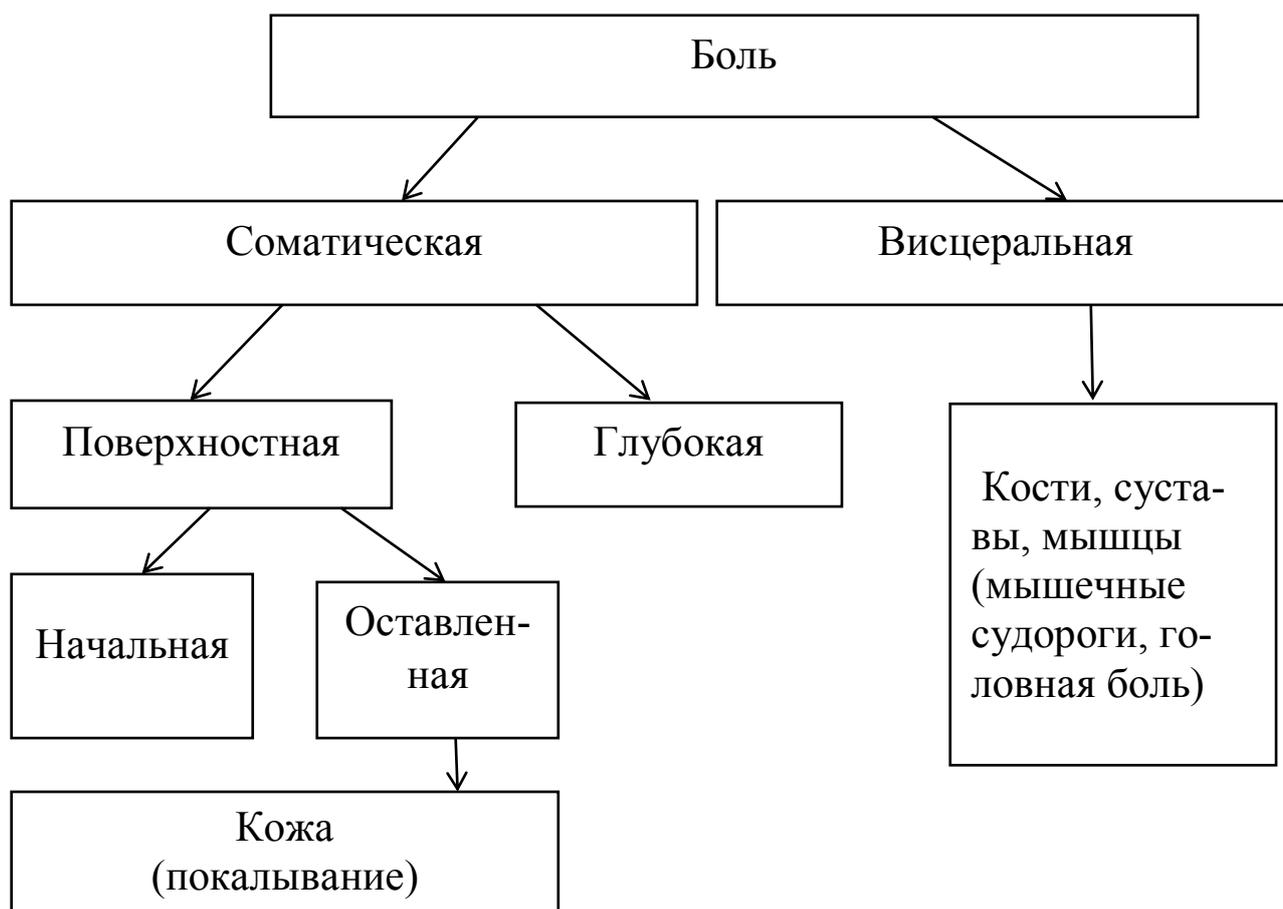


Рис. 6. Типы боли

Болевая реакция «является интегративной функцией организма, которая мобилизует функциональные системы для защиты организма от воздействия вредных факторов и включает такие компоненты, как сознание, память, мотивации, вегетативные, соматические и поведенческие реакции, эмоции»¹.

¹Анохин П. К., Орлов И. В., Ерохина Л. Г. Боль. Большая медицинская энциклопедия. 3-е изд. — Москва, 1976. С. 71.

Антиноцицептивная сенсорная система¹ представлена нервными структурами и нейромедиаторами, ответственными за развитие боли и начинает функционировать при продолжительной боли, страхе. Центры, контролирующие работу антиноцицептивной сенсорной системы, расположены в *промежуточном мозге (таламусе) и коре больших полушарий головного мозга*. Вещества, обладающие антиноцицептивным действием, является группа *опиодных пептидов*, а также к ним относятся *нейромедиаторы: серотонин, дофамин*. Большое количество рецепторов, чувствительным к опиоидным пептидам, расположены в лимбической системе головного мозга.

Как бы мы ни ощущали поверхность, отсутствие контакта с эпидермисом мешает нам получить информацию о некоторых ее свойствах (например, шероховатости) и испытать ощущения, которые они могут нам внушить. Кожа — это самый большой орган в теле с рождения и действует как один из основных каналов, связывающих нас с внешним миром.

2.7. Вестибулярная сенсорная система

Вестибулярная сенсорная система предназначена для анализа положения и движения тела в пространстве, обеспечивает акселерационное² чувство. Вестибулярная система совместно с проприоцептивной обеспечивает координацию тела в пространстве.

На границе продолговатого мозга и моста находятся ядра восьмого черепного нерва, которые делятся на вестибулярные и слуховые. Причем ближе к краям мозга находятся слуховые ядра, а ближе к середине — вестибулярные. Это указывает на то, что в ходе эволюции сначала появилась вестибулярная система, а только потом слуховая.

Периферический отдел вестибулярной сенсорной системы представлен волосковыми клетками вестибулярного органа. Вестибулярный орган (орган равновесия) состоит из трех полукружных каналов и преддверия. Рецепторы вестибулярной системы (волосковые клетки) расположены именно в полукружных каналах, где и происходит их раздражение в момент вращения за счет движений эндолимфы

¹ Антиноцицептивная система — это система нейронов и нейромедиаторов ствола мозга, ориентированная на подавление боли. Это система контроля и снижения болевых сигналов в организме.

² Акселерационное чувство — ощущение, возникающее при прямолинейном и вращательном ускорении движения тела, а также при изменении положения головы.

и формирование нервного импульса. Для волосковых клеток полукружных каналов адекватным раздражителем является ускорение или замедление вращательного движения в какой-либо плоскости.

Проводниковый отдел — это VIII пара черепно-мозговых нервов (преддверно-улитковый), который направляется в область вестибулярных ядер, расположенных рядом с продолговатым и средним отделами головного мозга. Из зоны вестибулярных ядер нервные волокна осуществляют связь с мотонейронами различных отделов организма. Первичный анализ осуществляется в таламусе, далее нервный тракт направляется в *постцентральную извилину коры* головного мозга, в которой обрабатывается вестибулярная информация.

Центральный отдел вестибулярной сенсорной системы локализуется в височной области коры головного мозга (21–22-е поля по Бродману).

Таким образом, рассмотренные сенсорные системы позволяют получить информацию о факторах, воздействующих на организм из внешней и внутренней среды, анализ которых обеспечивает нормальную жизнедеятельность и приспособительное поведение человека.

Контрольные вопросы:

1. Что называется сенсорной системой?
2. Какова роль рецепторов?
3. Из каких отделов состоит сенсорная система?
4. Где происходит анализ информации?
5. Каковы принципы построения сенсорных систем?
6. Что называется сенсорной рецепцией?
7. Что называется рецепторным потенциалом?
8. Какова роль обоняния в регуляции эмоций и поведения человека?
9. Охарактеризуйте структуру обонятельной сенсорной системы.
10. Какова роль таламуса в работе слуховой сенсорной системы?
11. Какая сенсорная система играет важную роль в пространственной ориентации человека?
12. Что значит болевая рецепция?
13. Что называется аккомодацией?

РАЗДЕЛ 2. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ТЕМА 3. ВРОЖДЕННЫЕ И ПРИОБРЕТЕННЫЕ ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ

3.1. Наследственно-закрепленные формы поведения. Безусловный рефлекс.

3.2. Приобретенные формы поведения. Условный рефлекс.

3.3. Формы научения.

3.1. Наследственно-закрепленные формы поведения. Безусловный рефлекс

Высшая нервная деятельность — это одна из составляющих психики, ее структурная часть, обеспечивающая адекватное поведение человека в изменяющихся условиях среды обитания. Поведение¹ живых организмов рассматривается в аспекте генетически заданной программы и приспособления к окружающей среде. В изучении физиологических механизмов поведения наибольшее значение имеют работы школы И. П. Павлова о высшей нервной деятельности.

Поведение человека можно рассматривать как:

1. Врожденное (безусловно-рефлекторное).

2. Приобретенное (условно-рефлекторное) — в процессе научения.

Поведение, которое строится на генетически обусловленной программе, не требующее специального научения, относится к *врожденной деятельности*. Также поведение рассматривают как врожденное, если в индивидуальном развитии организма не обнаруживается воздействие факторов обучения.

Врожденная деятельность осуществляется с помощью *безусловных рефлексов* и *инстинктов*, в основе которых лежит *генетическая память*², позволяющая живым организмам существовать в стабиль-

¹ Поведением называют все виды деятельности организма в окружающей среде.

² Генетическая память — носителями памяти являются ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) и РНК (рибонуклеиновая кислота). ДНК содержит необходимую для заучивания информацию, но в потенциальной форме. Под влиянием различных факторов внешней и внутренней среды (обучение, тренировка, питание и т. д.) происходит реализация и проявление этих потенциальных возможностей. С возрастом очень плохо сохраняются следы памяти: белковый синтез идет неэффективно и не так быстро белок включается в синоптические структуры; уменьшается число нейронов, связь между ними ухудшается, реверберация идет медленно; с повреждением РНК (рибонуклеиновая кислота) теряются навыки. В процессе запоминания усиливается синтез РНК и белков.

ных, относительно неизменяющихся условиях среды. Однако некоторые врожденные реакции проявляются не сразу после рождения. Поведенческие реакции в форме инстинктов направлены на получение *полезного результата*.

Первой защитой равновесия организма с окружающей средой являются *врожденные рефлексы*, которые получили название *безусловные*. Безусловные рефлексы у человека не являются приобретенными и появляются после рождения, когда начинают интенсивно развиваться кора и подкорковые структуры головного мозга. Безусловный рефлекс относится к врожденным рефлексам в связи с тем, что это автоматическая, непроизвольная и естественная реакция живого организма возникает на наличие определенных стимулов.

Функционирование организма в новой среде, сохраняется при жизни новорожденного после отделения от организма матери и требует наличия механизмов, позволяющих выжить в новых условиях. И таким механизмом становится *механизм безусловного рефлекса*, обеспечивающий сохранение баланса между требованиями новой среды и возможностями организма. Рефлексы безусловные функционируют *без участия коры* головного мозга, но не следует думать, что она не оказывает на него влияния. Доказательством стал эксперимент, проведенный на животных, у которых была лишена кора головного мозга, что привело к нарушению в функционировании сложных безусловных рефлексов.

Итак, безусловный рефлекс — это генетически запрограммированная форма поведения, которая сохраняется в течение всей жизни организма и осуществляется на основе *врожденных нейронных связей*. Безусловные рефлексы не требуют обучения и связаны с жизненно-важными потребностями человека. К примеру, расширение зрачка при действии луча света относится к защитной реакции.

В основе безусловно-рефлекторной деятельности лежит рефлекторный путь (рефлекторная дуга)¹, которая имеет генетически заданное местоположение в центральной нервной системе (ЦНС).

Для возникновения безусловного рефлекса необязательны специальные условия, но *необходим безусловный стимул (БС)*, который

¹ *Рефлекторный путь* — это путь, по которому проходит нервный импульс в процессе реализации рефлекса. Она состоит из следующих элементов: рецептора; проводящего нейрона, передающего импульс в ЦНС; нервного центра; двигательного либо вегетативного нейрона (нейронов); эффекторы (рабочего органа, реагирующего на полученный сигнал).

вызывает безусловный ответ (реакцию БР). Раздражитель безусловный действует на рецептор и вызывает немедленную реакцию. Любая ответная реакция возникает при действии раздражителя на определенные рецепторы, включает в себя чувствительный путь, нервный центр и эффекторный путь, последний отвечает за передачу информации в орган (эффектор). Условием появления безусловного рефлекса является получение сигнала (раздражителя), важного для жизни через рецептор.

Примеры безусловных рефлексов:

- сужение зрачка под воздействием источника света (зрительный рефлекс);
- выделение слюны под влиянием потребляемой пищи;
- рефлекс рвотный во время раздражения задней стенки глотки (психомоторное возбуждение рвотного центра в продолговатом мозге);
- отдергивание руки от горячего предмета;
- рефлекс аккомодации¹ глаза при изменении расстояния до наблюдаемого объекта.

Видовые рефлексы направлены на сохранение вида:

1. Родительский выражается в заботе о потомстве с вскармливанием.
2. Половой включают поведенческий поиск партнера, проведение брачного ритуала.
3. Индивидуальный рефлекс (активно-пассивно-оборонительный, рефлекс свободы, рефлекс игры);
4. Ориентировочный рефлекс, названный И. П. Павловым рефлекс «что такое?». Это рефлекс на «новизну».

Сохранительные рефлексы:

1. Гомеостатические рефлексы (пищевой, дыхательный рефлекс, регуляция артериального давления, концентрации глюкозы в крови и т. д.).
2. Восстановительные (сон).
3. Рефлекс сохранения и продолжения рода.

Защитные рефлексы — устранение вредных агентов, попавших на поверхность или внутрь организма:

1. Чесательный рефлекс, чихание, кашель.

¹ Аккомодация — изменение кривизны хрусталика. Под аккомодацией глаза понимают способность глаза к ясному видению разноудаленных предметов.

2. Активное уничтожение или нейтрализация вредных раздражителей.

3. Пассивно-оборонительные рефлексы (рефлекс отдергивания, рефлекс отступления, избегания).

Рефлексы по освоению сфер жизни:

1. Витальные, обеспечивающие физическое выживание особи (питьевой, пищевой, оборонительный). Критерием рефлекса витальной группы является неудовлетворение соответствующей потребности, которое ведет к физической гибели особи.

Классификация безусловных рефлексов М. Ю. Конорски:

1. Защитные ориентированы на сохранение здоровья и удаление чужеродных частиц, попавших внешне или внутрь организма.

2. Сохранительные направлены на поддержание гомеостаза.

3. Ориентировочный рефлекс на новизну возникает всегда в ответ на внезапный малоизвестный раздражитель и проявляется обычно в повороте головы и движении животного в сторону раздражителя.

Опираясь на исследования В. И. Вернадского, А. А. Ухтомского, П. В. Симонов сформулировал свою классификацию безусловных рефлексов:

1. «Витальные (пищевой, ориентировочный, сохранение защитных сил) направлены на сохранение и биологической потребности организма и сохранения резервов организма.

2. Зоосоциальные (ролевые) — благодаря взаимодействию между особями, удовлетворяющими половое, родительское и территориальное поведение.

3. Саморазвития ориентированы на освоение новых, пространственно-временных сред. Это исследовательское поведение»¹.

Основные характеристики проявления безусловных рефлексов представлены в таблице 5.

¹ Симонов П. В. Наука о высшей нервной деятельности и психофизиологическая проблема. С. 235.

Характеристика безусловного рефлекса

Характеристика безусловного рефлекса
Врожденные рефлексы, генетически передаются по наследству, большинство начинают функционировать после рождения
Без участия воли человека
Имеют фиксированный рефлекторный путь
Свойственны всем уровням центральной нервной системы и преимущественно осуществляются ее низшими отделами (на уровне спинного мозга, стволотый отдел головного мозга, подкорковые ядра)
Имеют специфическое рецептивное поле и специфический раздражитель
Возникают на действие наличного раздражителя, которого уже нельзя избежать
Постоянны, сохраняются в течение жизни
Характеристика видов (видоспецифичны)
Количество от 30 до 70
Отражают видовые особенности организма

По сложности врожденные формы поведения могут быть элементарно простыми (таксисы¹) и очень сложными (инстинкты).

Инстинкт (лат. *instinctus* — побуждение) — комплексы генетически закрепленных у индивида неосознаваемых установок последовательности действий, алгоритмов поведения, которые обеспечивали предшествующим поколениям успех в выживании и появлении данного жизнеспособного вида. Инстинктивное поведение ориентировано на положительный результат при неизменности условий. Однако в условиях социума данное поведение определяется сознательной деятельностью и контролируется сознанием. В случае потери контроля, например в результате употребления алкоголя инстинкт у человека проявляется особенно выражено, поскольку контроль со стороны корковых структур мозга ослабевает.

Инстинкты — это генетически закрепленная (врожденная) форма поведения, направленная на реализацию биологических потребностей и отражающая опыт определенного биологического вида.

И. П. Павлов считал, что инстинктивные действия животных — это есть совокупность врожденных безусловных рефлексов. Эти безусловные рефлексы могут возникать как под влиянием внешних, так и внутренних стимулов. Все инстинкты, реализуемые в пове-

¹ Таксисы — это направленные перемещения отдельных, свободноживущих в природе клеток либо свободных клеток в тканевых жидкостях многоклеточных организмов под влиянием односторонне действующего стимула.

денческих реакциях животного, направлены на получение положительного результата¹.

Инстинктивное поведение рассматривается как врожденная форма поведения или деятельность, поскольку инстинкты относят к сложным безусловным рефлексам. Реакции организма с характером равенства у субъектов одного вида получили название инстинктов. В основе инстинкта лежит биологическая потребность организма.

Результатом исследований проблемы инстинкта и научения является работа В. А. Вагнера «Биологические основания сравнительной психологии», в которой ученый показал, что инстинктивные компоненты поведения животных возникли и развились под диктовку среды и под контролем естественного отбора и что их никак нельзя считать неизменными, стереотипными². Инстинктивное поведение, по Вагнеру, — это «развивающаяся пластическая деятельность, изменяемая внешними воздействиями»³.

При изменении условий окружающей среды некоторые инстинкты становятся бесполезными.

Инстинкты подразделяются:

— на *социальные* (при взаимодействии с другими особями, например, родительские инстинкты);

— *витальные* (сон, пищевые, утоление жажды, сохранение резервов организма) направлены на сохранение вида;

— *саморазвития* или *идеальные* (инстинкт сопротивления, например при COVID-19, раздражательные, игровые). Они самостоятельны.

В основе данной классификации положено стремление особи к удовлетворению потребности. Для проявления инстинктивного поведения необходимо воздействие внутренних факторов (при нарушении гомеостаза) или факторов внешней среды.

С позиции Ч. Дарвина инстинктивное поведение — это такой акт, который может быть выполнен нами после некоторого опыта или одинаково многими особями без знания с их стороны цели, с которой он производится. Оказалось, что процесс научения связан с измене-

¹ Данилова Н. Н. [и др.]. Физиология высшей нервной деятельности // Н. Н. Данилова, А. Л. Крылова. — Москва: Учебная литература, 2002. С. 142.

² Вагнер В. А. Биологические основания сравнительной психологии: в 2 т. Т.1. — Москва: Наука, 2005. С. 78.

³ Там же.

нием инстинктивного поведения. Так, В. М. Бехтерев предложил выделить инстинкты из безусловных рефлексов в так называемые органические рефлексы.

Б. И. Гарбузов¹ в теории инстинктов сформулировал семь ведущих инстинктов у человека (табл. 6), учет которых используется в психологических тестах для определения отдельных психических проявлений у человека.

Таблица 6

Инстинкты и тип личности

Инстинкты	Типы личности
Самосохранения	Эгофильный
Продолжения рода	Генофильный
Альтруизма	Альтруистический
Исследования	Исследовательский
Доминирования	Доминантный
Свободы	Либертофильный
Сохранения достоинства	Дигнитофильный

Однако в механизме передачи по наследству инстинктов остались проблемы, поскольку в геноме содержится информация только о структуре белков, а для отдельного индивида существуют так называемые специфические белки.

При изучении любой формы психической деятельности прежде всего встает вопрос о врожденном и индивидуально приобретенном, об элементах инстинкта и научения в поведении животного и человека.

Важную роль в нервно-психическом развитии живых организмов имеет *импринтинг*².

Различают:

- запечатлевание образов родителей и родственников (братья, сестры);
- усвоение поведенческих актов (дети подражают поведению родителей).

¹ См.: Гарбузов В. И. Концепция инстинктов и психосоматическая патология: Наднозолог. Диагностика и терапия психосоматических заболеваний и неврозов. — Санкт-Петербург: СОТИС, 1999. — 319 с.

² Импринтинг (imprinting) — запечатлевать — процесс, в результате которого преобладающий фактор оказывается запечатлен в памяти.

По утверждению И. П. Павлова безусловные рефлексы являются основой врожденного поведения. Эта форма поведения проявляется как инстинктивное поведение при условии воздействия факторов как внутренней среды организма (например, нарушение гомеостаза, появление чувства жажды, голода), так и факторов внешней среды (например, сооружение гнезда).

Они генетически запрограммированы и передаются последующим поколениям. В то же время на базе сформировавшегося врожденного поведения формируется *приобретенное поведение*. Одной из форм врожденного поведения Ю. М. Конорски назвал *ориентировочно-исследовательское поведение*. Ориентировочный рефлекс рассматривают как физиологическую основу таких психических процессов, как внимание, реакция удивления, настораживания, бдительности. С точки зрения физиолога, ориентировочный рефлекс рассматривается как многокомпонентная неспецифическая реакция организма на «новизну», направленная на повышение способности дифференцировать новое явление¹.

Врожденное поведение не подчиняется воздействию любых факторов, оно неизменно, хотя может появиться не сразу после рождения. Выделяют так называемый *средовый фактор*, оказывающий влияние на врожденное поведение.

Таким образом, *врожденная форма поведения* устойчива, генетически обусловлена. Осуществление безусловных рефлексов относится к низшей нервной деятельности. Врожденные формы поведения отражают видовой опыт животных и человека.

3.2. Приобретенные формы поведения. Условный рефлекс

*Приобретенные формы поведения*² формируются в течение жизни и определяются как природной средой, так и обществом и как результат — приспособлением к окружающей среде.

К приобретенной форме поведения относятся:

— условные рефлексы — осуществляются при участии высшей нервной системы с образованием *временной связи*¹ между нервными

¹ Коган А. Б. Основы физиологии высшей нервной деятельности. — Москва: Высшая школа, 1998. — 368 с.

² Приобретенная форма поведения — это поведение, сформированное в результате индивидуального опыта, приспособительных реакций организма на воздействие внешней среды.

центрами условного и безусловного раздражителя, образованными в коре головного мозга;

- навыки;
- динамический стереотип²;
- рассудочная деятельность.

Человек живет в меняющихся условиях, в связи с чем меняются, возникают новые ситуации, в которых необходимо адекватно реагировать. Адаптация к изменениям в окружении требует *новых* способов реагирования, которые можно получить только через индивидуальный опыт; а поскольку безусловных рефлексов недостаточно для человека, возникает необходимость дополнить их другими новыми рефлексами, сформировавшимися в течение жизни и возникшими в результате образования временных нервных связей на более высоких уровнях центральной нервной системы. Одной из форм нормальной реакции, полученной в ходе развития личности, являются *условные рефлексы*, формирующиеся в процессе онтогенеза.

Условно-рефлекторное поведение появляется у человека в процессе обучения или путем воздействия на него каких-либо условий. Создание условий заключается в многократной ассоциации в режиме стимула, повторение которого необходимо для поддержания условного рефлекса. *Условно-рефлекторная деятельность* (в результате научения) — это такая форма поведения, которая формируется как результат индивидуального опыта живого организма, в основе которого лежат условные рефлексы. *Приобретенная форма поведения* формируется на базе условных рефлексов и в процессе научения. *Приобретенными* (в результате научения) называют все формы поведения, которые формируются как результат индивидуального опыта живого организма. Они могут со временем модифицироваться при изменении условий окружающей среды. Это особый вид рефлексов, которые И. П. Павлов назвал *условными*, в основе лежит *приспособительная деятельность*, осуществляемая корой и подкорковыми структурами головного мозга путем образования *временной связи* в ответ на *условный* стимул. Условные рефлексы — это новые и из-

¹ Временная связь — определенные взаимоотношения между различными мозговыми образованиями.

² Динамический стереотип представляет собой последовательную цепь условно-рефлекторных актов, осуществляющих в строго определенном, закреплённом во времени порядке.

менчивые формы реакций, которые формируются в течение жизни организма, в процессе накопления опыта, и являются индивидуальными. Отметим также, что условный рефлекс образуется, когда ранее безразличный раздражитель сигнализирует о другом раздражении, имеющем значение для организма. В то же время приобретает новую функцию — *сигнальную*, которая и становится условным раздражителем.

Осуществление условных рефлексов относится к высшей нервной деятельности. При выработке условного рефлекса необходимо подкрепление, которое может быть как положительным (например, нажатие на рычаг, связанный с награждением — подачей пищи), так и неприятным стимулом (это прекращение импульса боли). Выученный (приобретенный) рефлекс проходит по *новым* нервным путям.

Условный рефлекс образуется на совершенно разные воздействия (раздражители) и реализуются при участии *корковых полей и подкорковых структур головного мозга*.

Условные рефлексы характеризуются разнообразием, непостоянством, что важно в приспособлении организма к условиям среды. В то же время они могут исчезать и вырабатываться в течении жизни. Как отметил Орбели Л. А.: «при взаимодействии с условными рефлексами безусловные рефлексы в постнатальной жизни дозревают. Определенная зона коры больших полушарий обеспечивает подготовку реакции организма на действие стимула из среды»¹.

Но именно И. П. Павлову принадлежит открытие условных рефлексов. Идея выработки условного рефлекса с позиции учения И. П. Павлова опирается на *экспериментальный метод*. И. П. Павлов представлял себе, что условный рефлекс функционирует благодаря тому, что в коре головного мозга образуется соединение, *связь между двумя разными центрами*. Во время действия стимула инертного, называемого *условным*, в области сенсорной коры головного мозга возникает *очаг возбуждения*. При этом действует раздражитель *безусловный биологический*, который вызывает возникновение другого, гораздо более *сильного, возбуждения* в корковых центрах головного мозга. Между нервными центрами возникает *временная связь*. Эта связь заключается в сочетании двух разных очагов в коре мозга, возбужденных в активности условным и безусловным стимулом. Для выработки условного рефлекса необходимо также нормальное *физиологическое состояние кор-*

¹ Орбели Л. А. Вопросы высшей нервной деятельности: Лекции и докл. — Ереван: Изд-во: Арм. ССР, 1982. С. 136.

ковых и подкорковых структур, образующих центральное представительство соответствующего условного и безусловного стимулов, отсутствие сильных посторонних раздражителей.

И. П. Павлов считал, что условный рефлекс могут вызывать не только физические явления: звук, свет, геометрические фигуры, предметы, но и время. В эксперименте с кормлением животного в определенное время дня было обнаружено, что через некоторое время, когда не давали пищи в определенное время, животное обильно выделяло желудочный сок и слюну, так же, как тогда, когда получало корм. При классической методике выработки условных рефлексов, условный раздражитель, например свет включенной лампочки, должен опережать действие безусловного раздражителя. Так, многократное включение лампочки перед подачей пищи вызывает слюноотделение у экспериментального животного. В данном случае лампочка является условным раздражителем или условным стимулом, который готовит организм к пищевой реакции.

После нескольких повторений (свет, пища) формируется слюноотделительный рефлекс (рис. 7).

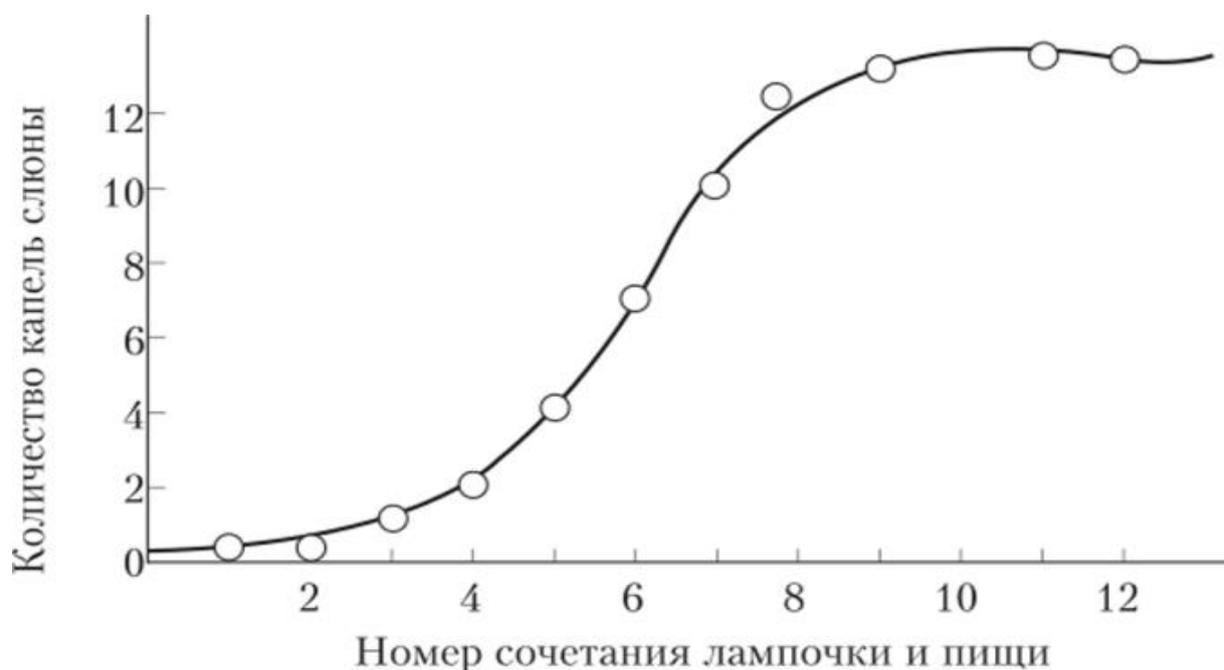


Рис. 7. Кривая обучения в эксперименте И. П. Павлова¹

¹ Рисунок взят из: Ковалева А. В. Нейрофизиология, физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: учебник. С. 214.

Условия образования условного рефлекса:

1. Условный (первоначально индифферентный¹) раздражитель должен предшествовать действию безусловного раздражителя. Как правило, безусловным раздражителем является пища, а индифферентными стимулами — свет, звук, электрический ток и др.

2. Необходимо многократное сочетание индифферентного раздражителя с подкреплением.

3. Временной интервал между действием условного и безусловного раздражителей не должен быть большим (10–15 с).

4. По силе (физиологической значимости) безусловный раздражитель выше силы индифферентного стимула.

5. Для формирования условного рефлекса необходимо многократное сочетание безусловного и условного раздражителей.

6. Отсутствие посторонних раздражителей (сигналов) как из внешней среды, так и внутренней.

7. Адекватное состояние коры головного мозга.

Рассмотрим пример: пища раздражает рецепторы полости рта, откуда по афферентным (чувствительным) нервам нервный импульс проводится в рефлекторный центр слюноотделения, расположенный в продолговатом мозге и далее по эфферентным волокнам к слюнным железам, и как результат — выделение слюны. Одновременно из рефлекторного центра слюноотделения импульсы поступают в кору переднего мозга. Между мозговым отделом зрительного анализатора и корковым представительством пищевого центра анатомической связи нет. Но в процессе выработки условного рефлекса между ними устанавливается *временная нервная связь* между корковым центром безусловного рефлекса и корковым центром условного раздражителя, т.е. *замыкательная связь образуется в коре*.

В опытах Э. А. Астраняна у собак вырабатывались в определенной последовательности условные рефлексы, например звонок, свет. Он полагал, что индифферентный сигнал не может быть вообще индифферентным, так как в начале своего применения вызывает собственную реакцию в виде ориентировочно-исследовательского рефлекса. Важным в образовании условного рефлекса является форми-

¹ Индифферентный — ранее безразличный раздражитель (стимул, сигнал) — свет, звук и т. п.

рование *временных связей* как на уровне корковых, так и на уровне подкорковых структур головного мозга.

Механизм образования временной связи между нервными центрами представлен на рисунке 8.

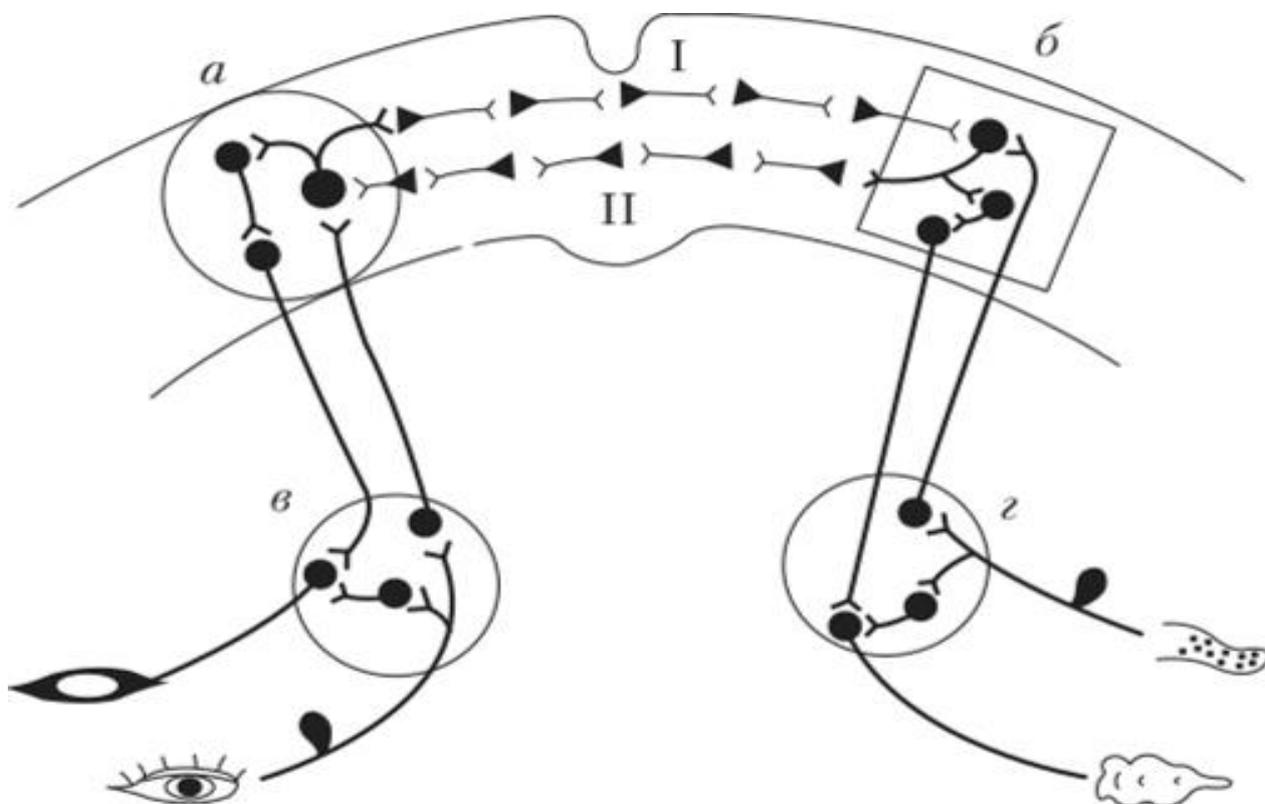


Рис. 8. Схематическое изображение условного рефлекса с двусторонней связью (по Э. Л. Асратяну, 1970)¹: а — кортикальный пункт мигательного рефлекса, б — пищевого рефлекса, в и г — подкорковые центры мигательного и пищевого рефлексов; I — прямая временная связь, II — обратная временная связь

Благодаря действию принципа доминанты очаг возбуждения в нервном центре усиливается, при этом происходит торможение в других нервных центрах, между двумя центрами наблюдается встречная иррадиация².

Временная связь образуется во время действия одновременно условного и безусловного раздражителя на корковом уровне и называ-

¹ Рисунок взят из: Смирнов В. М. Физиология человека: учебник. С. 512.

² Иррадиация — распространение нервного возбуждения от двух центров в коре на другие области (соседние нейроны) при образовании условного рефлекса.

ется *внутрикортикальной*. При этом безусловный раздражитель, на базе которого вырабатывается условный рефлекс, должен быть *биологически более сильным*. Он вызывает мощный очаг возбуждения в коре (доминанту), который способен притягивать к себе нервные импульсы из других очагов возбуждения. Формируется динамический стереотип¹.

Необходимо отметить, что последние данные исследований ученых (П. К. Анохин, Л. М. Бернштейн) подтверждают именно *кольцеобразную схему рефлекса*, а не схему рефлекторной дуги, не раскрывающей полностью этот сложный процесс. Организм получает информацию о результатах совершенного действия, информацию о каждом этапе протекающего действия. Не имея ее, мозг не может организовать целенаправленную деятельность, не может выправить действие при вмешательстве в реакцию каких-либо случайных (мешающих) факторов, не может остановить деятельность в необходимый момент при достижении результата. Условные рефлексы вырабатываются в определенном диапазоне данных подкрепления: пороговый, оптимальный и максимальный. Нервные центры в коре головного мозга поступающую информацию расчленяют на отдельные элементы, затем соединяют, происходит процесс *анализа и синтеза*.

Условные рефлексы без подкрепления могут тормозиться, а затем исчезать. Торможение имеет большое значение в обучении и адаптации к окружающей среде. Подобные раздражители могут иметь разные значения для организма и не различать их, может привести к искажению соответствующих реакций. Торможением можно объяснить явление засыпания.

Рассмотрим виды торможения условного рефлекса (рис. 9).

¹ Динамический стереотип — процесс фиксирования и реализации рефлекса в строго определенной последовательности.

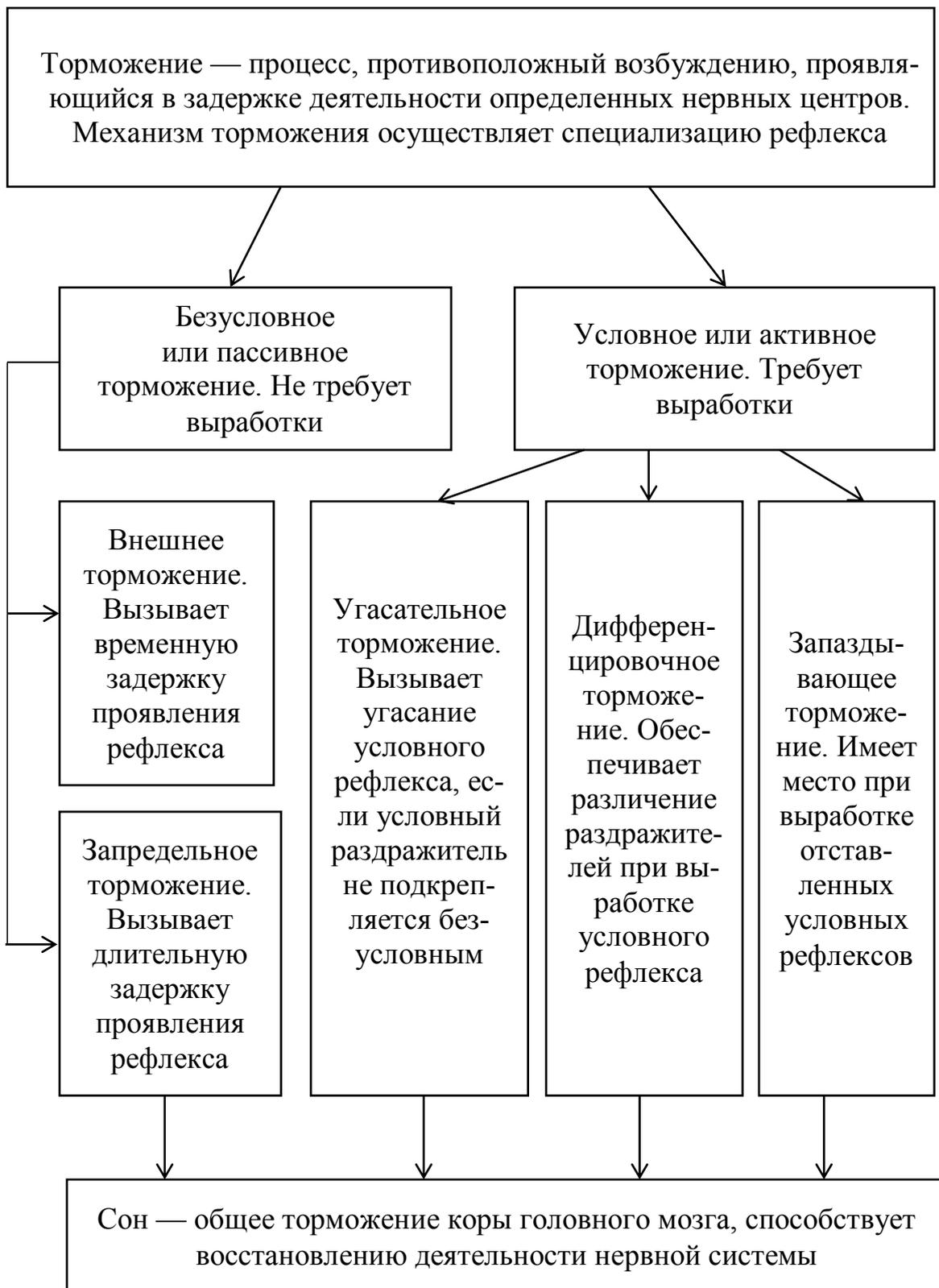


Рис. 9. Виды торможения условного рефлекса

Процессы возбуждения и торможения происходят по определенным законам, из которых наиболее важными являются следующие:

Правило иррадиации заключается в том, что, если состояние возбуждения или торможения возникает в определенном участке ко-

ры головного мозга, он начинает излучать это на соседние участки коры. Излучение возбуждения *вызывает образование условных рефлексов с возникновением временной связи между двумя возбужденными центрами*. Скорость иррадиации условного возбуждения выше скорости его концентрации¹. Возбуждение в коре больших полушарий способно передаваться с одной сенсорной системы на другую (рядом расположенную).

Повышенное иррадирование в головном мозге может вызвать изменения в функционировании высшей нервной деятельности. Например, развитие неврозов.

*Закон взаимной индукции*² процессов возбуждения и торможения заключается в том, что если в учреждении коры головного мозга возникает очаг возбуждения, то активность соседних центров подвергается торможению.

Также возникает явление, обратное: если какой-то центр в коре головного мозга подавляется, то во всех центрах соседних остается *состояние возбуждения*.

Внешнее (безусловное, врожденное) торможение происходит в том случае, когда действию условного стимула будет добавлен новый стимул, а старый вызывает задержку или снижение реакции. Например, звук является обязательным условием слюноотделения у животного. Но вместе с колокольчиком будет зажигаться свет, который для животного становится новым стимулом и как результат вызывает уменьшение слюноотделения.

Оказалось, что сильный очаг возбуждения в зоне коры при образовании условного рефлекса может вызвать его торможение. Например, когда яркий сигнал звонка вызывал у собаки рефлекс слюноотделения, то включение одновременно со звонком и лампочки вызывало торможение слюноотделительного рефлекса. Объясняется это действием *индукционного торможения*³. А. А. Ухтомский называл его сопряженным торможением и видел в нем физиологическую основу для реализации доминирующей деятельности организма.

Согласно И. П. Павлову, посторонний сигнал сопровождается появлением в коре конечного мозга нового очага возбуждения, вне

¹ Концентрация — способность нервных процессов к обратной иррадиации, ведущая к стягиванию их в исходном пункте.

² Под индукцией понимают явление «наведения» одним процессом другого.

³ Индукционное торможение — сильный очаг возбуждения в коре вызывает снижение возбудимости в участках коры больших полушарий.

дуги условного рефлекса (отсюда и название — внешнее торможение). Внешнее торможение *играет приспособительную роль* к условиям среды в экстренной ситуации и способствует переключению на другой вид деятельности.

Постоянный тормоз (вид безусловного торможения) отличается постоянством своего воздействия на тот или иной рефлекс. Например, после плотного обеда тормозится выработка условного рефлекса.

Запредельное (охранительное) торможение характеризуется увеличением силы или времени действия условного стимула, превышающего физиологические возможности. Возникает при действии на корковые структуры сильных стимулов или длительных условных раздражителей. При высокой силе раздражителя возникает опасность разрушения нейронов, ответственных за работоспособность. Запредельное торможение защищает нервные клетки от истощения (охранительное значение), поскольку охраняет нервные клетки головного мозга от израсходования энергетических ресурсов. Развивается, например, при утомлении человека и зависит от функционального состояния человека. К запредельному торможению относят состояние ступора, возникающее под воздействием сильного раздражителя.

Проявление условного торможения зависит от индивидуальных свойств нервной системы: у возбудимых индивидуумов оно вырабатывается труднее и медленнее. Зависит от прочности ранее выработанного условного рефлекса.

*Угасательное торможение*¹ быстрее возникает в структуре мозга — ретикулярной формации, медленнее — в гиппокампе, гипоталамусе, и еще медленнее — в нейронах коры больших полушарий. Угасательное торможение возникает вследствие прекращения подкрепления при выработке условного рефлекса.

Внутреннее торможение возникает, когда условный стимул не усиливается, или интервал времени действия условного раздражителя увеличивается, что приводит к торможению. Данный вид торможения развивается постепенно во внутренних структурах головного мозга. Надо отметить также, что в самой дуге условного рефлекса при определенных условиях внутреннее торможение ориентировано на изменение уже функционирующего условного рефлекса.

¹ Угасательное торможение — это исчезновение условного рефлекса после отмены подкрепления.

К внутреннему виду торможения относят подвиды:

— *Дифференцировочное торможение* — различение характеристик раздражителей, сходных с условным раздражителем, благодаря чему выбирается значимый раздражитель, что и позволяет дифференцировать раздражители внешней среды. Дифференцировочное торможение вырабатывается при дополнительном действии стимула, близкого по характеристикам к условному, без подкрепления.

— *Условный тормоз* — это отсутствие условного рефлекса на условное раздражение, используется в комплексе с новым раздражителем без их подкрепления (на фоне выработанного условного рефлекса возникает новый раздражитель). Например, когда человек прекращает текущую деятельность в результате переключения внимания на новый внезапно появившийся раздражитель. При появлении нового раздражителя возникает торможение действующего условного рефлекса, а новый раздражитель выступает как условный тормоз.

Посторонний раздражитель при действии условного тормоза вызывает растормаживание, что указывает на его отношение к внутреннему торможению.

— *Запаздывательное торможение* возникает через определённое время после воздействия условного раздражителя; при отставлении подкрепления на 1–3 мин относительно действия условного сигнала. Возникновение положительной условной реакции сдвигается к моменту подкрепления.

Условные рефлексы классифицируются:

1. По сложности выработки рефлексов:

- простые (один раздражитель);
- комплексные (несколько раздражителей, например звонок и свет);
- цепные (цепь раздражителей).

2. По разному соотношению во времени условного раздражителя и подкрепления:

— *наличные* — условный раздражитель и безусловное подкрепление действуют одновременно. Формируются на сигналы, являющиеся естественными признаками подкрепляющего раздражителя.

— *совпадающие* — разница во времени действия стимула и подкрепления составляет 1–3 с;

— *отставленные* — разница между действием раздражителя и подкрепления — 30 с;

— *запаздывающие* — разница между действием раздражителя и подкрепления — от 1 до 3 мин;

— следовые — подкрепление наступает после окончания действия раздражителя. Вырабатываются на любой условный раздражитель, после прекращения действия которого через некоторое время опять подкрепляются.

3. *По биологическому значению:*

— пищевые;

— натуральные — образуются на естественные признаки безусловного раздражителя, например, вид или запах пищи. Характеризуются быстротой формирования и большой устойчивостью;

— искусственные — вырабатываются на различные индифферентные сигналы (свет, звук, запах, изменения температуры и др.), не обладают в естественных условиях свойствами раздражителя, вызывающего безусловный рефлекс.

4. *По виду рецепторов:*

— экстерорецептивные (зрительные, слуховые, обонятельные, температурные);

— интерорецептивные — вырабатываются при воздействии стимулов внутренней среды организма, например барорецептивные, проприорецептивные (мышечные), болевые (ноцицептивные).

Экстерорецептивные и интерорецептивные рефлексы могут усиливать или ослаблять друг друга в зависимости от условий среды.

5. *По характеру ответной реакции:*

— вегетативные (дыхательные, сердечно-сосудистые), соматические (двигательные).

6. *По сохранению внутренней среды организма (гомеостаза)¹.*

И. П. Павлов описал два направления изменения поведения:

— габитуация (привыкание) — происходит уменьшение силы рефлекторной реакции при многократном повторении раздражителя;

— сенситизация — усиление силы рефлекторной реакции на действующий раздражитель при воздействии более мощного раздражителя.

7. *По рефлексам:*

— классические (Павлова) — стимул одноразовый. Это следовые рефлексы, рефлексы высшего порядка.

— инструментальные — стимул трудно определить: может быть ситуация жизни, вид целенаправленного поведения человека. Это рефлексы, связанные с жизненной потребностью человека, в которых

¹ Гомеостаз — относительное постоянство состава и свойства внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма (К. Бернар, 1878; У. Кеннон, 1929).

на определенный раздражитель следует движение. Рефлексы типа по-бега, избегания.

10. *По природе условного раздражителя:*

— натуральные (естественные) — формируются на натуральные раздражителя (запах);

— искусственные (лабораторные) — вырабатываются на ин-дифферентный раздражитель (свет).

12. *В зависимости от сигнальной системы различают:*

— условные рефлексы первой сигнальной системы¹;

— условные рефлексы второй сигнальной системы² вырабаты-ваются только у человека.

Основные характеристики проявления условных рефлексов представлены в таблице 7.

Таблица 7

Характеристика условного рефлекса

Характеристика условного рефлекса
Приобретаются после рождения, модифицируются в течение индивидуальной жизни или исчезают
Вырабатываются на базе безусловных рефлексов
С участием воли человека
Индивидуальные отражают индивидуальные особенности
Формируются на основе временной связи между центрами условного и без-условного раздражителя
Формируются с участием коры больших полушарий головного мозга (высших отделов головного мозга), причем требуют целостности коры головного мозга
Не имеют специфического рецептивного поля и специфического раздражителя, т. е. могут образовываться с любого рецептивного поля и на любой раздражитель
Не протекают по строго определенным нервным путям
Не постоянны, могут тормозиться, угасать, если изменяются условия и не под-крепляются
Количество бесконечно
Играют приспособительную роль, что делает поведение наиболее пластичным, имеют сигнальное (предупредительное) значение

Для образования условного рефлекса важно здоровое физиоло-гическое состояние корковых и подкорковых структур головного

¹ Первая сигнальная система — система конкретных непосредственно чувствен-ных образов действительности, фиксируемых мозгом человека и животных.

² Вторая сигнальная система — система обобщенного отражения действитель-ности в виде понятий, содержание которых фиксируется в словах, математиче-ских символах и образах художественных произведений.

мозга, образующих нервный центр возбуждения условного и безусловного раздражителя и отсутствие более сильных внешних раздражителей. Функциональной единицей рефлекса считается рефлекторный путь передачи импульса нервного волокна чувствительного в нервное волокно двигательное.

Динамический стереотип представляется как система условно-рефлекторных связей, сложившихся в головном мозге путем многократного повторения одних и тех же действий в одной и той же последовательности. Динамический стереотип лежит в основе выработки привычек в результате научения и закрепления (положительного или отрицательного). Динамический рефлекс вырабатывается сложно при соблюдении режима труда, приема пищи в одно и то же время, постоянного времени отхода ко сну. Однако если динамический стереотип уже выработался, действия становятся автоматическими и сохраняются на длительное время, становясь основой привычки и трудно поддаются изменению. Индивидуальный опыт приобретается в процессе научения.

Таким образом, функциональной единицей высшей нервной деятельности является *условный рефлекс*, основу которого составляет *временная связь* между различными нейронами в коре головного мозга. Условные рефлексы, приобретенные организмом при жизни, обеспечивают соответствующую реакцию живого организма на изменения в окружающей среде, и на этой основе происходит уравнивание организма со средой. В отличие от безусловных рефлексов, которые обычно осуществляются низшими отделами центральной нервной системы (спинным, продолговатым мозгом, подкорковыми узлами), условные рефлексы у высокоорганизованных животных и у человека осуществляются в основном высшим отделом центральной нервной системы (корой больших полушарий головного мозга).

3.3. Формы научения

Научение — это приспособительная форма поведения путем выработки определенного условного рефлекса. Результат научения зависит от повторения и направлен на адаптацию человека и животных.

Выделяют следующие *формы научения*:

Ассоциативное (факультативное) научение — выработка классического условного рефлекса на более поздних этапах онтогенеза. Определяется результатом контакта организма с внешней средой. При ассоциативном обучении происходит совпадение индифферентного

раздражителя с деятельностью организма. К ассоциативному обучению относят классический условный рефлекс и инструментальный условный рефлекс. Классический — например, кто-то ест определенную пищу, а затем вскоре после этого у него разовьется головная боль, он может научиться ассоциировать эту пищу с головными болями (даже если еда не вызвала головную боль) и не захотеть есть ее снова.

Классическая обусловленность — это процесс, который включает создание ассоциации между естественным стимулом и ранее нейтральным стимулом. При ассоциативном обучении увеличивается количество рецепторов в обучаемом нейроне (рис. 10).

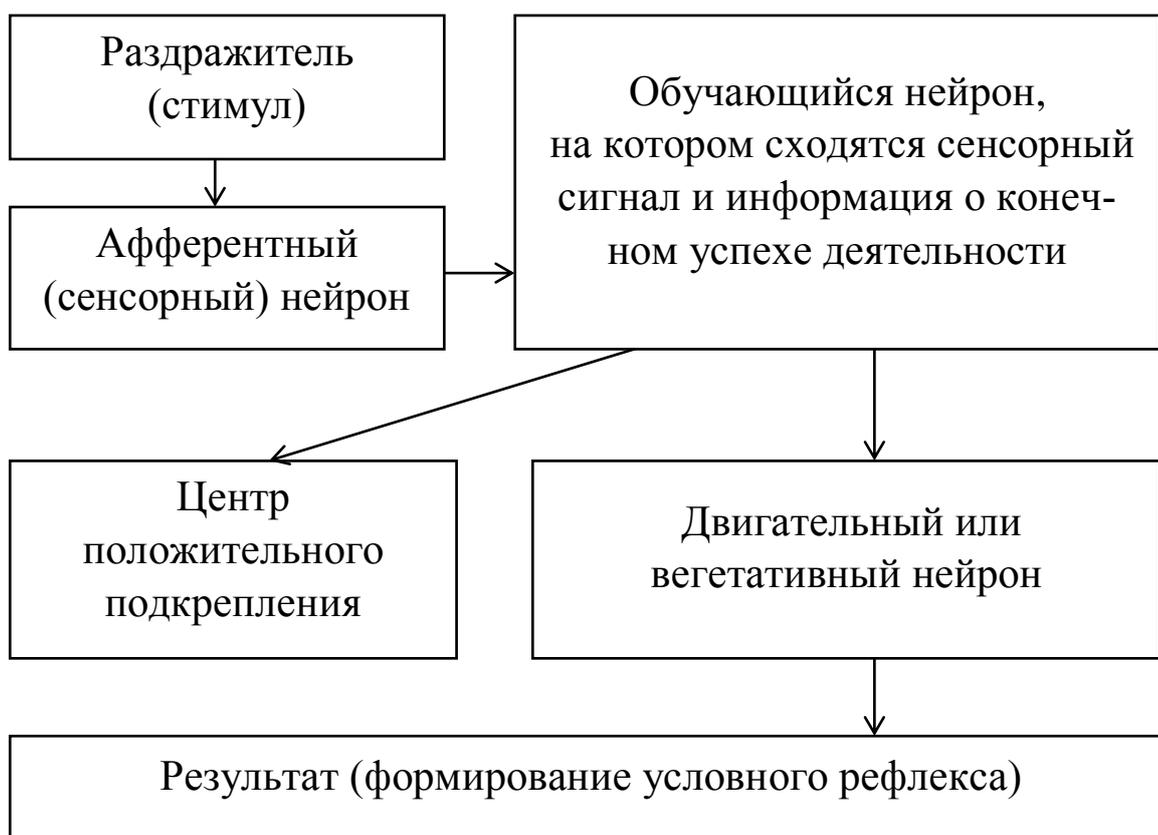


Рис. 10. Стадии при ассоциативном обучении

Научение по механизму импринтинга (запечатления) — представляет собой обучение путем приспособления организма к конкретным условиям его жизни с использованием практически готовых с рождения форм поведения. Особенностью импринтинга является то, что он приурочен к определенному периоду онтогенеза, к какому-то определенному моменту жизни живого организма. Все остальные виды памяти формируются когда угодно. А импринтинг связан с рож-

дением детеныша, половым созреванием или еще с каким-то эмоционально очень значимым событием.

Этот вид научения возник благодаря работам К. Лоренца¹, наблюдавшего за поведением выводковых птиц, следовавших за матерью, и получил название «импринтинг» (запечатление). Его классические исследования посвящены тому, как птенец, цыпленок или гусенок запоминает образ матери. Идет сенсорное запечатление образа родителя; нейроны, которые запомнили, что этот объект является мамой, запускают реакцию детского поведения. К. Лоренц пришел к выводу, что импринтинг необратим, характерен только для определенного периода в онтогенезе.

Неассоциативное (простое, облигатное) научение — может реагировать или не реагировать на раздражитель без связи (без ассоциации), т. е. без совпадения с каким-то сигналом. К данной форме относится сенситизация.

Сенситизация (сенсibiliзация) — суммация важных для организма стимулов при действии неблагоприятного раздражителя, это усиление реакции на повторяющийся стимул. При этом надо учитывать, что временная связь в головном мозге не образуется. Например, жужжание комара становятся неприятными. В данном случае научение представляет собой негативный характер и выражается в соответствующих поведенческих реакциях.

Сенсibiliзация — это усиление неврологической реакции на раздражитель из-за реакции на вторичный раздражитель. Например, если внезапно раздастся громкий звук, человек может вздрогнуть от этого звука. Если вслед за звуком дается толчок, то в следующий раз, когда звук возникнет, человек впоследствии еще сильнее отреагирует на звук. По сути, это преувеличенная реакция испуга, и она часто наблюдается у выживших после травм. Например, звук хлопка автомобиля может показаться ветерану войны выстрелом, и он может в ответ упасть на землю, даже если угрозы нет.

Привыкание (габитуация) — характеризуется ослаблением реакции организма на повторяющийся раздражитель при условии, что он становится второстепенным. Однако при изменении условий данный стимул станет опять важным и реакция возобновится. Другими словами, привыкание — это когда мы учимся не реагировать на раздражи-

¹ Конрад Лоренц (1903–1989) — выдающийся австрийский зоопсихолог, который за свою работу получил в 1970-е гг. Нобелевскую премию.

тель, который постоянно предъявляется без изменений. Поскольку стимул возникает снова и снова (и до тех пор, пока он не связан с какой-либо наградой или наказанием), мы учимся не сосредоточивать на нем внимание. Это форма неассоциативного обучения, не требующая сознательной мотивации или осведомленности. Например, человек, живущий на шумной улице, привыкает к шуму (транспорта).

Угасание ориентировочной реакции является самой распространенной формой научения у человека и животных поскольку позволяет игнорировать стимулы, не несущие никакой новизны, что позволяет акцент сделать на более значимом явлении. Привыкание как приспособительный нервный процесс, помогает нам отличать значимую информацию от фона. Например, животное может испугаться, услышав громкий шум, но, если оно неоднократно подвергается воздействию громких звуков и не испытывает связанных с этим последствий, таких как боль, животное в конечном итоге перестанет пугаться.

Оперантное научение. При оперантном научении приобретение знаний, умений и навыков происходит путем активного поведения. Оперантное поведение (поведение, вызванное оперантным научением) определяется событиями, которые следуют за реакцией, то есть являются следствием. Следствие может изменить стремление личности повторить или отказаться от данного поведения в будущем. Если последствия поведения будут благоприятными для человека, тогда вероятность повторения операнта в будущем увеличивается¹.

Выделяют следующие *виды оперантного научения*:

— *инструментальный условный рефлекс* — научение действию с помощью подкрепления.

Методика образования инструментального условного рефлекса предполагает двигательную реакцию на условный раздражитель, осуществляется под контролем нервных клеток двигательной коры головного мозга (двигательные ядра таламуса), а анализ инструментальной реакции осуществляется в лобной доле. Например, животное получает пищу не просто при включении света, но и при нажатии на выключатель, который становится инструментальной реакцией, а свет — внешний раздражитель. Поведение приводит к вознаграждению. Выработка инструментального условного рефлекса служит основой более быстрого научения при условии доминирующей моти-

¹ Рожков А. А. Психология личности: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Изд-во СПб ун-та МВД России, 2018. С. 52.

вации. Однако эффект научения будет выше, если получим результат, соотносимый с мотивацией и потребностью.

Оперантное обусловливание (или инструментальное обусловливание) фокусируется на использовании подкрепления или наказания для усиления или ослабления поведения. Посредством этого процесса формируется ассоциация между поведением и последствиями такого поведения. Представьте, что дрессировщик пытается научить собаку брать мяч. Когда собака успешно преследует и берет мяч, собака получает похвалу в качестве награды. Когда животное не может подобрать мяч, дрессировщик воздерживается от похвалы. В конце концов, собака формирует ассоциацию между поведением при доставке мяча и получением желаемой награды.

Можно привести пример опыта Скиннера¹, американского психолога. При помещении в клетку Скиннера, где находится светящийся пластмассовый кружок, голубь получает зернышко; если он повернет голову в сторону кружка — он вновь получает зернышко. Через некоторое время голубь начинает стучать по кружку, ожидая получить вознаграждение.

Согласно взглядам Б. Ф. Скиннера каждый человек проходит уникальный путь научения, и поэтому людьми управляют разные подкрепляющие стимулы. Обучение связано с вознаграждением. Блок в режиме демонстрации различных действий выполнения какой-то реакции, которая понравилась и была награждена. Для животного наградой является предоставление ему еды или желаемые ими удовольствия.

— *метод проб и ошибок*. Наиболее показательным примером может служить опыт Э. Торндайка, когда он помещал голодных животных (кошек) в так называемые проблемные клетки, которые открывались в том случае, если кошка предпринимала какие-то определённые действия: тянула за веревку, приподнимала запорный крючок. Когда кошка выходила из клетки, она получала пищу. По мере повторения процедуры выхода из клетки (увеличения проб и ошибок), скорость выполнения задачи возрастала².

¹ Скиннер Беррес Фредерик (1904–1990) американский психолог, автор концепции «оперантного бихевиоризма».

² Физиология человека: учебник /под ред. В. М. Смирнова. — Москва: Медицина, 2002. С. 508.

Научение путем наблюдения:

Свойственно только человеку. При таком обучении выделяют *викарное научение* на наглядных примерах путем наблюдения и подражания.

Инсайт (озарение) — когнитивное научение, основанное на рассудочной деятельности и способности формировать целостное представление об объекте и способность прогнозировать действия. Этот вид научения является следствием объединения опыта, накопленного в памяти, с той информацией, которой располагает индивидум при разрешении проблемы. Например, обезьяна, находящаяся в клетке с недостижимым для нее бананом, сначала пытается достать банан одной палкой, потом такой же другой. Но обе палки оказываются короткими. Решение: из двух палок соорудила одну.

Рассудочная деятельность — когнитивное научение как высшая форма приспособленности к условиям среды, в основе которой лежит прошлый опыт.

Все формы научения базируются на *условном рефлексе* и подкрепляющем *безусловном стимуле*. Приобретенная форма способности к научению в онтогенезе способствует быстрой адаптации к окружающей среде. Условно-рефлекторный механизм лежит в основе любого научения, а обучение становится пластичным.

Чтобы достигнуть положительного результата, человек может использовать *несколько видов научения*. В профессиональной деятельности у людей вырабатываются цепные рефлексы, так называемые *динамические стереотипы*.

У высших животных и у человека условные рефлексы являются теми структурами, из которых строится их высшая нервная (психическая) деятельность. Условные рефлексы, вырабатывающиеся и накапливающиеся в течение жизни организма, — это его знания, опыт, благодаря которым поведение организма становится биологически целесообразным и соответствует условиям его существования.

Таким образом, основы высшей нервной деятельности являются универсальными и им подчиняются высокоорганизованные живые организмы. Врожденные поведенческие реакции связаны с сигналами из окружающей среды и контролируются процессами в ЦНС. В адаптации к условиям окружающей среды играет роль условно-рефлекторное поведение. Особенно сложен процесс формирования приобретенных реакций у человека. В повседневном поведении врожденные и приобретенные формы поведения не существуют изо-

лированно, их совместная деятельность реализуется в едином поведенческом акте. Поэтому стремление понять врожденные основы поведения человека присуще не только физиологам, но и психологам.

Контрольные вопросы:

1. Каков механизм образования условного рефлекса?
2. Назовите формы врожденного поведения.
3. Необходимы ли специальные условия для образования безусловного рефлекса?
4. Что значит положительное и отрицательное подкрепление?
5. В чем суть ассоциативного обучения?
6. Почему с возрастом человека сложнее переучить?
7. Охарактеризуйте неассоциативное научение.
8. Какое значение для человека в жизни играют условные рефлексы?
9. При каких обстоятельствах возникает инсайт у человека?
10. Какие рефлексы относят к витальным?
11. Объясните, какие рефлексы (безусловные или условные) возникают, когда:
 - из теплого помещения выходите на улицу в морозный, ветренный день;
 - ветер навевал песок в глаза;
 - берете ручку, прежде чем писать заметки?
12. Как называется связь между корковыми представлениями безусловного и условного рефлекса?
13. Как называются рефлексы, обеспечивающие сохранение вида?

ТЕМА 4. ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1. Общее понятие о типах высшей нервной деятельности. История учений о темпераменте.

4.2. Теории темперамента.

4.1. Общее понятие о типах высшей нервной деятельности. История учений о темпераменте

Типы высшей нервной деятельности представляют собой набор врожденных (генотипов) и приобретенных (фенотипических) свойств нервной системы, которые определяют природу взаимодействия организма с окружающей средой и отражаются во всех функциях человека.

И. П. Павлов утверждал, что высшая нервная деятельность есть у всех животных, которые обладают нервной системой и осуществляется *высшей нервной деятельностью*, а именно высшим отделом нервной системы. И. П. Павлов выделил свойства нервных процессов, которые образуют конкретные комбинации, формирующие *типы высшей нервной деятельности*. По его мнению, свойства нервных процессов формируют основу темперамента человека.

Тип высшей нервной деятельности является физиологической основой темперамента.

Личность каждого человека наделена только ей присущим сочетанием психологических черт и особенностей, образующих ее индивидуальность, составляющих своеобразие человека, его отличие от других людей. Индивидуальность проявляется в том числе и в чертах темперамента.

Темперамент (лат. temperamentum — соразмерность, устройство) есть психическое проявление типа высшей нервной деятельности. Это динамическая характеристика психики человека, включающая два основных компонента: эмоциональность и общую активность (двигательную и речевую).

Темперамент в структуре индивидуальности — это совокупность формальных, динамических характеристик поведения. При этом имеют в виду прежде всего энергетический уровень поведения: его интенсивность, скорость, темп, а также эмоциональные особенности поведения.

Выделяются три сферы проявления темперамента:

1. *Общая активность* — определяется интенсивностью и объемом взаимодействия человека с окружающей средой (физической и социальной). По этому параметру человек может быть инертным, пассивным, спокойным, инициативным, активным, стремительным.

2. *Особенность моторной сферы* — это проявления темперамента как частные выражения общей активности. К ним относятся темп, быстрота, ритм и общее количество движений.

3. *Эмоциональность* — рассматривается как впечатлительность, чувствительность, импульсивность и т. п.

Таким образом, темперамент — это характеристика индивида со стороны динамических особенностей его психической деятельности, т. е. темпа, быстроты, интенсивности, составляющих эту деятельность психических процессов и состояний.

Исследователи выделяют большое число самых различных *свойств темперамента*, среди которых: импульсивность, тревожность, пластичность, эмоциональная возбудимость, сила эмоций, реактивность и многие другие.

В своем учении И. П. Павлов рассматривал реактивность нервной системы и ее высшего отдела — коры головного мозга, что позволило изучить свойства нервных процессов и типологизировать свойства нервной системы:

— *сила процессов возбуждения и торможения* — работоспособность нервных клеток коры головного мозга, определяющая длительность процессов возбуждения и торможения;

— *уравновешенность процессов возбуждения и торможения* — соотношение процессов возбуждения и торможения по силе;

— *подвижность процессов возбуждения и торможения* — это способность корковых клеток в зависимости от условий переходить в состояние возбуждения или торможения. Подвижность рассматривается как скорость передачи нервного импульса и отсюда показатель инертности или лабильности (подвижности).

В эксперименте на животных (собаках) были выделены *4 типа высшей нервной деятельности*:

1. Животное сильное и неуравновешенное («безудержный тип»).
2. Животное сильное, уравновешенное, подвижное («живой тип»).
3. Животное сильное, уравновешенное, инертное («спокойный тип»).
4. Животное слабое («оранжерейный тип»).

Впервые учение о темпераменте возникло в учениях Гиппократа¹ (V в. до н. э.), который объяснял течение одной и той же болезни у разных людей за счет соотношения разного состояния «соков тела» в организме человека. К сокам он относил: кровь, слизь, желчь, черную желчь. Согласно данному учению были *определены типы темперамента*:

- сангвинический (от лат. *sanguis* — кровь);
- холерический (от лат. *chole* — желчь);
- флегматический (от лат. *phlegma* — мокрота, слизь);
- меланхолический (от греч. *melanos* + *chole* — черная желчь).

Смешиваясь в каждом человеке в определенных пропорциях, они составляют его *темперамент*. Конкретное наименование каждый темперамент получил по названию той жидкости, которая якобы преобладает в организме.

Аристотель (382–322 гг. до н. э.) рассматривал темперамент человека с позиции способности крови к свертыванию. Так, если человек находился в состоянии гнева, то его кровь свертывалась сильнее.

Согласно теории П. Ф. Лесгафта², характеристика темперамента зависит от метаболизма организма, который, в свою очередь, зависит от системы кровообращения. Толщина кровеносных сосудов определяет скорость кровотока: чем быстрее эта скорость, тем выше возбудимость организма.

4.2. Теории темперамента

Различают два типа высшей нервной деятельности: слабый тип высшей нервной деятельности и сильный тип высшей нервной деятельности, в основе которых лежат генетически запрограммированные и приобретенные свойства нервной системы.

И. П. Павлов выделил *3 основных свойства нервной системы*: силу нервных процессов³, уравновешенность⁴ и подвижность возбуди-

¹ Гиппократ (460–377 до н. э.) — древнегреческий врач, основатель медицины.

² Лесгафт П. Ф. (1837–1909) — российский физиолог; сформулировал теорию о темпераменте.

³ Сила нервных процессов — работоспособность корковых клеток, которая определяется длительностью нервного напряжения, выражающегося в процессах возбуждения и торможения.

⁴ Уравновешенность нервных процессов — это соотношение процессов возбуждения и торможения по их силе.

тельного и тормозного процессов¹. Сочетание различных свойств нервной системы с позиции комбинаций И. П. Павлова характеризуется как:

1. *Безудержный* (холерик). Сильный, уравновешенный. Человек сильно раздражается и медленно успокаивается. Это человек, нервная система которого определяется преобладанием возбуждения над торможением, вследствие чего он реагирует очень быстро, часто не обдуманно, не успевает затормозить, сдержаться, проявляет нетерпение, порывистость, резкость движений, вспыльчивость, необузданность, несдержанность. Неуравновешенность его нервной системы предопределяет цикличность в смене его активности и бодрости: увлекшись каким-либо делом, он страстно, с полной отдачей работает, но сил хватает ненадолго, и, как только они истощаются, проявляется раздраженное состояние, упадок сил. Холерик очень активный, он лидер. Быстро выполняет свою работу.

Холерику необходимо учиться слушать и понимать собеседника, научиться отдыхать и контролировать свой гнев.

2. *Инертный* (флегматик). Сильный, уравновешенный, инертный. Процессы возбуждения и торможения сильные, с плохой подвижностью. Человек с трудом переключается с одного вида деятельности на другой. Человек с сильной уравновешенной нервной системой, эмоции проявляются замедленно, обладает высокой работоспособностью. Хорошо сопротивляется сильным и продолжительным раздражителям, но не способен быстро реагировать в новых условиях. Прочно усваивает новую информацию, не способен отказаться от выработанных навыков, привычек, стереотипов. Настроение ровное и при небольших неприятностях остается внешне спокойным.

Флегматик малоэмоционален. Речь и движения замедленные. Отличается выдержкой, терпеливостью, самообладанием.

3. *Живой* (сангвиник). Сильный, уравновешенный, подвижный. Процессы торможения и возбуждения в нервной системе с хорошей подвижностью. Человек с сильной, уравновешенной, подвижной нервной системой, обладает быстрой скоростью реакции. Его поступки обдуманны, жизнерадостный, способен сопротивляться трудностям жизни. Подвижность его нервной системы обуславливает изменчивость чувств, привязанностей, интересов. Показывает высокую адаптацию к новым условиям. Это общительный человек, легко об-

¹ Подвижность нервных процессов — это способность нервных клеток в различных условиях существования быстро переходить из состояния возбуждения в процесс торможения и наоборот.

щается с новыми людьми, имеет широкий круг знакомств. В стрессовой ситуации проявляет «реакцию льва», обдуманно защищает себя.

4. *Слабый* (меланхолик). Слабый. Возбуждение и торможение слабые. Адаптивная реакция организма на условия внешней среды очень плохая. Человек со слабой нервной системой. Обладает повышенной чувствительностью даже к слабым реагентам (раздражителям), что приводит к быстрому утомлению и падению работоспособности. Настроение изменчиво. Однако по внешнему виду определить не всегда удастся, мимика также невыразительна. Обладает художественными и интеллектуальными способностями, богато воображение.

Четыре основных типа темперамента — это четыре типа поведения. Содержательная сторона личности связана с характером¹.

По мнению И. П. Павлова, наиболее предпочтительными являются темперамент сангвиника и флегматика. Менее приспособлен к жизни темперамент холерика из-за отсутствия у него уравновешенности процессов возбуждения и торможения. Низкая работоспособность (выносливость) нервной системы характеризует меланхолика.

Несмотря на простоту и внешнюю стройность, классификация И. П. Павлова скрывала глубокие противоречия, в связи с чем Б. М. Теплов и В. Д. Небылицын выступали против оценочной характеристики темпераментов и подчеркивали, что в зависимости от характера и типа выполняемой деятельности преимущество могут иметь самые разные типы темпераментов и индивидуальные качества человека. В своих работах они показали, что сама структура нервной системы как нейродинамических измерений темперамента более сложная, поскольку число основных комбинаций этих систем и их свойств гораздо больше.

Дальнейшие исследования, проведенные в школе Б. М. Теплова и В. Д. Небылицына, показали, что необходим принципиально другой подход к изучению биологических основ темперамента. По их мнению, прежде всего следовало бы *сосредоточиться не на изучении типов, как предполагал И. П. Павлов, а на исследовании отдельных свойств нервной системы.*

¹ Характер представляет собой устойчивое сочетание психических свойств человека, в которых выражается его отношение к окружающему, способы поведения и реагирования. Характер — это единство индивидуального и типического, потому что в каждом симптомокомплексе свойств характера имеются свои особенные подструктуры с их неповторимыми взаимоотношениями.

Исследования Б. М. Теплова и В. Д. Небылицына показали, что, только зная свойства нервной системы, их количество и устойчивые вариации, можно будет установить возможную структурную организацию (тип) темперамента, что сила нервной системы зависит от реакции на воздействия раздражителей: чем более сильная нервная система, тем с большей силой она реагирует, а слабая нервная система более слабее воздействует на стимулы.

Подробно изучив свойства нервной системы с позиции учения И. П. Павлова, Б. М. Теплов и В. Д. Небылицын выделили еще такие свойства нервной системы, как «динамичность», «лабильность».

Под свойствами нервной системы они понимали ее природные, врожденные особенности.

Динамичность характеризуется скоростью образования положительных и отрицательных условных рефлексов.

Лабильность характеризуется скоростью возникновения и прекращения нервного процесса.

Первое и наиболее подробно изученное свойство — это сила нервной системы по отношению к возбуждению. Основной, определяющий признак этого свойства — способность нервной системы выдерживать, не обнаруживая запредельного торможения, длительное или часто повторяемое возбуждение.

Вторым свойством нервной системы следует считать силу ее по отношению к торможению. Основной признак этого свойства проявляется в способности нервной системы выдерживать длительное или часто повторяемое действие тормозного раздражителя.

Итак, согласно Б. М. Теплову, можно наметить следующую *структуру свойств нервной системы*:

1. Сила (выносливость).
2. Динамичность (легкость генерации нервного процесса).
3. Подвижность (скорость модификации знаков раздражителей).
4. Лабильность (скорость возникновения и прекращения нервного процесса).

XIX — начало XX в. темперамент рассматривался учеными как связь между телосложением и свойствами.

Э. Кречмер — создатель конституциональной теории, выделил с помощью антропометрических измерений четыре конституционных типа телосложения.

1. *Лептосоматик* (греч. leptos — хрупкий, soma — тело) характеризуется такими признаками как узкие плечи, вытянутое лицо, длинные худые ноги.

2. *Пикник* (греч. pyknon — толстый, плотный). К пикникам относятся люди, обладающие большой полнотой, животом, круглой головой и маленькой плотной шеей.

3. *Атлетик* (греч. athlon — борьба, схватка). Атлетиков отличает сильная мускулатура, широкие плечи. Они будто сошли с классического описания фигуры человека Леонардо да Винчи.

4. *Диспластик* (греч. dys — плохо, plastos — плохо сформированный). Диспластиков как бы обидела природа — у них бесформенное неправильное строение тела.

Э. Кречмер выделил соответствующие *типы темпераментов*:

1. *Шизотимики* имеют астеническое телосложение. У них, как видно из самого названия, предрасположенность к заболеванию шизофренией. Шизотимики аутистичны, т. е. погружены в себя, замкнуты, плохо приспосабливаются к окружению. Установки их характера ригидны, проявляют склонность к чрезмерной абстракции (шизофрения).

2. *Циклотимики* обладают преимущественно крупным телосложением. Они по темпераменту являют собой контраст шизотимикам. Общительны, реалистично смотрят на мир, имеют резкие перепады в настроении (маниакальный депрессивный психоз).

3. *Иксотимики*, им присуще атлетическое телосложение, предрасположены к эпилепсии. Они мало впечатлительны, зацикливаются на мелочах; имеют сдержанную жестикуляцию (эпилепсия).

В 1940 г. в США приобрела популярность концепция *темперамента У. Шелдона*. Согласно его концепции темперамент человека определяется *его структурой тела*, и у каждого человека имеется группа свойств, сочетание которых и определяет темперамент:

— *эндоморфизм* (висцеротоник) — активный, веселый, преобладающее развитие жировой ткани на внутренних органах, слабое мешковатое телосложение;

— *мезоморфизм* (соматотоник) — выносливый, энергичный, психически устойчивый, развитость мышечной ткани, сильное крепкое тело;

— *экторморфизм* (церебротоник) — легкая возбудимость, чувствительность нервной системы, хрупкое телосложение, слабая мускулатура, длинные руки и ноги.

У. Шелдон считает, что у каждого человека имеются все три группы названных свойств (физических и психических). Различия же между людьми определяются преобладанием тех или иных свойств, относящихся к этим группам.

К свойствам темперамента *В. С. Мерлин относит:*

1. *Эмоциональную возбудимость*, под которой понимается скорость возникновения различных эмоциональных состояний. Эмоциональная устойчивость рассматривается как способность длительное время сохранять эмоциональное состояние.

2. *Силу эмоции*, которая характеризуется скоростью привлечения внимания к чему-либо, вызванному возбудимостью эмоционального состояния.

3. *Активность* — степень волевого усилия, прилагаемого человеком для преодоления трудностей.

4. *Реактивность* — скорость возникновения реакции на стимулы.

5. *Ригидность* — неизменность, стереотипность.

6. *Резистентность* — сопротивляемость организма неблагоприятным факторам.

7. *Сензитивность* — чувствительность к раздражителю минимальной силы.

В. С. Мерлин также отмечает, что эти свойства могут изменяться в течение жизни, но их соотношение остается неизменным, инвариантным¹.

Отличаются взгляды М. В. Русалова, который свойствам темперамента дает следующие характеристики:

1. Наследуемость, врожденность свойств темперамента.

2. Раннее проявление.

3. Свойства темперамента могут проявляться как у человека, так и животного.

4. Темперамент устойчив в течение жизни.

5. Темперамент мало подвержен обучению и воспитанию.

6. Проявляется во многих сферах поведения и деятельности человека:

— в психомоторной сфере — речь, походка, движения, мимика;

— в интеллектуальной сфере — скорость и гибкость мышления, находчивость, скорость заучивания;

¹ Мерлин В. С. Проблемы экспериментальной психологии личности. Пермь, 1970. — 160 с.

— в коммуникативной сфере — скорость общения;
— в эмоциональной сфере — скорость возникновения эмоций,
глубина переживаний.

Английский ученый Г. Айзенк в результате диагностики мозговой деятельности человека выделил показатели черт личности, которые важно учитывать при характеристике:

1. Экстраверт — лидер, веселый, беззаботный, коммуникабельный, отзывчивый, дружелюбный.

2. Интроверт — спокойный, уравновешенный, контролируемый, внимательный, необщительный, миролюбивый.

3. Эмоциональная стабильность (нейротизм) — быстро меняется настроение, тревожный, замкнутый, некоммуникабельный.

4. Эмоциональная нестабильность (психотизм) — беспокойный, возбудимый, импульсивный.

Согласно Г. Айзенку прослеживается связь между выраженностью выделенных им факторов и свойствами нервной системы, выделенными И. П. Павловым.

Личностный опросник Г. Айзенка ориентирован на оценку базисных свойств личности (экстраверт и интроверт), что позволяет определить тип высшей нервной деятельности у человека.

Темперамент проявляется у человека в процессе его деятельности (учебной, профессиональной) и находится под воздействием различных факторов, определяющих уровень нервно-психического напряжения (например, оценка деятельности, ожидание контроля деятельности, ускорение темпа работы, дисциплинарные воздействия и т. п.).

Поскольку любая деятельность предъявляет определенные требования, то нет темпераментов, идеально пригодных для всех видов деятельности. Таким образом, существуют определенные требования, при выполнении человеком определенного вида деятельности, так называемый профессиональный отбор.

Профессиональный отбор состоит в том, чтобы не допустить к определенному виду деятельности лиц, не обладающих определенными свойствами темперамента. Осуществляется профессиональный отбор для профессий, предъявляющих повышенные требования к свойствам личности (например, профотбор сотрудников ОВД).

Таким образом, *темперамент характеризует то, как мы действуем, а не то, что делаем*. Свойства его не могут быть положительными или отрицательными, они не определяют ценности человека. Знание темперамента и врожденных особенностей организации

нервной системы позволит выстроить оптимальную стратегию поведения с людьми разного темперамента.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается психодинамический аспект темперамента?
2. Назовите типы темперамента по классификации И. П. Павлова.
3. Раскройте суть конституционной типологии.
4. Что относится к свойствам темперамента?
5. Какие методы позволяют определить тип нервной системы?
6. Какова связь между темпераментом и типом нервной системы?
7. Какие методики используют в исследованиях высшей нервной деятельности на людях?
8. В чем заключается суть концепции Г. Айзенка?
9. Раскройте классификацию типов о высшей нервной деятельности по Гиппократу.
10. Назовите перечень свойств темперамента с позиции В. С. Мерлина.
11. Какое свойство нервной системы отличает холерика от флегматика?
12. Интерпретируйте личностные факторы, предложенные Г. Айзеком.
13. Назовите ученого, чья концепция относится к морфологическому типу темперамента?

ТЕМА 5. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПАМЯТИ

5.1. Память как свойство центральной нервной системы воспринимать, хранить и воспроизводить информацию.

5.2. Виды памяти.

5.1. Память как свойство центральной нервной системы воспринимать, хранить и воспроизводить информацию

Важнейшим свойством центральной нервной системы (ЦНС) является способность хранить полученный опыт таким образом, чтобы можно было его воспроизводить при необходимости. Такая способность получила название «*память*».

Память (от греч. *μνητε*) — это совокупность взаимосвязанных нервных процессов, протекающих в коре головного мозга, направленных на сохранение прошлого опыта в целях использования его в дальнейшей деятельности (способность приобретать, сохранять и воспроизводить в сознании информацию о ранее воздействующем событии).

Этапы памяти:

- 1) формирование энграммы возбуждения;
- 2) выделение поступившей информации;
- 3) запоминание (консолидация следов памяти);
- 4) хранение;
- 5) воспроизведение.

Процесс памяти включает запоминание информации (в аспекте физиологии процесс запоминания рассматривается как образование возбуждения в коре головного мозга. Возбуждение передается к нейронам, расположенным в коре или гипоталамусе). Различают произвольное запоминание, при котором не требуется волевых усилий, т. е. запоминается произвольно. В учебной деятельности чаще необходимо прилагать определенные усилия для достижения поставленной цели. В данной ситуации важно научиться организовать запоминание учебного материала. *Запоминание* связано с повторением, что позволяет сохранить информацию на более длительное время. Физиологической основой запоминания с позиции И. П. Павлова считается образование временной связи. Запоминание осуществляется с участием *гиппокампа* и *медиальной височной доли* коры головного мозга.

Сохранение информации, удержание заученного в памяти, обеспечивается за счет нейронных связей в коре головного мозга, а имен-

но: за временное сохранение памяти отвечает височная доля коры больших полушарий и гиппокамп. *Миндалина* участвует в сохранении эмоциональной памяти. Нейрохимические процессы во время сохранения информации сопровождаются синтезом нейропептидов.

В нейрофизиологических исследованиях было установлено, что наша память зависит от белков. В опытах практически на всех животных путем блокады синтеза белка было показано, что кратковременная память образуется, а долговременная не образуется. Если мы обучим чему-то животное или человека и заблокируем синтез белков на два-три часа, то по окончании этого срока окажется, что он ничего не помнит. То есть новые белки должны синтезироваться для того, чтобы у нас сформировалась и сохранилась какая-то память. Но проблема в том, что время жизни белков — дни, в крайнем случае недели, и только некоторые белки живут чуть дольше. 98 % всех белков за 3–4 дня разлагаются и замещаются новыми. Их синтез идет постоянно. То есть если где-то память закодирована какими-то молекулами, то все они распадаются через несколько дней. А как мы знаем, наша память хранится годами и десятилетиями. При исследовании молекулярных механизмов работы этой белковой системы вдруг оказалось, что именно эти молекулы способны к самовоспроизведению. То есть если эти молекулы в каком-то количестве появились в каком-то конкретном месте нервной системы, то это увеличенное их количество именно в этом месте и сохраняется. Эти молекулы обладают способностью самовоспроизводить это увеличенное количество. В каком-то смысле этот процесс и есть поддержание памяти.

Кратковременная память связана с обеспечением решения текущих задач, к примеру, надо запомнить номер телефона, который нам только что сказали, и позвонить по нему, после чего его можно забыть, либо выполнить в уме умножение двузначных чисел, удерживая промежуточные результаты. В этой системе, которая обладает ограничениями не только на время хранения, но и на объем, информация, если ее не повторять, хранится где-то до 30 сек. Зато если мы будем повторять что-то, мы можем удерживать это бесконечно долго, пока не перестанем это делать или пока информация не перейдет в другую подсистему, соответствующую следующему виду памяти — долговременной, где информация может храниться бесконечно долго, и вообще не доказано, что она оттуда когда бы то ни было исчезает или стирается. Н. П. Бехтерева отметила, что «хотя существуют зоны

мозга, имеющие тесную связь с процессами памяти, данные записи физиологических показателей мозга и его электрической стимуляции свидетельствуют об организации по распределённому принципу... Создаётся впечатление не просто о системном характере организации памяти, а о множестве систем, обеспечивающих различные виды и различные фазы для каждой памяти, имеющие общие для всех и различные для каждой из них звенья»¹.

Человеческий мозг способен сохранять очень много информации. Однако, по мнению ученых, в долговременную память переходит только 1 % информации.

Переход информации в долговременную память протекает в несколько этапов:

Кратковременная память переходит в *промежуточную* память (хранит информацию от нескольких минут до нескольких часов), а далее переходит в *долговременную* память (может храниться в течение жизни, помогая организму в повседневной жизни и изменяющихся условиях окружающей среды), обеспечивается благодаря *гиппокампу*. Именно *долговременная память* играет важную роль в воспроизведении информации. Процесс перехода в долговременную память связан с синаптической перестройкой, с синтезом новых белковых молекул. В исследованиях были получены данные, что при разрушении гиппокампа сохраняется память о прошлом, а исчезает память на информацию, полученную в данный момент времени. Человек просто не может запомнить и обработать поступающую информацию (ретроантероградная амнезия). Для обеспечения устойчивости долговременной памяти должен поддерживаться синтез каждого специального нейропептида. Они обнаруживаются в окончаниях аксонов нейронов одновременно с медиаторами, образуя нейропептид-спутник.

Забывание — это естественный и необходимый процесс (исчезновение, выпадение из памяти, т. е. процесс угасания, ликвидации, «стирания» следов, торможение² связей. Забывание не относится к разрушению энграммы³, которая формируется в процессе обучения.

¹ Бехтерева Н. П. Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека. — Ленинград: Наука, 2008. С. 135.

² Торможение — это процесс, заключающийся в подавлении образовавшейся активности в нервной системе.

³ Энграмма — след памяти, сформированный в процессе обучения.

Термин «энграмма» предложил Дж. Янг, зоолог. Энграммы конкретизируются всякий раз, когда человек извлекает информацию из различных областей коры больших полушарий. Во время припоминания миндалина и гиппокамп заново активируют нейроны тех участков коры, куда вначале поступала информация, необходимая для воспроизведения.

По мнению Н. П. Бехтеревой, разрушение определенных структур головного мозга приводит к нарушению этапов памяти (запоминания, сохранения, воспроизведения). К примеру, при нарушении в работе лобных долей коры головного мозга наблюдается нарушение в организации движения¹.

Память связана с обучением. Например, за сохранение результатов обучения отвечает мозжечок. Между процессами сохранения и забывания должен быть баланс, так как преобладание одного из них может вызвать серьезные нарушения в реакциях человека. Забывание позволяет освободить центры головного мозга, тем самым предохраняет организм от избыточной информации.

Информационная составляющая запоминания зависит:

1. От вида сенсорного канала для поступления информации (зрительный, слуховой, тактильный, двигательный).

2. От волевой регуляции памяти.

3. От эмоционального состояния (обеспечивается содержанием моноаминов, контролируется миндалиной);

4. От содержания медиаторов (лат. mediator — посредник, синоним — нейромедиаторы):

— *дофамин, серотонин* дает положительное подкрепление на получение приятной информации, увеличение внимания к получаемой информации;

— *норадреналин* ускоряет обучение и запоминание при отрицательном эмоциональном подкреплении;

— *ацетилхолин* играет роль в организации кратковременной памяти.

6. От содержания гормонов:

— *адренокортикотропного гормона (АКТГ)*, который вырабатывается в гипофизе и способствует запоминанию информации.

¹ См.: Бехтерева Н. П. Здоровый и больной мозг человека / под ред. С. В. Медведева. — Москва: АСТ; Санкт-Петербург: Сова; Владимир: ВКТ, 2010. — 399 с.

— *окситоцина*, который снижает когнитивные способности, нарушает сохранение полученных навыков;

— *вазопрессина*, который закрепляет энграммы (в опытах на животных, у которых экспериментально разрушали работу гипофиза и следовательно выработку вазопрессина, наблюдалось снижение памяти);

7. От изменения белкового метаболизма (обучение способствует экспрессии генов, обеспечивающих синтез белков):

(Двухфазная модель синтеза белка как основа долговременной памяти была предложена Э. Глосманом в 1969 г. Согласно данной модели, белок 1, синтезируемый во время обучения, активирует специфические гены, кодирующие РНК. РНК определяет, в свою очередь, синтез белка 2, который участвует в консолидации памяти благодаря упрочнению синаптических связей¹).

— *явление обратной транскрипции²*, благодаря чему обеспечивается синтез клеточных структур, ответственных за сохранение новых нейронных путей;

— *ретикулярная формация* (ствол мозга) выполняет роль фильтра и пропускает только ту информацию, которая является важной и новой.

Таким образом, механизмы памяти можно рассматривать как процесс образования нервных связей, как процесс изменения состава нуклеиновых кислот. С позиции психологии в основе механизма памяти лежат характер деятельности человека.

¹ Соколов Е. Н. Нейронные механизмы памяти и обучения. — Москва: Наука, 1981. С. 40.

² Транскрипция — синтез ДНК на матрице РНК.

5.2. Виды памяти

Существуют различные виды памяти (табл. 8).

Таблица 8

Виды памяти

Виды памяти	Характеристика
Непроизвольная память	Не ставится цель на запоминание информации
Произвольная память	Ориентирована на осознание запоминания информации
Сенсорная память (зрительная, слуховая, тактильная, вкусовая, обонятельная, моторная)	Память функционирует независимо от воли человека и зависит от функционального состояния человека. Для различных сенсорных систем характерен свой срок сохранения памяти. Слуховая память — запоминание и воспроизведение акустических образов. Зрительная память связана с сохранением и воспроизведением зрительных образов. Тактильная память — это память на ощущения, прикосновения. Обонятельная и вкусовая ориентированы на удовлетворение потребностей (биологических, самосохранения). Моторная память — это запоминание, сохранение и воспроизведение движений.
Двигательная (кинетическая) память	Запоминание и сохранение, воспроизведение многообразных сложных движений (трудовых, спортивных), двигательных умений и навыков
Эмоциональная память	Проявляется в человеческих взаимоотношениях: то, что вызывает у человека эмоциональные переживания, запоминается им без особого труда и на длительный срок (приятные события более прочно откладываются в памяти, чем неприятные). Например, знакомая мелодия может улучшить настроение
Логическая память (словесно-логическая — семантическая)	Связана с запоминанием информации с использованием логических ассоциаций, слов. Словесно-логическая память связана со второй сигнальной системой, запоминается содержание информации, принадлежит только человеку. Связана с запоминанием информации с использованием цепи ассоциаций, сравнений, с запоминанием смысловых характеристик понятий

Виды памяти	Характеристика
Иконическая память (мгновенная)	Механизм кратковременной памяти предполагает циркуляцию нервных импульсов по замкнутым нейронным цепям. Сенсорный канал поступления информации. Время хранения 0,1–05 с. Это первый уровень запоминания информации, связана с сенсорными процессами
Кратковременная память (электрофизиологическая, оперативная)	Объем памяти сохранения единиц элементов составляет $7+(-)2$. Время хранения информации до 10 мин. Кратковременная память будет держаться долго, если в этот момент не думать ни о чем другом
Промежуточная память (консолидация памяти)	Процесс перевода информации из кратковременной памяти в долговременную. Хранение информации осуществляется до 4 ч
Долговременная память	Данный вид памяти включает большой объем информации, которая спустя 60 с переводится в долговременную память. Гиппокамп обеспечивает перевод информации из кратковременной в долговременную за счет образования новых синапсов. Долговременная память также содержит серию отдельных и различающихся систем, несмотря на то, что все они включены в хранение информации на более продолжительное время, чем рабочая память. В долговременной памяти существует основное различие между тем, что называют эксплицитной (декларативной) памятью, и тем, что называют имплицитной (недекларативной) памятью
Оперативная память	Сохранение информации в течение определенного, заранее заданного срока (от нескольких секунд до нескольких дней). После решения поставленной задачи информация может исчезнуть из оперативной памяти
Генотипическая память	Связана с проявлением безусловных рефлексов, импринтинга. ДНК и РНК являются носителями генетической памяти
Фенотипическая память	Формирует процесс научения
Иммунологическая память	Способность иммунной системы: лимфоцитам, продуцирующим в вилочковой железе и костном мозге, узнавать и противостоять чужеродным веществам (вирусам, бактериям)

Виды памяти	Характеристика
Нейрологическая (нервная) память	Обеспечивает обработку и хранение информации о реакции организма на действие событий окружающего мира: чем больше эмоций человек получит, тем быстрее запомнит информацию. Обеспечивает индивидуальные формы приспособлений к окружающей среде
Эксплицитная (осознанная, декларативная память)	Сохраняет четко сформулированную информацию. Представлена двумя видами: — эпизодическая (индивидуальная для каждого индивида), — семантическая (смысловая). Декларативная память — это то, что мы обычно понимаем под воспоминанием, что вчера кого-то встретили, или под воспоминанием, что столица России — это Москва. Эксплицитную (декларативную) систему можно разделить на две широкие категории. Первая называется эпизодической памятью, которая способна непосредственно вспоминать и распознавать определенные эпизоды и события, произошедшие в прошлом. Например, они относятся к воспоминаниям прошлогоднего отпуска или к воспоминанию, что ел на завтрак сегодня. Все это позволяет помнить определенные события
Имплицитная память	Сохраняет последовательность действий при обучении разным навыкам и не всегда может быть описана словами.
Недекларативная память	Включает использование сохраненной информации для выполнения более неявных задач в отличие от активного воспоминания
Произвольная память	Специально что-то учим или пытаемся запомнить номер телефона и т. д.
Непроизвольная память	Если цели запомнить нет, а мы все равно запоминаем информацию
Опосредованная память	С использованием, например, мнемотехники для запоминания

С позиции И. П. Ашмарина «способность живых организмов сохранять, закреплять и воспроизводить изменения функционального состояния при действии стимулов относится к биологической памяти»¹.

¹ Ашмарин И. П., Бородкин Ю. С. Механизмы памяти. — Ленинград: Наука, 1987. С. 147.

Конечно же, память явление очень многообразное, можно выделить множество ее видов, но для этого тоже нужны определенные основания для классификации. Самое напрашивающееся основание для выделения видов памяти — это тот материал, который мы запоминаем. Память лежит в основе обучения. Эффективность обучения зависит от нейромедиаторов: серотонина, норадреналина. Изучение процессов запоминания учебной информации используется педагогическими работниками для получения высокого показателя учебного результата.

Таким образом, память для живых организмов важна в жизнедеятельности (адаптация к окружающей среде, защитные реакции), а для человека важна в процессе мыслительной деятельности.

Контрольные вопросы:

1. Каким образом осуществляется модуляция нейронов рабочей памяти дофаминергической системой?
2. Что обозначает термин «энграмма»?
3. Что является носителем генетической памяти?
4. Какая структура мозга участвует в процессе консолидации памяти, связывая память с эмоциями?
5. Какие области коры головного мозга ответственны за сохранение зрительной информации?
6. Дайте характеристику процедурной и декларативной памяти.
7. Какова роль миндалина в запечатлении в памяти эмоциональных событий?
8. Какие элементы включает память?
9. Назовите структуры головного мозга, которые отвечают:
 - за перевод информации из кратковременной памяти в долговременную;
 - за формирование эмоциональной памяти;
 - за место хранения долговременной памяти.
10. Какова роль норадреналина, ацетилхолина в механизме памяти?
11. Какие структуры головного мозга функционально связаны с памятью?
12. Объясните процесс, при котором память сохраняется надолго.
13. Какие структуры мозга ответственны за закрепление энграмм?

ТЕМА 6. ФИЗИОЛОГИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ, МОТИВАЦИЙ, ЭМОЦИЙ

6.1. Потребности, их детерминация, классификация и возможности исследования.

6.2. Мотивация, функциональная структура и физиологическая модель.

6.3. Мотивация как доминанта при формировании и организации поведения.

6.4. Эмоции.

6.1. Потребности, их детерминация, классификация и возможности исследования

Потребности¹ представляют тот фундамент, на котором строятся все поведение и вся психическая деятельность человека. Потребность — это физиологическое явление высшей нервной деятельности, которое представляет собой форму связи организма с внешней средой. Это источник активности человека. Все формы поведения человека и животных имеют определенный мотив, т. е. направлены на удовлетворение потребностей. Представление о потребности как источнике активности самого организма является одной из главных детерминант поведения. Активность поведения обусловлена наличием потребностей. Потребность обозначает детерминанты психического состояния индивида, отражающие испытываемую им нужду в объектах, необходимых для его существования и развития, и выступающие источником его активности.

Единой классификации потребностей не существует. Рассмотрим классификацию по П. В. Симонову.

Выделяют *три группы исходных первичных потребностей*:

1. *Витальные (биологические)*, направленные на сохранение целостности организма. Базовым уровнем считается изменение гомеостаза или гормонального фона организма. Определяют формирование таких форм поведения, как пищевое, питьевое, оборонительное, регуляция цикла «сон — бодрствование».

Неудовлетворение биологической потребности может привести к гибели особи.

¹ Потребности — нужда, которая периодически возникает и требует удовлетворения.

Биологическая потребность связана с изменением гомеостаза. Это может быть изменение химического состава крови, изменение давления, изменение концентрации $C_6H_{12}O_6$ (глюкозы). Актуализация любой потребности связана с возникновением определенных изменений во внутренней среде организма. Известно, что появление потребности в пище наиболее часто возникает за счет нехватки глюкозы и как следствие необходимость восстановить уровень глюкозы в крови, т. е. изменение постоянства внутренней среды вызывает потребность, а потребность инициирует мотивационное поведение для ее удовлетворения. Представленный пример можно выразить в виде двух путей достижения биологических потребностей (рис. 11).

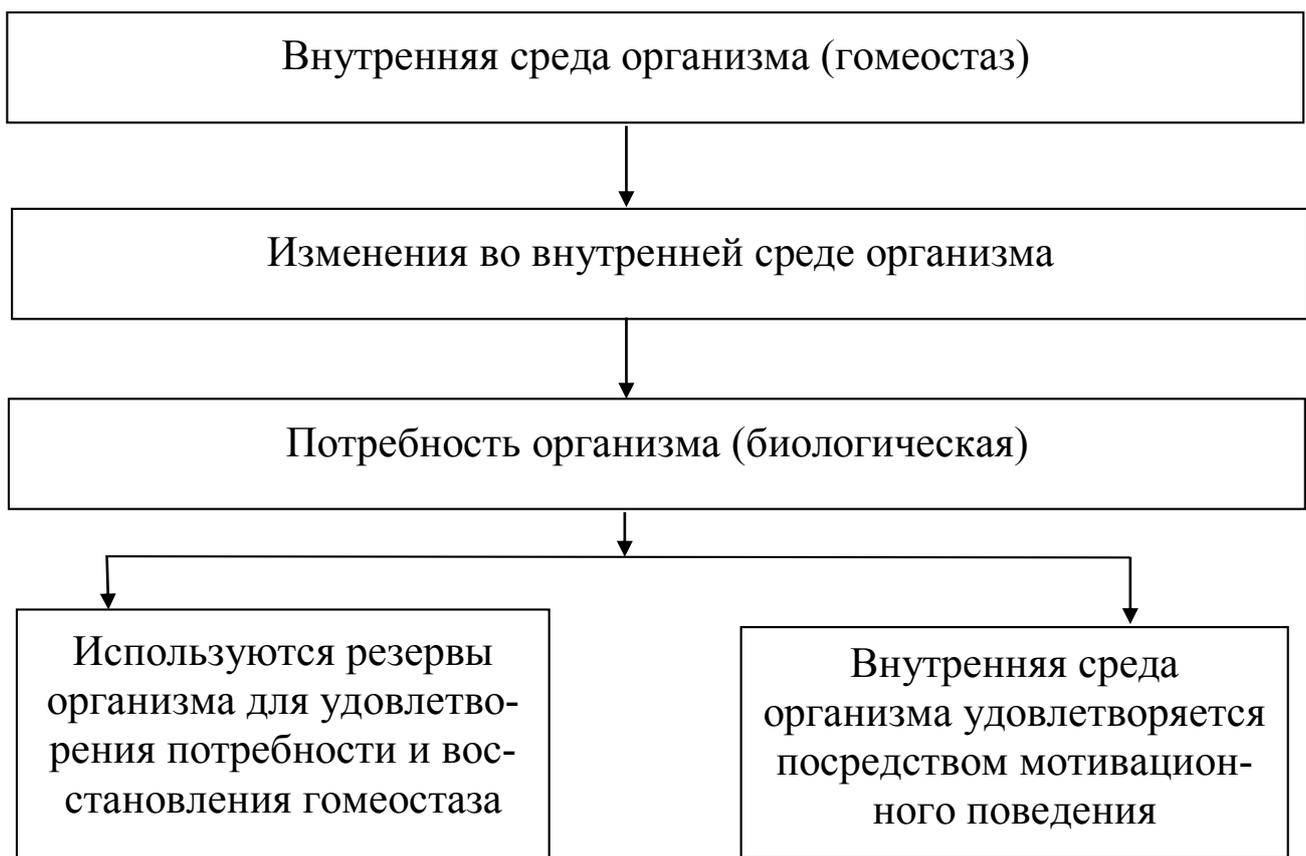


Рис. 11. Механизм образования биологической потребности

2. *Социальные потребности* — стремление принадлежать к определенной группе. Реализуются социальные потребности через взаимодействие с другими особями, например, направленными на реализацию профессиональных способностей, на получение должной оценки со стороны общества. Потребность в уважении как необходимость быть признанным и востребованным, обладать авторитетом, успехом.

Важной социальной потребностью считается потребность следовать нравственным и эстетическим нормам, принятым в обществе.

Физиология высшей нервной деятельности подходит к определению природы и состава социальных и идеальных потребностей, опираясь на представления о существовании врожденной безусловно-рефлекторной основы поведения, имеющей универсальный характер и проявляющейся в поведении как высших животных, так и человека.

3. Идеальные потребности — потребность в новизне, потребность в компетентности. Это потребности, ориентированные на саморазвитие личности. Стремление обогатить внутренний мир, приобрести к ценностям культуры. Форма поведения — ориентировочно-исследовательская.

Классификация потребностей основывается на типе деятельности, которые и приводят к их удовлетворению.

Социальные и идеальные потребности относят к вторичным потребностям.

Следует различать потребности и ценности человека (табл. 9)

Таблица 9

Потребности и ценности

Потребность	Ценность
Бессознательный психологический конструкт, выражающий материальную или духовную нужду индивида или группы в реальных или идеальных предметах, способных эту нужду удовлетворить	Социально-экономическая, морально-этическая или политическая форма, обозначенная словом, которая наполняется потребностями конкретной личности
Индивидуальна в своем личностном и групповом проявлении	Формальный общественный феномен
Указывает на в различной степени неудовлетворенную нужду человека, всегда конкретна	Обобщение, выраженное словом для того, чтобы им мог воспользоваться любой человек, универсально
Никогда не осознается	Сознательная социальная форма, которую всегда можно выразить словом
Реально движет поведением индивида	Оправдывает человеческие поступки

Потребности далеко не всегда преобразуются в мотивационные возбуждения, в то же время без должного мотивационного возбуждения невозможно удовлетворение соответствующих потребностей. Во многих жизненных ситуациях имеющаяся потребность по

тем или иным причинам не сопровождается мотивационным побуждением к действию.

Общие образовательные потребности — это потребности всех людей. Это типы потребностей, которые состоят из необходимого обучения для личного развития и социализации. Следовательно, они выражены в рамках обычной учебной программы.

6.2. Мотивация, функциональная структура и физиологическая модель

Мотивация в переводе с латинского «*movēre*» означает «двигать», «побуждать к действию». Проблеме мотиваций принадлежит ведущее место в исследованиях работы головного мозга. Мотивация почти всегда порождается потребностью. Это связано с тем, что сложные целенаправленные формы поведения возникают на основе специфических внутренних состояний, обусловленных возникновением той или иной потребности организма (в воде, пище). Различают низшие (инстинктивные) и высшие (приобретаются в процессе жизни) мотивации. Такие состояния, инициирующие достижения во внешней среде конкретных объектов, были названы И. П. Павловым «влечениями организма». Мотивация есть осознанная потребность.

Мотивацию можно определить как процесс, который инициирует, направляет и поддерживает поведение, направленное на достижение цели или удовлетворение потребности. Если потребность касается биологических потребностей (концентрация сахара в крови, жажда, голод), то следует рассматривать механизм перехода потребности в мотивации с учетом гомеостатических процессов в организме. Это сила, которая заставляет нас действовать и позволяет нам идти вперед даже в сложных ситуациях: выпить стакан воды, когда хочется пить, заниматься всю ночь, чтобы сдать долгожданный экзамен по вождению, или упорно тренироваться, чтобы стать лучшим.

Различают фазы мотивации:

1. Фаза формирования мотивационного состояния, которая направлена на поиск объекта и как результат — возникновение мотивационного возбуждения. Данная фаза инициирует запуск второй фазы.

2. Фаза запуска и реализации специализированного целенаправленного поведения (фаза поиска путей реализации потребности).

Структуры головного мозга, отвечающие за биологические мотивации, такие как жажда, голод, созревают к моменту рождения.

Позже созревают области головного мозга, ответственные за половые и родительские мотивации.

Мотивация как психофизиологический процесс под действием внешних или внутренних факторов стимулирует людей к действию в целях удовлетворения существующей потребности. Установлено, что раздражение некоторых областей мозга может вызвать у животного мотивационно окрашенные состояния. Данные состояния на животных можно изучать методами экспериментальной нейрофизиологии.

Целью мотивации является удовлетворение различных потребностей:

— первичных (низших): потребности в пище, воде и отдыхе.

— вторичных (высших): мотивации, которые приобретаются в течение жизни. Например, достижение уровня престижа или статуса. Мотивация есть стимул, который заставляет человека упорно работать, добиваться поставленных целей. Также можно сказать, что именно мотивация — это то, что формирует многие аспекты человеческого поведения, отвечающие за совершение тех или иных поступков.

Рассмотрим различные *типы* мотивации, а также различные источники мотивации, которые побуждают нас совершать определенные действия.

1. *Внешняя мотивация.* Под внешней мотивацией понимается тот факт, что стимулы приходят извне к личности и вне ее деятельности. Внешняя мотивация не связана с содержанием определённой деятельности, но обусловлена внешними по отношению к субъекту обстоятельствами. Внешняя мотивация основана не на удовлетворении выполнением цепочки действий, составляющих то, что мы делаем, а на вознаграждении, которое только косвенно связано с ней, как если бы это был побочный продукт. Например, человек может очень много учиться из-за общественного признания, которое дает ему хорошая работа после окончания учебы.

2. *Внутренняя мотивация.* Внутренняя мотивация относится к мотивации, связанной не с внешними обстоятельствами, а с самим содержанием деятельности человека. К примеру, стремлением к самореализации и личностному росту. Например, человек посещает спортивную тренировку для удовольствия, потому что занимается своим любимым видом спорта.

3. *Положительная мотивация.* Мотивация, основанная на положительных стимулах, называется положительной. Позитивная мотивация

вация относится к процессу, с помощью которого человек инициирует или поддерживает приверженность к поведению благодаря получению положительного вознаграждения, внешнего или внутреннего (за удовольствие от деятельности).

4. *Отрицательная мотивация.* Мотивация, основанная на отрицательных стимулах, называется отрицательной. Отрицательная мотивация относится к процессу, с помощью которого человек инициирует поведение или остается привязанным к нему, чтобы избежать неприятных последствий, как внешних (наказание, унижение и т. д.), так и внутренних (избегает чувства разочарования или неудачи).

Классификация мотиваций в зависимости от вида потребностей (по П. Миллеру):

1. Регуляторные мотивации (направлены на сохранение гомеостаза):

- пищевая,
- питьевая,
- терморегуляторная.

2. Нерегуляторные мотивации (направлены на сохранение вида и воспроизведение потомства):

- половая,
- родительская,
- оборонительная,
- познавательная.

Классификация мотиваций, различающихся по силе и содержанию:

1. Энергетическая зависит от силы напряжения.

2. Направляющая, связанная с удовлетворением потребности напрямую.

3. Низшие (биологические — голод, жажда, ярость, страх; инстинктивные) определяются генетической формой поведения.

4. Высшие (социальные) приобретаются в индивидуальной жизнедеятельности.

По причине многообразия различных потребностей одновременно происходит выстраивание потребностей по *принципу доминанты*¹.

¹ Доминанта — это функциональное объединение нервных центров, очаг повышенной возбудимости, создающий скрытую возможность организма к определенному виду деятельности при одновременном торможении посторонних рефлекторных актов.

Все виды мотиваций находятся под контролем вегетативной нервной системы¹, что выражается в физиологических реакциях организма (увеличение частоты сердечных сокращений, возникают сосудистые реакции), изменяется биоэлектрическая активность коры головного мозга.

Если мотивацию рассматривать с позиции инициации поведения, то феномен понятия «мотивация» рассматривается как физиологический механизм активирования, хранящихся в памяти следов (энграмм) тех внешних стимулов, которые способны удовлетворить имеющиеся у организма потребности тех действий, которые способны привести к ее удовлетворению.

Мотивация в этом случае обуславливает наличие определенной цели и объясняет целенаправленный характер поведения во всем разнообразии психофизиологических проявлений.

6.3. Мотивация как доминанта при формировании и организации поведения

В силу многообразия потребностей нередко они сосуществуют одновременно, побуждая человека к различным стилям поведения. Например, могут остро конкурировать потребность безопасности (страх) и потребность защитить свое потомство (родительский инстинкт). Именно поэтому нередко происходит своеобразная «борьба» мотиваций и выстраивание их иерархии. В определенный момент времени доминирует та или иная мотивация, становясь ведущей.

Мотивирующее возбуждение, которое реализуется в поведении, получило название *доминирующей мотивации*.

В формировании мотиваций и их иерархической смене ведущую роль играет *принцип доминанты*, сформулированный А. А. Ухтомским в 1911 г.² Согласно принципу доминанты в каждый момент времени доминирует та мотивация, в основе которой лежит наиболее важная биологическая потребность. Сила потребности, т. е. величина отклонения физиологических констант или концентрации соответствующих гормональных факторов, получает свое отражение в величине мотивационного возбуждения в структуре *лимбической системы*

¹ Вегетативная (автономная нервная система) регулирует работу внутренних органов, стенок сосудов, обмен веществ, обеспечивает гомеостаз.

² Ухтомский Алексей Алексеевич (1875–1942) — физиолог, создатель учения о доминанте.

и определяет его *доминантный характер*. Кортиковые и лимбические структуры оказывают для каждого вида мотиваций специфические влияния на гипоталамус, вызывая нейрогуморальную регуляцию. Ведущая мотивация подчиняет себе все другие.

А. А. Ухтомский охарактеризовал *доминантный очаг*:

1. Повышенная возбудимость.
2. Стойкость (застойный характер) возбуждения.
3. Способность к суммации возбуждения (возбуждения, возникающие в отдаленных участках нервной системы, притягиваются, стекаются в доминантный очаг, усиливая возбуждение в нем).
4. Инерция — способность удерживать и продолжать раз начавшееся возбуждение, даже если первоначальный стимул уже не действует¹.

При формировании доминирующего поведения внутреннее состояние организма и внешние стимулы могут приходиться в столкновение. Таким образом, мотивационное возбуждение, которое становится доминирующим, определяет, какое поведение будет реализовано в данный момент. Динамика может формироваться в любом отделе центральной нервной системы и на любом ее уровне. Формирование доминанты происходит при участии многих структур нервной системы. Вначале внешние и внутренние стимулы активируют мотивационные структуры гипоталамуса, которые в свою очередь активируют гиппокамп и передние отделы коры больших полушарий головного мозга.

В физиологическом смысле состояние доминанты характеризуется определенным уровнем возбудимости центральных структур, обеспечивающих их высокую отзывчивость и «впечатлительность» к разнообразным воздействиям. Избирательное возбуждение одних структур сочетается с торможением. В этом проявляется принцип А. А. Ухтомского (рис. 12).

¹ См.: Ковалева А. В. Указ. соч.

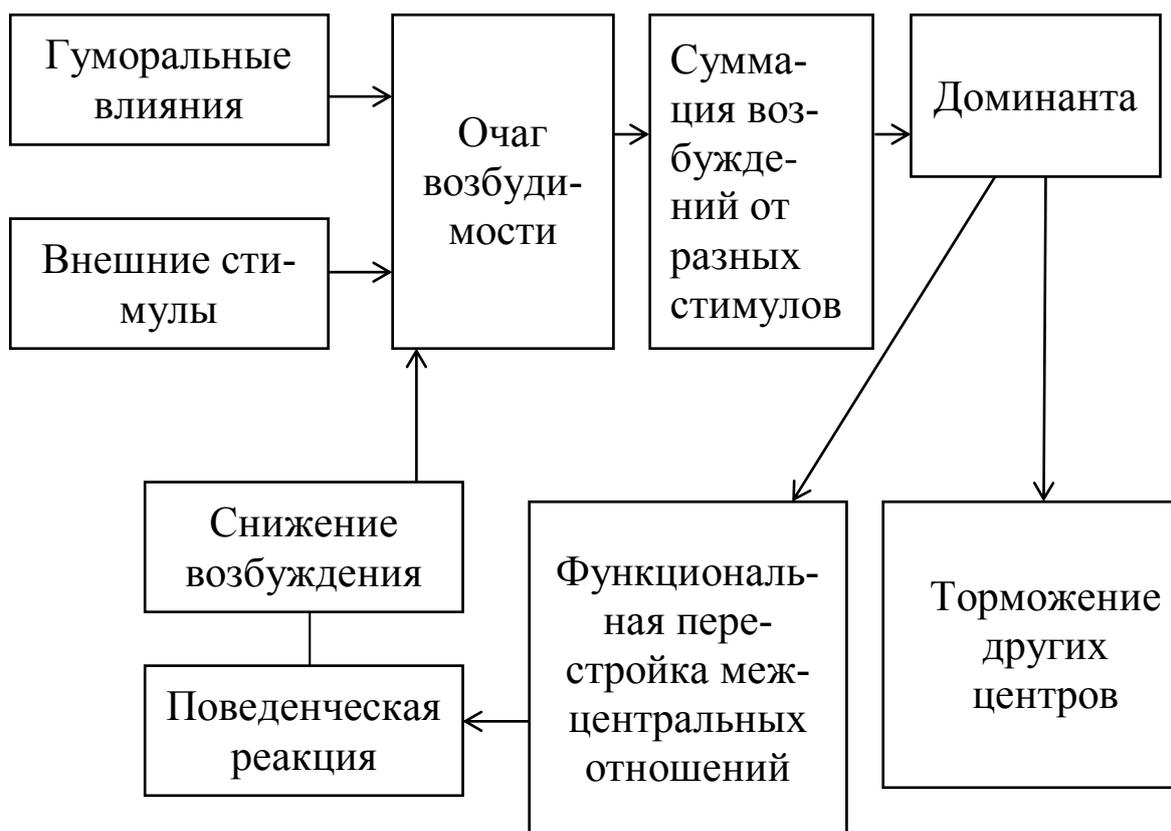


Рис. 12. Схема формирования доминанты

Доминирующее мотивационное возбуждение, побуждающее к определенному целенаправленному поведению, сохраняется до тех пор, пока не будет удовлетворена вызвавшая его потребность. При этом все посторонние раздражители только усиливают мотивацию, а одновременно с этим все другие виды деятельности подавляются. Однако в *экстремальных ситуациях* доминирующая мотивация обладает способностью *трансформировать свою направленность*, а, следовательно, и реорганизовывать целостный поведенческий акт, благодаря чему организм оказывается способным достигать новых, неадекватных исходной потребности результатов целенаправленной деятельности. Например, доминанта, созданная страхом, в исключительных случаях может превратиться в свою противоположность — доминанту ярости.

Психоэмоциональные реакции человека неразрывно связаны с физиологией. Нейромедиатор *дофамин* вырабатывается нашим организмом в момент поощрения или достижения какой-то цели. И в этот момент человек получает удовольствие и удовлетворение.

Мотивация контролируется симпатической нервной системой (повышается частота сердечных сокращений, повышается артериальное давление).

Свойства доминирующей мотивации:

1. Доминирующая мотивация существенно изменяет свойства нейронов коры головного мозга, повышая их чувствительность к различным раздражителям.

2. Доминирующая мотивация специфически отражается в рисунке межимпульсных интервалов у отдельных нейронов мозга.

3. Доминирующая мотивация существенно повышает чувствительность периферических рецепторов. Так, при половых мотивациях активируются рецепторы половых органов.

4. Доминирующая мотивация извлекает опыт, ранее накопленный по удовлетворению такой же мотивации.

Таким образом, мотивация — это нейрогормональный психофизиологический процесс, суть и цель которого заключается в максимальном удовлетворении всех потребностей человека. Формирование потребности является основой деятельности людей, стимулом к совершению тех или иных действий. Удовлетворение потребностей — важный компонент человеческого счастья.

6.4. Эмоции

Эмоции составляют неотъемлемую часть человеческого состояния, поскольку, сталкиваясь с различными объектами, они могут вызывать определенное отношение: симпатию, отвращение, безразличие или, наоборот, любопытство. Эмоции воздействуют на человека различными путями. Это одна из важных, если не важнейшая часть любой нервной системы, в связи с чем одна и та же эмоция по-разному влияет на людей.

Эмоции (от лат. *emoveo, emovere* — потрясать, волновать) — реакция организма на внешние и внутренние раздражители. Эмоции — это субъективное отношение человека к окружающей среде, поведению других людей.

П. В. Симонов определяет эмоции как «отражение мозгом какой-либо актуальной потребности и вероятности ее удовлетворения, оцениваемой на основе врожденного и ранее приобретенного индивидуального опыта»¹.

¹ Симонов П. В. Эмоциональный мозг. — Москва: Наука, 1981. С. 56.

С физиологической позиции эмоции рассматриваются как состояние специализированных структур головного мозга, регулирующих поведенческие реакции организма под воздействием внешних или внутренних стимулов. Импульсы от внешних воздействий, поступая в головной мозг, формируют два потока, один из которых направляется в соответствующие зоны коры мозга. Там осознаются смысл и значение данных импульсов, в результате чего формируется вся картина восприятия. Другой поток направляется в подкорковые образования (в частности, в гипоталамо-гипофизарную систему), где устанавливается отношение этих воздействий к базовым потребностям организма, что субъективно переживается в виде эмоций. Эмоции сопровождаются вегетативными проявлениями в организме. К таким проявлениям относятся: изменение глубины и частоты дыхания, изменение голосовых проявлений, изменения со стороны желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), изменение частоты сердечных сокращений (ЧСС), усиление потоотделения, изменение дыхания.

При диагностике эмоционального состояния используются: электрическая активность кожи (ЭАК), электроэнцефалографические показатели эмоционального напряжения.

Эмоциогенной структурой мозга считается лимбическая система, включающая:

- гипоталамус,
- передневентральное ядро таламуса,
- маммиллярные тела,
- поясную извилину,
- гиппокамп,
- ретикулярную формацию (продолговатый отдел мозга),
- лимбико-ретикулярный комплекс среднего мозга.

Формирование эмоций зависит от нейромедиаторов, содержащихся в разных структурах головного мозга.

Лимбическая система обуславливает главным образом эмоциональный настрой человека и побуждения к действию (мотивации, эмоции), а также процессы научения.

Гипоталамус является главной структурой, формирующей биологические потребности и эмоции, реализует подкрепляющую функцию эмоций.

Миндалина височной доли обеспечивает выделение доминирующей мотивации и играет решающую роль в выборе поведения.

В таблице 10 названы структуры мозга, содержащие определенное количество нейромедиаторов. Важно также понимать психофизиологическое воздействие нейромедиаторов на проявление психических процессов. Например, проявление эмоций зависит от количества серотонина.

Таблица 10

**Количество нейромедиаторов в подкорковых структурах мкг/г
(Тернер А. Я., 2001)¹**

Структура головного мозга	Норадреналин	Дофамин	Серотонин	Гистамин
Миндалина	0,21	0,6	0,26	-
Хвостатое ядро	0,009	3,5	0,33	0,5
Черная субстанция	0,21	0,9	0,55	-
Гипоталамус	1,25	0,8	0,29	2,5
Таламус	0,13	0,3	0,26	0,4
Бледный шар	0,15	0,5	0,23	0,6
Скорлупа	0,12	3,7	0,32	0,7

Субстратом для суммации негативных эмоций могут являться «круги» в лимбической системе, способные обеспечивать длительную циркуляцию эмоционального возбуждения отрицательного знака в структурах, таких как перегородка, миндалина, гипоталамус, гиппокамп, большой круг гиппокампа (круг Пейпеца). На рисунке 13 представлены кольцевые нейронные связи, объединяющие разные структуры. Круг Пейпеца, начинающийся от гиппокампа, далее промежуточный мозг через мамиллярные тела направляется к передним ядрам таламуса, а от них в поясную извилину и через парагиппокамповую извилину обратно к гиппокампу. Этот круг играет значимую роль в формировании эмоций, памяти. Круг Б от миндалины к гипоталамусу (мамиллярным телам), а от мамиллярных тел к среднему мозгу и обратно к миндалине, что играет роль в формировании агрессивно-оборонительных, пищевых и сексуальных реакций.

¹ Таблица взята из: Кривошеков С. Г., Айзман Р. И. Психофизиология: учебное пособие. — Москва: ИНФРА-М, 2021. С. 168.

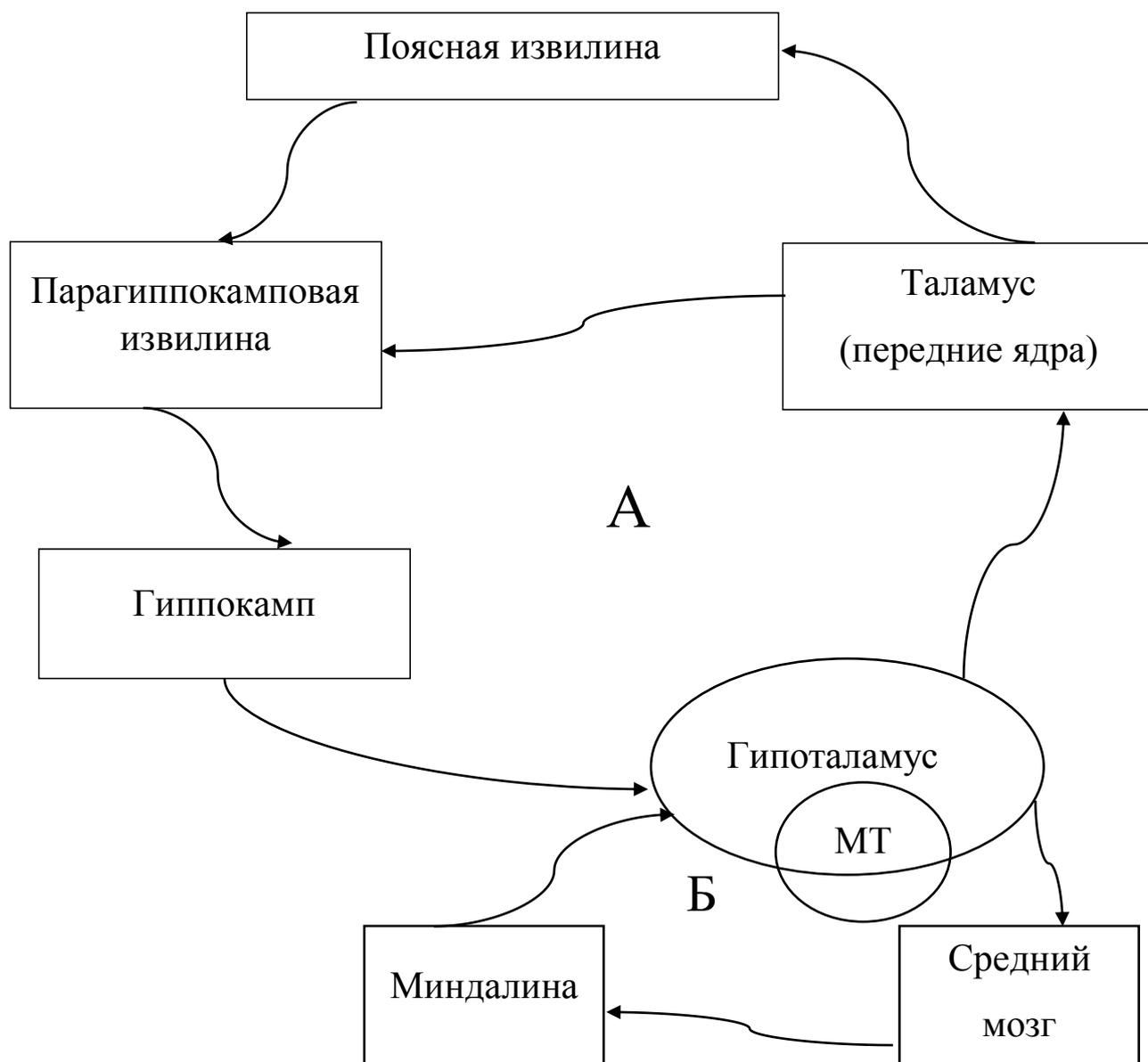


Рис. 13. *Нейроанатомия эмоций*¹
 А — *звук Пейпеца*; Б — *круг через миндалину*;
 МТ — *мамиллярные тела*

При повреждении *гиппокампа* уменьшается эмоциональность, снижаются нервные процессы, увеличивается порог эмоциональной реакции. *Поясная извилина* находится на внутренней поверхности больших полушарий и считается координатором различных систем мозга, вовлекаемых в формирование эмоций. Помимо этого данная зона помогает *ассоциативной лобной коре* тогда, когда мы реализуем длинные программы, и позволяет оценить успех или неудачу очередного этапа сформированной *поведенческой программы*. И каждый

¹ Рисунок взят из: Смирнов В. М. Физиология человека: учебник. С. 136.

раз, когда удачно проходит очередной этап программы, в поясной извилине генерируются *положительные эмоции*, а лобная кора узнает, что программу стоит продолжать. А если какой-то этап пошел не очень хорошо, то поясная извилина генерирует *отрицательные эмоции*, а лобная кора, главный координатор, должна обдумать ситуацию, стоит ли продолжать такую программу, или стоит ее изменить, или стоит вообще от нее отказаться.

Важную роль в проявлении эмоций играет *гипоталамус*. Это центр эндокринной регуляции, центр вегетативной регуляции организма, центр мотиваций (голода, жажды), это очень мощный и очень небольшой по размеру отдел мозга (порядка 150 ядер на расстоянии около 1 см друг от друга). Он очень важен для генерации эмоциональных и мотивационных состояний. Эмоции и мотивации взаимосвязаны.

Дальнейший выход на периферический уровень осуществляется при помощи *гормональной регуляции* (гипоталамус-пейсмейкер гуморальной регуляции), поскольку в нем выделяется ряд ключевых гормонов, которые, как камертон, задают тон практически всем остальным железам внутренней секреции. Там же, в гипоталамусе, находится центр вегетативной, т. е. неосознанной нервной регуляции процессов организма. Поэтому эмоции распространяются и влияют на все функции организма.

Эмоция как особое внутреннее состояние и субъективное переживание выполняет функцию *оценки* обстоятельств ситуации. Сигналы, вызывающие эмоции, отражаются в определенных структурах мозга и от уровня активации этих структур возникает *эмоциональное состояние*. Ряд исследователей рассматривает эмоциональное состояние через общие свойства нервной системы и темперамент (Б. А. Вяткин, С. Л. Макаренко, В. Д. Небылицын, Б. М. Теплов)¹.

В. И. Чирков указывает на следующие компоненты в психологических состояниях:

- настроение,
- оценка вероятности успеха,
- мотивация (уровень ее),
- отношение к работе (деятельности)².

¹ Вяткин Б. А. Темперамент, стресс и успешность деятельности спортсмена в соревнованиях // Стресс и тревога в спорте. — Москва, 1983. С. 56.

² Чирков В. И. Изучение факторной структуры субъективного компонента функциональных состояний // Проблемы инженерной психологии: тезисы 6-й всесоюзной конференции по инженерной психологии. Вып. 2 / под ред. Б. Ф. Ломова. — Ленинград, 1984. С. 236–237.

Эмоциональное состояние трактуется как готовность к активным действиям, что проявляется на физиологическом уровне, сопровождающемся изменением в симпатической или парасимпатической автономной нервной системе. Однако было обнаружено влияние эмоциональных состояний и на успешность запоминания, так называемый механизм эмоционального обучения¹.

Мозг устроен как две системы: быстрая и медленная. Быстрая — это есть эмоции. Мы принимаем тысячи решений в день, и большая часть из них — результат работы первой, эмоциональной системы (вторая — тот самый символический интеллект). Эти решения настолько быстры, что мы их даже не воспринимаем как труд, как реальное принятие решения. Это уже просто состояние.

Эмоциональное состояние складывается из множества факторов. Некоторые факторы нервного напряжения поддаются сознательному контролю и управлению, выполняя тот или иной вид деятельности. Каждый вид деятельности в психологии принято рассматривать не как абстрактную категорию, а через призму ее предмета². Более высокие результаты активной деятельности человека могут достигаться при участии дофаминергических систем головного мозга³. «Стэнли Шехтер, автор двухфакторной теории эмоций предположил, что мы ощущаем не конкретные телесные реакции, такие как комок в горле или дрожь в коленях, а общее состояние возбуждения. Это состояние возбуждения может быть вызвано любым событием или приемом какого-то препарата. Но в зависимости от того, какой объект находится рядом с нами, мы будем идентифицировать свою эмоцию по-разному. Если это привлекательный объект, мы сочтем, что испытываем симпатию. Если угрожающий — сочтем, что испытываем страх или гнев, если угроза не очень велика»⁴.

Влияние эмоций на психику и поведение рассматривал П. К. Анохин, который считал, что «эмоциональные переживания закрепились в эволюции как механизм, удерживающий жизненные процессы в оптимальных границах и предупреждающий разруши-

¹ Александров Ю. И. Психофизиология: учебник. — Санкт-Петербург: Питер, 2016. — 463 с.

² Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. — Санкт-Петербург: Питер, 2010. — 678 с.

³ Дофаминергические нейроны локализованы в основном в области промежуточного и среднего мозга.

⁴ Иваницкий А. М. Синтез информации в ключевых отделах коры как основа субъективных переживаний // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 1997. Т. 47. Вып. 2. С. 209–225.

тельный характер недостатка или избытка жизненно значимых факторов. Положительные эмоции появляются тогда, когда представления о будущем полезном результате, извлеченные из памяти, совпадают с результатом поведенческого акта»¹.

Связь эмоциональной устойчивости с надежностью профессиональной деятельности описывают В. А. Плахтиенко и Ю. М. Блудов «через понимание эмоциональной устойчивости как характеристики темперамента, позволяющего надежно выполнять целевые задачи деятельности за счет оптимального использования резервов нервно-психической эмоциональной энергии. В состоянии покоя мы мыслим стереотипно. В состоянии напряжения память, интеллект напряжены»².

Виды эмоций:

1. *Отрицательные*, в основе которых лежат неприятные чувства, недовольство как собой, так и окружающими, и выражаются в виде гнева, обиды или страха. Недостаток в получении информации о чем-либо также может стать причиной отрицательной эмоции. Опасность длительных отрицательных эмоций состоит в их особенности суммироваться.

2. *Положительные*, в основе которых лежат приятные чувства, выражающиеся в форме радости. Положительные эмоции не суммируются. Однако они усиливают потребности в отличие от отрицательных, которые снижают их силу.

3. *Стенические (положительные или отрицательные)*, способствующие увеличению работоспособности (умственной и физической) человека.

4. *Астенические*, наоборот, понижающие работоспособность (умственную и физическую).

5. *Чувства (настроение) — эмоции*, возникающие на основе потребностей (витальных, социальных). Это устойчивые эмоциональные состояния — настроение.

6. *Аффекты* — сильные краткосрочные переживания, сопровождаемые изменениями со стороны вегетативной нервной системы. А. Н. Леонтьев писал: «В результате аффекта, характеризующегося ситуацией, из которой, в сущности, уже поздно искать выход, создается своеобразное настораживание по отношению к возбуждающей аффект ситуации, т. е. аффекты как бы метят данную ситуацию... Мы получаем предупреждение»³.

¹ Анохин П. К. Теория функциональной системы. С. 19–54.

² Плахтиенко В. А., Блудов Ю. М. Надежность в спорте. — Москва, 1985. С. 78.

³ Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. — Москва: Смысл, Академия, 2004. С. 152.

7. *Базисные эмоции* (их 10: радость, интерес, удивление, горе, отвращение, гнев, презрение, страх, вина, стыд). Данные эмоции формируют такие проявления, как депрессия, любовь, тревожность.

Физиологическое проявление эмоций является результатом реакций со стороны воздействия вегетативной нервной системы и гуморальных влияний, что сопровождается изменением частоты сердечных сокращений, изменением артериального давления, изменением дыхания, изменением голоса, мышечного тонуса (мышечная дрожь), изменениями в работе желудочно-кишечного тракта. Возникает так называемое состояние *эмоционального напряжения*.

Роль качественных оценок в организме выполняют эмоции. И. П. Павлов писал, что положительная эмоция делает человека здоровым, а отрицательная разрушает организм. Эмоции — это специальная система, которая осуществляет качественное оценивание информации, задает вместе с тем мотивацию и определяет все поведение организма, выбирает такой результат, который дает положительную эмоциональную оценку.

Эмоции влияют на процессы запоминания и обучения.

Коммуникативная функция эмоций выражается в том, что эмоции и чувства сопровождаются выразительными движениями:

- мимическими (движение глаз);
- изменением голоса;
- вегетативными изменениями (потоотделение, покраснение или побледнение кожи).

Переключательная функция обнаруживается в случае конкуренции мотивов, в результате чего возникает доминирующая потребность. Например, борьба между страхом и чувством долга.

Компенсаторная функция возникает как средство, при помощи которого живые организмы устанавливают значимость тех или иных условий в целях удовлетворения актуальных для них потребностей. Данные проявления сигнализируют окружающим, какие эмоции и чувства переживает человек.

Регулирующая функция выражается в том, что стойкие переживания направляют наше поведение, поддерживают его, заставляют преодолевать проблемы. Регулятивные механизмы снижают избыток эмоционального возбуждения.

Отражательно-оценочная функция выражается в обобщенной оценке явлений и событий. Эмоции и чувства распространяются в организме, что и позволяет определить полезность или вредность воздействующих на них факторов и реагировать прежде, чем будет проявлено вредное воздействие.

Подкрепляющая функция выражается в том, что значимость события, вызывающего эмоциональную реакцию, долго остается в памяти. Функции эмоций представлены на рисунке 14.



Рис. 14. Функции эмоций

Таким образом, эмоции рассматриваются как психический процесс, в основе которого лежит физиологическая система, тесно связанная с высшей нервной деятельностью, и представляет собой самообучаемый (т. е. адаптивный), распознающий, управляющий комплекс головного мозга. Значение эмоций определяется в мобилизации резервов организма на удовлетворение потребностей (биологических, социальных) и целей.

Контрольные вопросы:

1. Каков механизм возникновения эмоций?
2. Как можно управлять эмоциональным состоянием?
3. Какое полушарие мозга отвечает за проявление положительных эмоций, а какое за проявление отрицательных эмоций?
4. Какие структуры мозга обеспечивают эмоциональные реакции?
5. Что может способствовать развитию состояния эмоционального выгорания?
6. Какие методы наиболее эффективны для диагностики эмоционального состояния?
7. При каких условиях возникают положительные и отрицательные эмоции?
8. Профессия сотрудника полиции предполагает умения контролировать эмоциональное состояние?
9. Какие потребности относят к идеально-познавательным? Приведите примеры.
10. Что значит особое мотивационное состояние?
11. Как изменяется частота сердечных сокращений при эмоциональном состоянии?
12. В чем заключается значение биологической роли эмоций?
13. Какая структура головного мозга определяет эмоциональную значимость того или иного агента?

ТЕМА 7. СИГНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕЧИ

7.1. Понятие о сигнальных системах мозга.

7.2. Физиологические основы речи.

7.1. Понятие о сигнальных системах мозга

Сигнальная система — это система условно-безусловных связей высшей нервной системы организма с факторами окружающей среды. Понятие «сигнальная система» в науку ввел И. П. Павлов, под которой понимал систему действующих из внешней или внутренней среды раздражителей *первой сигнальной системы*, обеспечивающей формы конкретно-чувственного отражения. На *первом этапе* в организме формируется ощущение отдельных свойств, предметов, явлений, воспринимаемых соответствующими рецепторными образованиями. На следующем этапе нервные механизмы ощущений усложняются; на их основе возникают другие, более сложные формы отражения — восприятия. *Субстратом первой сигнальной системы*, анализирующим и отвечающим на воздействие сигналов, является *нейронная структура коры головного мозга*.

Человек воспринимает окружающий мир благодаря наличию первой сигнальной системы. Это система условных реакций на определенный стимул (механический, зрительный, обонятельный, слуховой, проприоцептивный, ноцицептивный). Животные также обладают первой сигнальной системой. Контролируется первая сигнальная система зонами коры больших полушарий, кроме зоны, отвечающей за речь.

К числу глобальных проблем физиологии высшей нервной деятельности, которые были сформулированы еще И. П. Павловым, относится *физиология второй сигнальной системы*.

И. П. Павлов под *второй сигнальной системой* представлял нервные процессы, возникающие в больших полушариях головного мозга при воздействии словесных сигналов. Вторая сигнальная система также является системой условно-рефлекторных реакций на раздражитель. И таким раздражителем является слово, речь и, следовательно, присуща только человеку.

Вторая сигнальная система — система обобщенного отражения действительности в виде понятий, содержание которых фикси-

руется в словах, математических символах и образах художественных произведений.

В формировании речевой функции играют роль коммуникативные сигналы. Для животного слово не имеет смыслового обозначения, оно воспринимается в форме сенсорных сигналов (зрительных, кожных и других). Однако на слово у животного можно выработать *условный рефлекс*. В отличие от условных рефлексов животных, раздражители второй сигнальной системы отражают окружающую действительность с помощью обобщающих, абстрагирующих понятий, выражаемых словами. Слова есть сигналы, участвующие в формировании условно-рефлекторной деятельности — *речи*. Словесные сигналы совмещают в себе два свойства: смысловое (содержание) и физическое (звучание в устной речи, очертание букв и слов — в письменной). С помощью слова осуществляется переход от чувственного образа первой сигнальной системы к понятию, представлению второй сигнальной системы.

Вторая сигнальная система обеспечивается работой речедвигательного, речеслухового и речезрительного анализаторов. Речедвигательный аппарат воспринимает сигналы от языка, губ, гортани, диафрагмы и обеспечивает построение речи. Речевая деятельность получает сигналы от речеслуховой сенсорной системы, имеет отношение к высшей нервной деятельности человека, поскольку контролируется ядрами коры больших полушарий.

Эволюционные события, определившие возникновение в антропогенезе человека, обеспечили общение людей с использованием зрительных и звуковых знаков — слов. В настоящее время представляется очевидным, что сигнальное значение слова определяется всем коллективным опытом людей, пользующихся системой словесных знаков. И. П. Павлов, изучая высшую нервную деятельность человека, показал, что способность овладения речью формируется благодаря второй сигнальной системе, в которой сигналы преобразуются в знаки в прямом смысле этого слова. Слова как форма передачи мысли имеют семантическое значение и образуют основу речевой деятельности. С помощью второй сигнальной системы осуществляется человеческое мышление. Смысл слов определяется структурой и объемом памяти, информационным тезаурусом индивида. Смысловая (семантическая) структура языка содержится в информационном тезаурусе субъекта в форме определенного семантического кода, преобразующего соответствующие физические параметры словесного

сигнала в его семантический кодовый эквивалент. При этом устная речь служит в качестве средства непосредственного прямого общения, письменная позволяет накапливать знания, информацию и выступает в качестве средства опосредованного общения. Высшая нервная деятельность позволяет не только воспринимать, передавать и перерабатывать информацию в виде второй сигнальной системы, но и осуществлять мыслительную деятельность в форме умозаключений. Функционирование второй сигнальной системы определяется работой нервных клеток мозга, которые расположены в *ассоциативной теменной коре*. Наша теменная доля больших полушарий содержит зону кожной чувствительности, но она находится в передней части теменной доли. А вот задняя часть теменной доли — это как раз так называемые *ассоциативные нейроны*, которые способны работать с разными сенсорными системами. И деятельность этих нейронов лежит в основе формирования условных рефлексов на комплексный стимул, а также в основе формирования наших речевых способностей и способностей реагировать на слова. Когда мы запоминаем слова, эти нервные клетки-нейроны ассоциативной теменной коры связывают сигналы от разных сенсорных систем. Скажем, я вижу мозг — это зрительный сигнал, и я говорю слово «мозг». Зрительный и слуховой сигналы где-то должны соединиться, должна произойти модификация синапсов. И новая информация для нас — это такой особый, замечательный источник позитива. П. В. Симонов в свое время отнес исследовательское поведение к программам саморазвития: «Эти программы саморазвития лежат в основе выработки и наших речевых способностей»¹. Но все-таки не ассоциативная теменная кора является главным центром нашего мозга. Думать, мечтать о чем-то мы можем сколько угодно. Важно, что мы конкретно сделаем. И за эту функцию отвечает другая зона коры больших полушарий — *ассоциативная лобная кора*². Она является главным центром воли

¹Симонов П. В. Наука о высшей нервной деятельности и психофизиологическая проблема. С. 235.

² Ассоциативная лобная кора (или, как еще говорят, премоторная кора) занимает самую переднюю часть лобной доли. В задней части находится двигательная кора. А вот принятие решений и выбор поведенческой программы происходят здесь, в самой передней области лобных долей. Первое, что делает ассоциативная лобная кора, это выбирает доминанту, т. е. самую актуальную на данный момент потребность. Здесь помогает миндалина, которая воспринимает информацию от центров других потребностей и направляет в ассоциативную лобную

и инициативы, и она выбирает и запускает поведенческие программы. *Поясная извилина* находится на внутренней поверхности больших полушарий. Эта зона помогает ассоциативной лобной коре тогда, когда мы реализуем длинные программы, и позволяет оценить успех или неудачу очередного этапа этой поведенческой программы. Потому что, в отличие от животных, мы часто строим длинные планы. И каждый раз, когда удачно проходит очередной этап программы, она генерирует положительные эмоции, а лобная кора узнает, что программу стоит продолжать. А если какой-то этап пошел не очень хорошо, то поясная извилина генерирует отрицательные эмоции, а лобная кора, главный командир, должна обдумать ситуацию, стоит ли продолжать такую программу, или стоит ее изменить, или стоит вообще от нее отказаться. У эмоций есть важнейшая подсистема, определяющая не только наше поведение, но и устройство нашего мозга.

«Считается, что в речи человека проявляется весь психологический облик личности. В частности, в уголовном процессе используют исследование письменной речи, которое помогает ответить на многие вопросы (например, эксперты-почерковеды устанавливают идентичность почерков исполнителя исследуемого документа и подозреваемого, а эксперты-психоллингвисты могут установить истинного автора письменного документа, позицию пишущего, его эмоциональное состояние, личностные и другие особенности)»¹.

7.2. Физиологические основы речи

Речь — это психофизиологическая функция человека, при помощи которой осуществляется общение с использованием звуков, символов. Речь — одна из форм языка и присуща только человеку. Животные воспринимают сигналы окружающей среды в форме раздражителей, которые трансформируются в рефлексы (безусловные и условные). Физиологическая функция речи состоит в рефлекторной регуляции сокращений особой группы мышц, участвующих в акте устной и письменной речи. Нервные импульсы, поступающие по афферентным нейронам в речевые центры коры головного мозга, вызывают нервный процесс обобщения понятий.

кору, и ассоциативная лобная кора должна решить, как направлять поведение на удовлетворение той или иной потребности.

¹ Гейжан Н. Ф., Душкин А. С., Юренкова В. А. Психология и педагогика: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Из-во СПб ун-та МВД России. 2016. С. 147.

Для человека слово обозначает смысл, сопровождающийся выработкой нейронной связи в коре головного мозга между двумя центрами: — центром, воспринимающим раздражитель окружающей среды; — центром, воспринимающим смысл слова (сигнала окружающей среды).

Н. П. Бехтерева определила роль подкорковых центров — ассоциативных структур таламуса в обеспечении речи. «В речевой деятельности показано, что при восприятии слов, слогов и их сочетаний в импульсной активности нейронных популяций мозга человека формируются специфические паттерны с определенной пространственной и временной характеристикой. Использование разных слов и частей слов (слогов) в специальных опытах позволяет дифференцировать в электрических реакциях (импульсных потоках) центральных нейронов как физические (акустические), так и смысловые (семантические) компоненты мозговых кодов психической деятельности»¹.

В нейрофизиологических исследованиях речевой деятельности показано, что понимание устной речи (своей и чужой) обеспечивает *центр Вернике*, расположенный в височной области левого полушария головного мозга. Понимание речи осуществляется в результате декодирования поступающей словесной информации. *Зона Вернике* относится к так называемой *заднеречевой системе*, в которой хранятся списки фонем и их последовательности в словах. Нарушение речи получило название *афазии*.

В отличие от речеслуховой сенсорной системы Вернике, в *зоне Брока* расположен участок коры головного мозга, отвечающий за *произнесение речи*, так называемый *моторный центр речи*. Следует при этом заметить, что центр Вернике имеет большее значение для понимания речи.

Клинические данные позволяют выстроить следующую последовательность событий. Заключение в слове акустическая информация обрабатывается в «классической» слуховой системе и в других «неслуховых» образованиях мозга (подкорковых областях). Поступая в первичную слуховую кору (зону Вернике), обеспечивающую понимание смысла слова, информация преобразовывается там для формирования программы речевого ответа. Для произношения слова необходимо, чтобы «образ», или семантический код, этого слова поступил

¹ Бехтерева Н. П. Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека. С. 135.

в зону Брока. Обе зоны — Брока и Вернике связаны между собой дугообразным пучком нервных волокон. В зоне Брока возникает детальная программа артикуляции, которая реализуется благодаря активации лицевой зоны области моторной коры, управляющей лицевой мускулатурой. Однако если слово поступает через зрительную систему, то вначале включается первичная зрительная кора. После этого информация о прочитанном слове направляется в угловую извилину, которая связывает зрительную форму данного слова с его акустическим сигналом в зоне Вернике. Дальнейший путь, приводящий к возникновению речевой реакции, такой же, как и при чисто акустическом восприятии¹.

Центр Вернике (центр понимания речи) и центр Брока (моторный центр) расположены в *левом полушарии* головного мозга. И. П. Павлов на основе межполушарных различий выделил 2 типа ВНД:

1. *Мыслительный тип (логика, речь)*, у которого доминирующим является левое полушарие и преобладание второй сигнальной системы.

2. *Художественный тип (творческий)* — правополушарный с преобладанием первой сигнальной системы, воспринимает эмоциональную составляющую речи.

Конечно, существует некоторое разделение функций между правым и левым полушарием с точки зрения выделения, опознавания сложных слуховых образов. И левое полушарие у правшей больше ориентировано на опознавание слов (это так называемая зона Вернике), а правое полушарие правшей больше ориентировано на узнавание музыкальных мелодий, на восприятие музыкальных образов. Исследования Р. Сперри² показали, что в работе головного мозга есть функциональная межполушарная асимметрия, дифференцированно отвечающая за психические, моторные и сенсорные функции.

Однако и левое, и правое полушарие участвует в речемыслительной функции.

Заметное влияние на понимание проблем психофизиологии речи оказали работы В. П. Морозова предложивший «обобщенную модель взаимодействия полушарий мозга в восприятии речи». Согласно модели в левом и правом полушарии мозга имеются две структуры:

¹ Иваницкий А. М. Синтез информации в ключевых отделах коры как основа субъективных переживаний. С. 209–225.

² Роджерс Сперри (1913–1994), американский психолог, нейрофизиолог, Нобелевский лауреат.

— структура обработки сигналов, в которой осуществляется идентификация сегментов сигнала и определения его характеристики, сопоставления паттерна предъявляемого сигнала с хранящимися в памяти целостными эталонами;

— структура принятия решения, в которой формируется лингвистическое решение¹.

Критическим в овладении речью считается возраст 10 лет. Так, Н. П. Бехтерева видела, что для функционирования речевой деятельности необходимы еще и подкорковые структуры таламуса промежуточного мозга. В исследованиях она показала, что нарушение способности к чтению не является результатом умственной отсталости. Эти люди понимают устную речь, имеют нормальный интеллект².

С этих позиций становится понятным, что в процессе обработки речевых сигналов возможен обмен информацией. У большинства людей центр речи, как правило, расположен в левом полушарии, для них свойственно преобладание правого слухового канала.

Предполагается, что человек способен освоить какой-либо язык, для этого есть еще и генетическая предрасположенность. Однако какой язык человек освоит как родной, зависит только от той среды, в которой он воспитывается и живет. Языковые знания не передаются по наследству. Формирование речи начинается с 2 лет в результате обработки поступающей слуховой, зрительной информации.

В Индии существовала легенда о том, как царь Джелал-уд-Дин решил выяснить, какой язык на земле был самым первым. У 12 женщин забрали только что родившихся малышей, поместили их в башне. Через 12 лет этих детей привели к царю. Они не умели говорить ни на одном языке мира.

«Речь важнейший компонент в когнитивном процессе, в общении и тесно связана с языком. Язык является инструментом общения в социуме. Речь вырабатывается в течение жизни и ее относят к условно-рефлекторной деятельности, а формирование происходит только при общении. За формирование речи отвечает левое полушарие головного мозга. У людей с доминирующей функцией левого полушария развито именно логическое мышление, а речь разнообразная. Это полушарие контролирует речь, а также способности к письму и речи,

¹ Морозов В. П. Занимательная биоакустика: Рассказы о языке эмоций в мире животных и человека. — Москва: Знание, 1983. С. 84.

² Бехтерева Н. П. Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека. С. 135.

запоминания дат, имен, фактов, отвечает за логику и анализ. Обработка информации левым полушарием осуществляется последовательно. Правое же полушарие ответственно за обработку информации, получаемую в символах и образах, позволяет фантазировать.

Речь как *психофизиологический процесс* подразделяется на два вида: сенсорную — понимание и моторную — речь. Язык участвует в кодировании информации. Оперирование речью (устной или письменной) дает человеку огромные преимущества в адаптивно-приспособительном поведении, в познании и рациональном использовании окружающей природы или искусственной среды»¹. Оказывается, что язык человека мог возникнуть как усложнение эмоциональной коммуникации. Соответственно, это хорошо согласуется с наблюдениями с детьми, например, что, действительно, ребенок в возрасте от 3 до 7 лет, овладевая речью, собственно, овладевает и эмоциями. То есть, он учится искусственно выражать свои эмоции, они становятся осознанными, и этот маленький человек начинает ими как бы искусственно манипулировать, наигрывать. Эмоция — это такой удобный элемент, на основе которого можно описать все что угодно, но дальше необходима конвенциональность, соглашение. В некоторых культурах принято вот так обозначать, в других — по-другому. Так получились разные языки.

Так, люди перестают понимать друг друга, если они пользуются разными кодовыми элементами (разными языками, недоступными всем участвующим в общении лицам). Такое же взаимное непонимание наступает и в том случае, если в одни и те же речевые сигналы закладывается разное смысловое содержание. Коммуникация на основе речи способствует изменению поведения другого участника коммуникации, особенно если речь эмоционально выражена.

Таким образом, речь является одной из психофизиологических функций человека, а речевая деятельность определяется функционированием двигательных и слуховых центров речи, между которыми формируется временная связь, что и является *физиологической основой речи*. Умение использовать знаковую систему языка позволяет человеку оперировать огромным количеством сигналов в форме мысленных моделей, имеющих смысловое значение, поскольку человек использует две функциональные системы. Знание данной особенно-

¹ Нимировская Ю. К. Нейрофизиология речевой деятельности // Язык. Культура. Общество: материалы вузовской научно-практической конференции. — Санкт-Петербург: Изд-во СПб ун-т МВД России, 2020. С. 90–92.

сти может быть использовано при обучении, сопровождая рассказ наглядным представлением.

Контрольные вопросы:

1. За какие процессы отвечает вторая сигнальная система?
 2. Какова роль левого полушария в мышлении?
 3. Какое полушарие отвечает за образное мышление, а какое за логическое?
 4. Перечислите функции речи.
 5. Какие физиологические механизмы лежат в основе артикуляции?
 6. Сопоставьте функции центра Брока и центра Вернике?
 7. Какая сигнальная система ответственна за способность проговаривать слова?
 8. Какой ученый разработал учение о второй сигнальной системе?
 9. В чем заключается открытие П. Брока?
 10. Какое открытие сделал К. Вернике.
 11. В чем суть понятия межполушарная асимметрия?
 12. Надо ли переучивать ребенка-левшу писать правой рукой?
- Ответ аргументируйте.
13. Какой возраст считается критическим в онтогенезе речи?

ТЕМА 8. ФИЗИОЛОГИЯ ДВИЖЕНИЯ.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА КАК СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АКТА

8.1. Физиология движения.

8.2. Функциональная система П. К. Анохина как структурная модель поведенческого акта.

8.3. Типы функциональных систем.

8.1. Физиология движения

Движение рассматривается как процесс мышечной координации, при которой информация направляется от двигательной зоны в коре больших полушарий к эффекторам (рабочему органу), которые ответственны за выполнение акта движения, за которые отвечают:

— *низший уровень* в организации движения — расположен в *спинном мозге*.

— *высшие двигательные центры* — расположены в *стволе мозга*. Большая часть нейронов головного мозга человека задействована в управлении движениями. Во многих случаях их аксоны идут в базальные ганглии и там обеспечивают основу для формирования двигательных навыков.

Важная роль о характере выполнения движений (рефлекторных, локомоторных, произвольных) *принадлежит мозжечку*. От коры полушарий мозжечка информация через клетки Пуркинье, зубчатые ядра, двигательные ядра таламуса (двигательные пути) поступает в двигательную (моторную) область коры, ответственную за *программирование движений*. Понимание программы движений зависит от функции моторной коры головного мозга. Одна из важнейших функций, которую выполняет наш мозг, — это управление движением и запоминание *двигательных программ*. Собственно движения — это мышечные сокращения, связанные с мотонейронами (особые нервные клетки, которые работают с поперечно-полосатыми мышечными клетками и запускают их сокращения за счет выделения ацетилхолина). Много мотонейронов находится в головном мозге, и через черепные нервы они доходят до мышц нашей головы: мимических мышц, глазодвигательных мышц, мышц языка и т. д.

Аксон мотонейрона на конце обычно ветвится, и в итоге один мотонейрон управляет несколькими мышечными клетками. Совокупность мышечных клеток, которые управляются одним мотонейроном,

называется *двигательной единицей*. Наши мышцы организованы так, что двигательная единица может иметь разную величину. И чем тоньше движение, тем тоньше должно быть управление мышцей, тем меньше двигательная единица.

Специфика организации наших двигательных систем такова, что одно и то же мышечное сокращение может быть включено в состав самых разных движений. Вообще говоря, движения, которые мы делаем, делятся на четыре больших типа. Это движения рефлекторные (реакция на какой-либо стимул), локомоторные¹, движения произвольные (генерация в коре головного мозга, именно лобная доля запускает программу движений) и движения автоматизированные.

Произвольные движения хороши тем, что это новые движения, которые могут реализоваться в новых условиях. Но произвольное движение отнимает у коры больших полушарий слишком много ресурсов, и мы на этих движениях порой чрезмерно концентрируемся. Поэтому эволюция придумала четвертый тип движений, который формируется тогда, когда идет повтор произвольных движений. Для того чтобы движения действительно эффективно реализовались, их нужно повторять и проходить процедуру двигательного обучения. При повторе произвольных движений мозжечок и базальные ганглии запоминают параметры этих движений и начинают сначала помогать коре больших полушарий, а потом ее и подменяют. Это автоматизированные движения, самые быстрые и самые точные движения, которые мы совершаем. Необходимо также положительное подкрепление, положительные эмоции, которые формируются при участии дофамина (часть черной субстанции).

Различают двигательные пути:

— пирамидный тракт передает информацию к эфферентным нейронам;

— экстрапиримидный путь направлен к передним рогам спинного мозга.

Двигательная системы выполняет функции:

— поддержания позы;

¹ Локомоция — это перемещение в пространстве. Это движения, связанные с ритмичным сгибанием и разгибанием конечностей, которые позволяют плавать, ходить, бегать. И это отдельные программы, во многом врожденно заданные, но не рефлексы, потому что в случае локомоций двигательная программа и движения в основном циркулируют по некому замкнутому контуру.

— перемещения тела в пространстве из одного положения в другое (локомоция). К примеру, бег, ходьба.

Ретикулярная формация¹ также участвует в координации, оказывая влияние на двигательные ядра черепных нервов, моторные спинальные центры и активность мышечных рецепторов.

Движения вставлены в самые разные поведенческие программы.

Н. А. Бернштейн² предложил термин «живое движение» и в своих исследованиях вопроса рефлекторной деятельности вносит новый элемент в рефлекторную дугу — это так называемая «обратная связь», обеспечивающая коррекцию и самоуправление в деятельности организма, тем самым он не соглашается с механизмом регуляции движений на основе рефлекторной дуги. Акцент сделан именно на выполнение сложных двигательных актов, а не простых врожденных, таких, например, как отдергивание руки от горячего предмета. Движения осуществляются по кольцевому механизму.

В работе «О построении движения» Н. А. Бернштейн писал, что все сложные движения осуществляются *по принципу рефлекторного кольца за счет афферентных сигналов*, поступающих в центральную нервную систему, где и происходит анализ процесса движения, а затем его коррекция с помощью «сигналов обратной связи».

Н. А. Бернштейн, исследуя информацию обратной связи, обнаружил, что «афферентные сигналы приходят в разные чувствительные центры головного мозга и соответственно переключаются на моторные пути на разных уровнях: уровнях спинного мозга, продолговатого мозга, уровнях подкорковых центров и центров коры»³.

В соответствии с его *уровневой теорией построения движений* каждому уровню соответствует свой *тип движения*.

Уровень А — руброспинальный (самый низкий и в филогенезе самый древний, и в интеграции с другими уровнями контролирующей *тонус мышц* при организации выполнения движений. Самостоятельно на уровне А осуществляются некоторые произвольные движения — дрожь).

¹ Ретикулярная формация образована совокупностью нейронов, расположенных в стволе мозга как диффузно, так и в виде ядер.

² Бернштейн Н. А. (1896–1966) исследования начал в 1929 г., заложив теоретические основы современной биомеханики.

³ Бернштейн Н. А. Физиология движений и активность. — Москва: книга по требованию. 2012. — С. 296.

Уровень В — таламо-паллидарный, уровень синергий, ответственный за анализ сигналов, поступающих от проприорецепторов, сообщающих о пространственном положении организма, например, при выполнении гимнастических упражнений.

Уровень С — пирамидно-стриальный. Уровень, воспринимающий информацию из внешней среды посредством зрительных, слуховых, осязательных сенсорных систем.

Уровень Д — предметных действий анализирует организацию предметных действий таких, как: завязывание шнурков, движения во время приготовления пищи, вождение машины и т. д.

Уровень Е — высший уровень организации движений, уровень интеллектуальных двигательных актов: речь, жесты глухонемых, письмо.

Сведения о внешней среде поступают в лобные доли коры головного мозга как от сенсорных проекционных зон (по транскортикальным путям), так и через ассоциативные ядра таламуса. На основе этой поступающей информации и извлеченных из памяти энграмм¹ фронтальной корой строится программа реализации двигательного поведенческого акта.

При осуществлении поведенческих реакций неокортекс (новая кора) управляет преимущественно пространственно-временными взаимоотношениями организма с окружающей средой, а также отвечает за формально-логическое мышление. Большие полушария конечного мозга покрыты корой (от 1,3 мм до 4,5 мм) из серого вещества, представленным базальными ядрами. Именно базальные ганглии являются центрами организации различных форм моторной активности, связанной с обучением. Кроме того, различные области коры взаимосвязаны на расстоянии, образуя сети большего масштаба (также называемые системами). Системы соединяются друг с другом, образуя системы систем. В панорамном представлении отдельные нейроны группируются синаптическими связями в ансамбли, которые, в свою очередь, группируются в другие ансамбли с прогрессивной степенью сложности. Таким образом, мозг, будучи простым и однообразным органом, получается суперсистемой².

¹ При обучении формируются следы памяти, получившие название «энграммы».

² Смирнов В. М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков. — Москва: Академия, 2000. — 216 с.

Итак, для удовлетворения самых разных потребностей нужно хорошо двигаться, а принцип управления и корректировки движениями был разработан Н. А. Бернштейном.

8.2. Функциональная система П. К. Анохина как структурная модель поведенческого акта

Системы живых организмов не просто упорядочивают входящие в них отдельные элементы, но и объединяют их для осуществления отдельных жизненно важных функций организма. Такие системы получили название функциональных систем.

Функциональные системы представляют собой самоорганизующиеся и саморегулирующиеся динамические центрально-периферические структуры и процессы, объединенные нервными и гуморальными регуляциями, все компоненты которых взаимодействуют в обеспечении различных полезных для самих функциональных систем и для организма в целом. Функциональная система — это единица интегративной деятельности целого организма, динамическая организация, в которой взаимодействие всех составляющих ее частей направлено на получение определенного полезного результата и способность оценить полученный результат деятельности с тем, чтобы корректировать эту деятельность¹.

Функциональная система включает в себя набор нервных процессов, которые направлены на удовлетворение жизненных потребностей в любой момент времени. Функциональная система с ее сенсорными, центральными, исполнительными и вегетативными компонентами — это структурная и функциональная основа любого акта поведения.

Источником для теории функциональных систем была теория доминанты А. А. Ухтомского. Она постулирует, что внутреннее состояние человека или животного (доминанта) может выступать в качестве основы поведения.

Больше всего П. К. Анохина интересовала системная организация функций мозга. А к открытию привело очень новое качество функций мозга, т. е. предвосхищение будущих событий. Он продемонстрировал очень важную характеристику функции мозга, в частности способность предсказывать основные афферентные особенности будущего результата действия. Это позволило ему сформулиро-

¹ Судаков К. В. Системное построение функций человека. — Москва. 1999. — 112 с.

вать концепцию специфического аппарата, на котором запечатлены свойства подкрепления и который постоянно оценивает параметры практически достигнутых результатов путем обратной афферентации. Он назвал аппарат *акцептором результатов действия*.

П. К. Анохин ввел понятие о функциональной системе, согласно которому это динамическая, саморегулирующаяся организация, развертывающаяся в определенной последовательности, имеющая специфические узловы механизмы, участвующие в построении и реализации сложного приспособительного поведения.

Любая функциональная система, по мнению П. К. Анохина, имеет принципиально единообразную организацию и включает следующие общие, универсальные для разных систем периферические и центральные узловы механизмы:

1. *Афферентный синтез*, представленный доминирующей мотивацией, обстановочного раздражителя, памяти и пускового раздражителя.

— Доминирующая мотивация выражает ту или иную потребность.

— Обстановочная афферентация складывается из суммы обстановочных раздражителей (различных сигналов) и определяет форму и выраженность уровня успешности ответной реакции.

— Роль памяти проявляется в извлечении из нее наших знаний врожденных, наследуемых и приобретенных.

Взаимодействие возбуждений, созданных доминирующей мотивацией, обстановочной афферентацией, информацией, извлеченной из памяти, называется *предпусковой интеграцией*.

— Пусковой раздражитель определяет преобладание мотивации или обстановки, иерархию использования информации.

2. *Принятие решения* — постановка цели. Является итогом афферентного синтеза. Одновременно формируется аппарат прогнозирования результата в виде акцептора результата действия, который зависит:

— от качества информации, извлеченной из памяти;

— от правильности восприятия информации от сенсорных систем;

— от силы мотивационного возбуждения.

Многие из решений мозга не вербализуются и вызывают формирование 3-й стадии, определяют ее содержание.

3. *Акцептор результатов действия* — физиологический аппарат предвидения (прогноза). Создает ожидаемый образ (эталон ожидания), который зависит от качества афферентного синтеза.

Эфферентный синтез (или программа действия) — это интеграция вегетативных и соматических реакций организма. За счет эфферентного синтеза объединяются различные компоненты поведенческого акта: двигательные и вегетативные.

4. *Формирование самого действия.* Это мультифункциональный процесс, направленный на реализацию программы поведения. Проявляется реакциями, направленными на достижение цели.

5. *Полезный приспособительный результат* поведенческой деятельности (ППРПД).

6. *Обратная афферентация* всегда многоканальна. Служит для оценки достигнутого результата (по отдельным параметрам). В ее основе лежит соотнесение полученных результатов с акцептором результата действия.

7. *Оценка достигнутого результата.* Результат деятельности системы является отправной точкой для всех последующих этапов деятельности системы. Параметры результата постоянно оцениваются акцептором результатов.

8. *Коррекция поведения* при условии, что результат не совпал с параметрами, смоделированными системой.

Согласно концепции Анохина, результат действия любой функциональной системы имеет жизненно важное значение для адаптации организма, обеспечивая его нормальное биологическое функционирование действия с помощью обратной афферентации.

Серия специальных экспериментов показала, что доминирующие мотивации тесно связаны с другим ведущим этапом системной архитектоники поведенческих актов — акцептором результата действия, который составляет направляющий компонент поведения. Полезный адаптивный результат — ведущее звено функциональных систем.

Обратная афферентация, исходящая от рецепторов результата действия, определяет весь набор информации «обратной связи» и передается центральному звену функциональной системы о том, насколько решение имеет правильную задачу.

Поведенческий акт любой степени сложности начинается со стадии эфферентного синтеза (рис. 16).

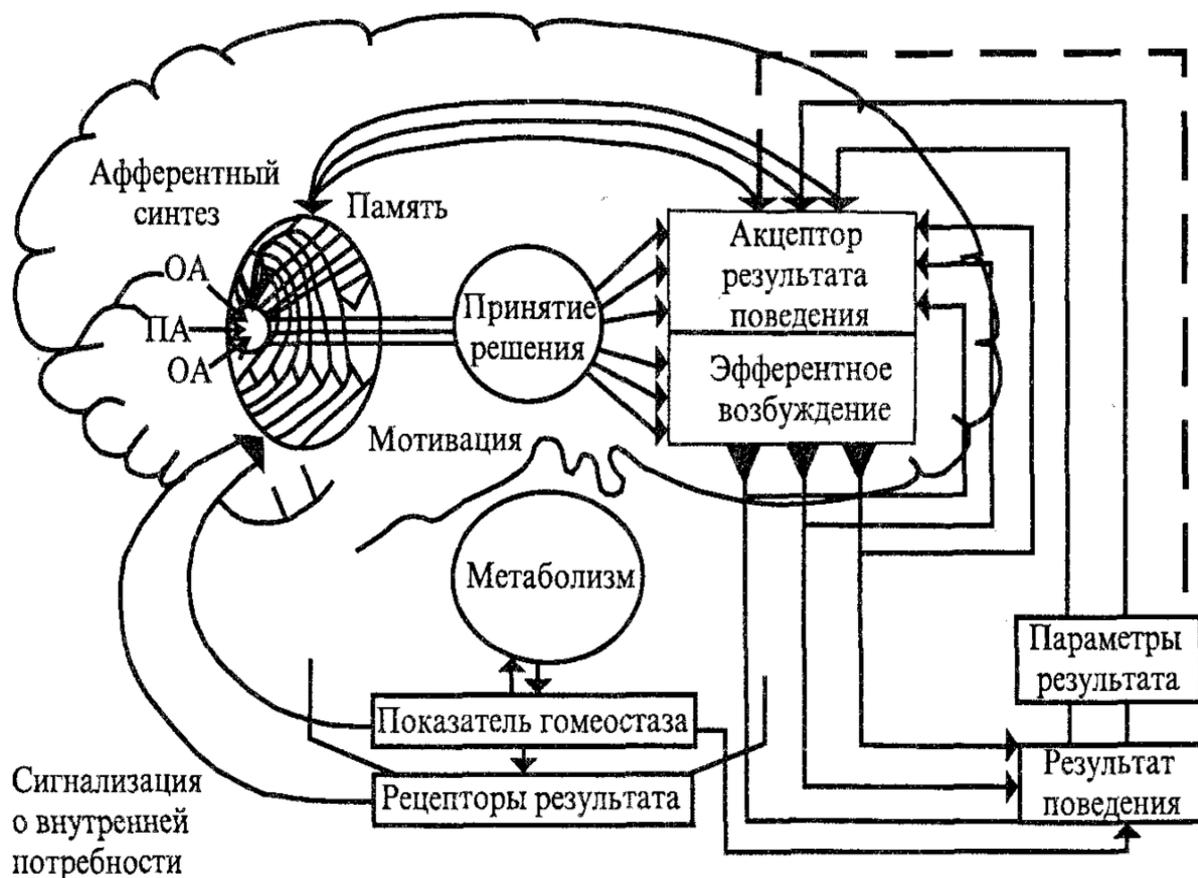


Рис. 16. Функциональная система поведенческого акта
(по П. К. Анохину)¹

Функциональная система включает в себя набор нервных процессов, которые направлены на удовлетворение жизненных потребностей в любой момент времени. Функциональная система с ее сенсорными, центральными, исполнительными и вегетативными компонентами рассматривается как структурная и функциональная основа любого акта поведения. Под термином «поведение» полагают открытое и наблюдаемое поведение, такое как разговор или манипулирование одним инструментом, и внутреннее поведение — не непосредственно наблюдаемое поведение, такое как рассуждение, страх или сочувствие к другому человеку. В то время как открытое поведение может быть записано, внутренние аспекты поведения должны быть выведены из наблюдаемых явлений.

Изучая физиологическую структуру поведенческого акта, П. К. Анохин пришел к выводу о необходимости различать частные

¹ Рисунок взят из: Смирнов В. М. Физиология человека: учебник. С. 505.

механизмы интеграции от самой интеграции, когда эти частные механизмы вступают между собой в сложное координированное взаимодействие. Концепция функциональной системы только показывает, что понятие причинно-следственной связи шире и глубже, так как помимо внешней стимуляции следует учитывать, по крайней мере, два дополнительных фактора: внутреннее состояние животного и характер обратной связи. Современные исследования полностью подтверждают эти идеи.

Учение П. К. Анохина о функциональных системах прослеживается на ранних этапах развития ребенка: новорожденный не способен к каким-либо активным физическим воздействиям, кроме реализации врожденных рефлексов. На определенном этапе ребенок поднимает штангу, когда в достаточной мере развивается его функциональная система, обеспечивающая это действие (соответствующее развитию связующего-связующего-мышечного аппарата, механизма ориентации в пространстве и т. д.). А в последующем достигнет функциональных систем, обеспечивающих эти действия.

При изучении поведения выделяют *поведенческий уровень*.

Поведенческий уровень охватывает описание наблюдаемых явлений поведения, т. е. стимулов и реакций. Ответы могут быть двигательные (какого-либо движения), устные (на человека) и вегетативной нервной системы (потливость, покраснение, расширение зрачков, изменение частоты сердечных сокращений или дыхания, изменения кровяного давления и т. д.). Например, опасный стимул вызывает двигательные реакции (бегство или защитное движение, мышечное напряжение) и вегетативные реакции (потоотделение, тахикардия, расслабление сфинктера и т. д.). Другой пример: в задаче чтения мы вводим письменные слова и записываем, правильно ли произношение и сколько времени требуется для их произношения.

Теория функциональных систем П. К. Анохина была успешно доработана его учениками. Однако основные принципы теории остаются неизменными. Исследуются вопросы, которые не были затронуты П. К. Анохиным, и экспериментально доказываются некоторые общие положения теории. Результаты научной школы П. К. Анохина показывают, что весь организм представляет собой гармоничное взаимодействие ряда функциональных систем на молекулярном, гомеостатическом, поведенческом и популяционном уровнях. Принцип взаимодействия функциональных систем организма представляет собой многопараметрическую координацию. Это означает, что любое изменение

параметров в одной функциональной системе немедленно реорганизует состояние в других функциональных системах, связанных с ней.

За каждой поведенческой программой есть опыт ее реализации. Сколько раз мы реализовали это поведение, т. е. сколько раз повторялся некий комплекс условных рефлексов, если использовать павловскую терминологию, и в каком проценте случаев был успех или, наоборот, неудача, потому что успех — это положительные эмоции и укрепление соответствующих синапсов, а неудача — это торможение, ослабление соответствующих синапсов. В итоге хорошо работающая ассоциативная лобная кора выбирает программу, которая с наибольшей вероятностью приведет к успеху, к удовлетворению доминирующей потребности.

В исследованиях П.К. Анохина¹ были определены уровни организации функциональных систем:

1. Метаболический.
2. Гомеостатический.
3. Поведенческий.
4. Психический.
5. Социальный.

8.3. Типы функциональных систем

Системообразующим фактором функциональных систем является полезный приспособительный для системы и организма в целом результат. Им может быть:

1. Показатель внутренней среды.
2. Результат поведенческой деятельности, удовлетворяющий основные биологические потребности организма.
3. Результат стадной деятельности животных, удовлетворяющий потребности сообществ.
4. Результат социальной деятельности человека.

Функциональные системы можно условно разделить на 2 группы: требующие обращения к внутренней среде организма и требующие обращения к внешней среде организма.

Системы первого типа обеспечивают гомеостаз за счет внутренних (уже имеющихся) ресурсов организма, не выходя за его пре-

¹ Судаков К. В. Общая теория функциональных систем. — Москва: Медицина, 1984. С. 179.

дела. Например, обеспечения показателя кровяного давления, обеспечение пищей.

Функциональные системы *второго типа* поддерживают гомеостаз за счет *изменения поведения* и осуществления движения, взаимодействия с внешним миром и лежат в основе различных типов поведения. На формирование поведения оказывают влияние *эмоции*, инициируют поведение.

Принципиальная разница между двумя типами функциональных систем с точки зрения понятия цели состоит в том, что для функциональных систем первого типа можно предположить включение генетических механизмов для достижения результата. А для функциональных систем второго типа требуется обучение.

Многообразие полезных для организма приспособительных результатов указывает на то, что число функциональных систем, организующих различные стороны жизнедеятельности целого организма, чрезвычайно велико. Одни из них определяют различные показатели внутренней среды, другие обуславливают поведение живых существ, их взаимодействие с окружающей средой и себе подобными организмами. Одни функциональные системы, особенно метаболического и гомеостатического уровня, генетически детерминированы, другие складываются по мере формирования и удовлетворения метаболических и в первую очередь поведенческих потребностей организма.

Под функциональными системами понимают такие саморегулирующиеся динамические организации, деятельность всех составных компонентов которых может быть необходимым условием для достижения благотворных результатов, полезных для организма в целом. Эти результаты, в первую очередь, — разные метаболические процессы и внутренняя среда организма. Кроме того, это многочисленные результаты поведенческой деятельности живых существ, которые определяют удовлетворение ими своих основных потребностей. В организме поэтому столько функциональных систем, сколько полезных, адаптивных результатов.

В функциональных системах саморегуляция приобретает специальную направленность: отклонение результата деятельности функциональной системы от уровня, обеспечивающего нормальный метаболизм (жизнедеятельность) организма и его адаптацию к окружающей среде, является стимулом к мобилизации необходимых элементов системы для возвращения этого результата к нормальному уровню. Интенсивность процессов саморегуляции определяет эндогенные

ритмы жизнедеятельности. Чем более важен для жизнедеятельности тот или иной показатель внутренней среды (например, осмотическое давление, рН среды), тем активнее и быстрее работает функциональная система, обеспечивающая своей деятельностью оптимальный для метаболизма уровень этого показателя. Одновременно деятельность других функциональных систем менее напряжена. В нормальных условиях в деятельности каждой функциональной системы проявляется следующая закономерность: общая сумма механизмов, возвращающих отклоненный результат к исходному уровню, всегда превышает сумму отклоняющих механизмов. Иными словами, в каждой функциональной системе в здоровом организме имеется «запас прочности», позволяющий ей справиться с любыми возможными отклоняющими воздействиями. Так, например, в функциональной системе, определяющей оптимальный для организма уровень кровяного давления, общая сумма депрессорных механизмов в нормальных условиях с избытком превышает сумму биологических механизмов, а в функциональной системе питания механизмы насыщения всегда достаточны, чтобы затормозить механизмы голода.

Надо отметить также, что понятие «константа» в организме условно. Можно говорить о «жестких» константах, которые активно удерживаются соответствующими функциональными системами у строго определенного значения и отклонение которых от этого значения приводит к необратимым нарушениям метаболизма и смерти. Наряду с этим имеются «пластичные» константы, отклонение которых от определенного уровня возможно в относительно широком цифровом и временном диапазоне без ущерба для здоровья. Примерами «жестких» констант являются уровень осмотического давления, активная реакция крови; примерами «пластичных» — уровень кровяного давления, температуры, питательных веществ в крови. Гомеостаз целого организма определяется содружественной и согласованной саморегулирующей деятельностью различных функциональных систем.

Выделяют два типа функциональных систем:

Функциональные системы первого типа обеспечивают постоянство определенных констант внутренней среды за счет системы саморегуляции, звенья которой не выходят за пределы самого организма. Примером может служить функциональная система поддержания постоянства кровяного давления, температуры тела и т. п. Такая система с помощью разнообразных механизмов автоматически компенсирует возникающие сдвиги во внутренней среде.

Центральное звено любой функциональной системы представляет собой тот или иной полезный для организма в целом, для его метаболизма результат. Последний (результат) — это «визитная карточка» любой функциональной системы. Любое состояние результата и особенно отклонение от уровня, обеспечивающего нормальный обмен веществ, воспринимается соответствующими рецепторами, передающими информацию в специальные центры. Последние, в свою очередь, задействуют различные исполнительные механизмы, что приводит к достижению оптимального для организма уровня. В результате функциональные системы работают по принципу саморегуляции.

Функциональные системы второго типа используют внешнее звено саморегуляции, именно они лежат в основе различных типов поведения. Они обеспечивают приспособительный эффект благодаря выходу за пределы организма через связь с внешним миром, через изменения поведения.

Возникновение новой функциональной системы зависит от физиологического состояния организма в тот или иной момент. *Принципы образования функциональных систем:*

— минимализация структур мозга, участвующих в реализации функций;

— закрепление, фиксация функций в мозге в матрице долговременной памяти.

Таким образом, ускоренное развитие анатомо-физиологических образований (функциональных систем) обеспечивает выживание людей, функционирующих на каждой индивидуальной фазе развития.

Разнообразие адаптивных результатов, благоприятных для организма, указывает на то, что количество функциональных систем, составляющих когда-то личные стороны жизни всего организма, может быть чрезвычайно большим. Одни функциональные системы их деятельности определяют различные показатели внутренней среды организма, другие — поведенческую деятельность и взаимодействие с окружающей средой.

В целом взаимодействие различных функциональных систем в организме основано на принципах иерархии¹ и множественности

¹ Принцип иерархии означает то, что в каждый данный момент времени деятельность тела определяется функциональной системой, доминирующей с точки зрения выживания или адаптации к окружающей среде (принцип *dominanti*). Остальные функциональные системы построены по иерархической схеме в со-

лекарственных средств, многопараметрического взаимодействия результатов отдельных функциональных систем.

Смена доминирующих функциональных систем происходит постоянно и отражает суть непрерывно протекающего обмена веществ и постоянного взаимодействия организма с окружающей средой. Однако все функциональные системы находятся в тесной взаимосвязи, и изменение одного показателя, являющегося результатом любой функциональной системы, немедленно влияет на результаты деятельности других функциональных систем.

Мы помним, что мы используем термины поведение/поведение в общем смысле, чтобы сослаться на оба к открытому и наблюдаемому поведению, такому как разговор или манипулирование одним инструментом, и к внутреннему, а не непосредственно наблюдаемому поведению, такому как рассуждение, страх или сочувствие к другому. В то время как открытое поведение может быть записано, внутренние аспекты поведения должны быть выведены из наблюдаемых явлений.

Целостный организм в каждый данный момент времени представляет собой скоординированное взаимодействие, интеграцию (вертикальную и горизонтальную) различных функциональных систем, которая определяет нормальное течение обменных процессов.

Таким образом, согласно теории функциональных систем поведение строится не по типу стимул-реакция, а по принципу непрерывного кольцевого взаимодействия организма и среды. Любая деятельность начинается с создания плана и программы данной поведенческой реакции и нейронной модели. Определяющим фактором в организации поведения становится полезный результат.

Контрольные вопросы:

1. Что представляет акцептор результата действия?
2. Что значит полезный приспособительный результат?
3. Какое звено замыкает рефлекторное кольцо функциональной системы П.К. Анохина.
4. Почему функциональная система является аппаратом саморегуляции?
5. Что называют локомоцией?
6. Что называется двигательной единицей?

ответствии с их биологической значимостью и необходимостью для социальной деятельности человека.

7. Как мотивация вписывается в структуру поведенческого акта П.К. Анохина?

8. Как объяснить психические процессы с позиции функциональной системы П. К. Анохина?

9. Какими анатомическими структурами представлены уровни движения А и В по Берштейну?

10. Какова роль ретикулярной формации и мозжечка в управлении движениями?

11. Что такое моторные потенциалы?

12. С какой целью возникает каждая функциональная система?

13. Назовите основные блоки в структуре функциональной системы по П. К. Анохину.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Освоение учебной дисциплины «Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем» позволяет, с одной стороны, заложить базу для изучения в дальнейшем психологических дисциплин, а с другой стороны — прогнозировать успешность в будущей профессиональной деятельности сотрудника органов внутренних дел.

В учебном пособии рассмотрены основы физиологических показателей человека, используемых в психологических исследованиях, что необходимо в профессиональной деятельности психолога органов внутренних дел. Основные положения учебного пособия позволят сформировать у обучающихся знания, компетенции в умении учитывать основы физиологических показателей человека при изучении психических явлений; распознавать нейрофизиологические причины аномального поведения применительно к работе психолога органов внутренних дел.

Выделенные после каждой темы контрольные вопросы позволяют правильно расставлять акценты при изучении учебного материала. Список рекомендуемой основной литературы содержит перечень учебных изданий, зарекомендовавший себя в педагогической деятельности. Список дополнительной литературы содержит перечень научных и учебных изданий, необходимых для самостоятельного изучения дисциплины.

Учебное пособие позволит самостоятельно готовиться к семинарам, практическим занятиям и экзамену в образовательных организациях МВД России.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Мишин А. С. Нормальная физиология: полный курс к экзамену. 2-е изд. — Саратов: Научная книга, 2020. — 351 с.
2. Нейрофизиология. Основной курс: учебное пособие: / А. А. Лебедев, В. В. Русановский, В. А. Лебедев, П.Д. Шабанов. — Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2019. — 271 с.
3. Щанкин А. А. Особенности высшей нервной деятельности и психическое здоровье детей: учебное пособие. — Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2019. — 96 с.

Дополнительная литература:

1. Гейжан Н. Ф., Душкин А. С., Юренкова В. А. Психология и педагогика: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Из-во СПб ун-та МВД России, 2016. — 268 с.
2. Дубынин В. А. Регуляторные системы организма человека: учебное пособие. — Москва: Дрофа, 2003. — 368 с.
3. Ковалева А. В. Нейрофизиология, физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: учебник. — Москва: Изд-во Юрайт, 2017. — 365 с.
4. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии: учебное пособие для вузов. — Москва: Академия, 2003. — 384 с.
5. Рожков А. А. Психология личности: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Изд-во СПб ун-та МВД России, 2018. — 152 с.
6. Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга. — Москва: Изд-во АСТ, 2015. — 352 с.
7. Смирнов В. М. Физиология человека: учебник. — Москва: Медицина, 2002. — 608 с.

Для заметок

Для заметок

Учебное издание

Нимировская Юзефа Казимировна,
кандидат педагогических наук

**ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
И СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ**

Учебное пособие

Редактор *Шереметьева Т. Л.*
Компьютерная верстка *Душкова А. Ю.*
Дизайн обложки *Шеряй А. Н.*

ISBN 978-5-91837-619-5



Подписано в печать 22.11.2022. Формат 60x84 ¹/₁₆
Печать цифровая. Объем 9,5 п. л. Тираж 30 экз. Заказ № 134/22

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете МВД России
198206, Санкт-Петербург, ул. Летчика Пилютова, д. 1.