

О. Н. ТИХОДЕЕВ

ОСНОВЫ ПСИХОГЕНЕТИКИ

*Учебник
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению «Психология»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2011

УДК 159.9(075.8)

ББК 88я73

Т462

Рецензенты:

доктор биологических наук, академик РАН, заведующий кафедрой генетики и селекции Санкт-Петербургского государственного университета

С. Г. Инге-Вечтомов;

доктор психологических наук, доцент, заведующий кафедрой медицинской психологии и психофизиологии Санкт-Петербургского государственного университета *О. Ю. Щелкова*

Тиходеев О. Н.

Т462

Основы психогенетики : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / О. Н. Тиходеев. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 320 с.

ISBN 978-5-7695-8051-2

Учебник создан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 030300 «Психология» (квалификация «бакалавр»).

Рассмотрены концептуальные положения молекулярной биологии, важнейшие признаки формирования индивидуальных признаков живого организма, молекулярные процессы, лежащие в основе функционирования нервной системы человека, его психики, а также методы современной психогенетики и их возможности. Приведены данные о влиянии конкретных генов на психологические признаки животных и человека и молекулярных механизмах такого влияния. Освещены вопросы истории возникновения психогенетики, перспективы ее развития, современного представления об эволюции человеческой психики и этических аспектах психогенетики.

Для студентов учреждений высшего профессионального образования.

УДК 159.9(075.8)

ББК 88я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Тиходеев О. Н., 2011

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2011

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2011

ISBN 978-5-7695-8051-2

Вопрос о влиянии генов на человеческую психику обсуждается психологами и генетиками уже более ста лет. Но только совсем недавно стало возможным перейти от косвенных доводов к выявлению генов, непосредственно участвующих в контроле психологических признаков. Это связано с бурным развитием молекулярной генетики и разработкой специальных методов генетического анализа, применимых к такому сложному объекту, как человек.

Основная задача данного учебника — ознакомить студентов-психологов на доступном для них уровне с идеологией и важнейшими методами современной психогенетики, с ее достижениями и ближайшими перспективами. Особое внимание уделено психологическим признакам, для которых уже установлены конкретные гены. Это эпизодическая память, пластичность мышления, внимательность, склонность к самоубийству, отношение к пище, а также предрасположенность к алкоголизму. Влияние конкретных генов на перечисленные признаки продемонстрировано множеством независимых исследований и убедительно подтверждено мета-анализом.

Необходимо отметить, что термин «психогенетика» главным образом характерен для отечественной литературы. Зарубежным аналогом является «генетика поведения». Мы будем использовать термин «психогенетика» ко всем аспектам генетики поведения человека за исключением отчетливо выраженных психических аномалий, традиционно являющихся объектами психиатрии.

В основу настоящего учебника положен курс «Психогенетика», читаемый автором в течение ряда лет на факультете психологии Санкт-Петербургского университета. Автор выражает глубокую признательность Н. И. Абрамсон, М. С. Березанцевой, Е. В. Голубковой, Е. В. Даеву, Л. А. Мамон, П. А. Шапчицу, О. В. Щербаковой за ценные рекомендации, высказанные ими при подготовке рукописи к изданию.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

1.1. Место биологии среди естественных наук

Приступая к краткому знакомству с современной биологией, необходимо начать с концептуального вопроса о том, каково ее место среди естественных наук. К этим наукам относят *астрономию, геологию, физическую географию, химию, биологию и физику* (с учетом их многочисленных разделов). Астрономия занимается всесторонним исследованием космоса, геология изучает недра земного шара, физическая география — поверхность нашей планеты. Химия исследует строение и свойства веществ. Биология изучает жизнь во всех ее проявлениях, а физика — всеобщие, фундаментальные законы мироздания.

Опираясь на это общепринятое описание наук, нетрудно прийти к принципиально важному выводу. Если физика изучает всеобщие законы природы, это значит, что любая другая естественная наука имеет дело с теми же самыми законами, но с учетом специфики конкретных исследуемых явлений. Соответственно все естественные науки можно рассматривать в качестве частных физических дисциплин (табл. 1.1). Астрономия, по сути, является физикой космоса, геология — физикой недр земного шара, физическая география — физикой поверхности Земли. Химия представляет собой физику веществ на атомарно-молекулярном уровне их организации. И, наконец, биология — это *физика живого*.

Насколько оправданы такого рода представления? Попробуем выяснить это на примере биологии. В 1944 г. выдающийся австрийский физик Эрвин Шредингер опубликовал свою книгу «Что такое жизнь?». В этой книге он обратил внимание на то, что целый ряд явлений живой природы был в то время абсолютно необъясним с позиции физики. Поэтому, предполагал Шредингер, в результате дальнейшего развития биологии будут открыты принципиально новые физические законы, выполняющиеся только в живой природе.

Таблица 1.1. Естественные науки как частные физические дисциплины

Наука	Объект изучения	Примеры исследуемых явлений	Основные причины явлений
Астрономия	Космос	Смена лунных фаз	Движение Луны по орбите вокруг Земли; падение солнечных лучей на поверхность Луны
		Формирование марсианских кратеров	Взаимодействие поверхности Марса с метеоритами
		Развитие Солнечной системы	Постепенное формирование и уплотнение разнообразных скоплений в гигантском облаке космического газа и пыли
		Старение звезд	Истощение запасов водорода в недрах звезд
Геология	Недра Земли	Извержение вулканов	Образование разрывов в земной коре; выброс расплавленных компонентов мантии на земную поверхность
		Формирование осадочных пород	Разрушение горных пород; смывание образующихся частиц в водоемы и осаждение на дне
		Движение материковых плит	Постепенное перемещение расплавленных пород в толще мантии
		Формирование месторождений нефти и природного газа	Образование мощных отложений из останков растений; преобразование этих останков под действием высоких температуры и давления

Наука	Объект изучения	Примеры исследуемых явлений	Основные причины явлений
Физическая география	Поверхность Земли	Разнообразие осадков	Варьирование температуры и влажности воздуха в различных участках атмосферы
		Сезонная смена ветров	Сезонные изменения температуры на определенных участках земной поверхности
		Формирование речной долины	Размывание земной коры потоками воды; изменение русла в результате вращения Земли; отложение осадков на берегах при разливах
		Развитие горной системы	Деформация земной коры при движении материковых плит; разрушение образовавшихся складок водными потоками, ветром и др.
		Разнообразие климатических поясов	Неравномерное распределение тепла, поступающего на земную поверхность с солнечными лучами
Химия	Строение и свойства веществ	Разнообразие химических элементов	Варьирование количества протонов в ядрах атомов
		Перенос электронов при окислительно-восстановительных реакциях	Стабилизация электронных оболочек у взаимодействующих атомов
		Кислотно-щелочные свойства веществ	Характер диссоциации молекул при взаимодействии с растворителем

Биология	Жизнь		Ускорение химической реакции в присутствии катализаторов	Способность катализатора взаимодействовать с участниками реакции с образованием высокоактивных промежуточных соединений
			Питание организма	Поглощение необходимых молекул из окружающей среды и их преобразование в собственные молекулы организма
			Дыхание организма	Окисление части собственных органических веществ с выделением энергии, использованием на нужды организма
			Развитие многоклеточного организма из одноклеточного зародыша	Деление клеток зародыша; неравномерное распределение регуляторных молекул по разным клеткам; задействие разных генов в различных клетках
			Подвижность ящерицы	Использование энергии молекул АТФ для перемещения белковых нитей в мышечных клетках
			Разворачивание листьев на побеге картофеля под действием света	Восприятие рецепторными молекулами квантов света; активация молекул, обеспечивающих развитие листьев

С тех пор биология совершила гигантский скачок, что связано с переносом исследований на молекулярный уровень. Уже разгаданы многие тайны живой природы, однако это пока не привело ни к каким существенным изменениям в области физики. Действительно, практически для каждого живого существа выполняются все без исключения физические законы: закон сохранения вещества и энергии, законы электро- и термодинамики, законы механики, оптики и многие другие. Более того, даже в сложнейших биологических закономерностях все отчетливее прослеживаются конкретные молекулярные механизмы, имеющие под собой сугубо физическую основу. Наконец, организмы состоят из таких же атомов, что и неживая природа. Варьирует только соотношение между разными атомами (табл. 1.2).

Таблица 1.2. Относительное содержание химических элементов в живой и неживой природе

Химический элемент	Содержание, % по массе		
	во Вселенной	в земной коре	в организме человека
Водород (H)	87	0,14	10
Гелий (He)	12	< 0,000001	< 0,000001
Углерод (C)	0,03	0,03	18
Азот (N)	0,008	0,0001	3
Кислород (O)	0,06	46	65
Натрий (Na)	0,0001	2,5	0,1
Магний (Mg)	0,0003	2,3	0,03
Алюминий (Al)	0,0002	8	0,00009
Кремний (Si)	0,003	27	0,001
Фосфор (P)	0,00003	0,1	1,2
Сера (S)	0,002	0,05	0,2
Хлор (Cl)	0,000008	0,02	0,2
Калий (K)	0,000007	2,2	0,2
Кальций (Ca)	0,0001	4,1	1,5
Железо (Fe)	0,002	5	0,006

Таким образом, биологию с современной точки зрения вполне правомочно рассматривать как физику живого. В соответствии с этим мы вправе ожидать, что *любые биологические явления, будь то развитие, подвижность, размножение или поведение, возникают в результате обмена веществ и энергии, т.е. очень сложных, но сугубо материальных процессов.*

1.2. Молекулярная специфика живого

Одной из ключевых особенностей живой природы является сложнейший химический состав. Так, даже в примитивной бактериальной клетке содержатся десятки тысяч различных соединений, а в организме взрослого человека — многие миллионы. Подавляющее большинство из них относится к **органическим соединениям**.

Молекула любого органического вещества содержит в своем составе атомы углерода, причем, как правило, в довольно большом количестве. Эти атомы ковалентно связаны между собой, образуя достаточно прочные углеродные цепочки. Разнообразие таких цепочек поразительно велико. Во-первых, они очень сильно варьируют по длине. Во-вторых, они могут быть разными по своему строению, а именно — линейными, разветвленными или кольцевыми. В-третьих, связи между соседними атомами углерода бывают не только одинарными, но и двойными или даже тройными. В результате всего лишь из нескольких атомов углерода можно «построить» большое разнообразие подобных цепочек.

Кроме того, в состав органических молекул входят атомы и некоторых других химических элементов. Чаще всего это атомы водорода, кислорода, азота, фосфора или серы. Они ковалентно присоединены к углеродным цепочкам, образуя друг с другом различные сочетания. При этом одна и та же углеродная цепочка служит «скелетом» для множества разных соединений, что приводит к огромному разнообразию органических веществ.

Как известно, в процессе обмена веществ и энергии органические соединения вступают в сложнейшие взаимодействия. В результате формируются разнообразные **молекулярные комплексы**, обеспечивающие необходимые для организма химические реакции. Нужно отметить, что каждый подобный комплекс содержит лишь строго определенные молекулы, причем в конкретном соотношении между собой. Что же позволяет молекулам правильно распознавать друг друга среди тысяч и тысяч различных соединений?

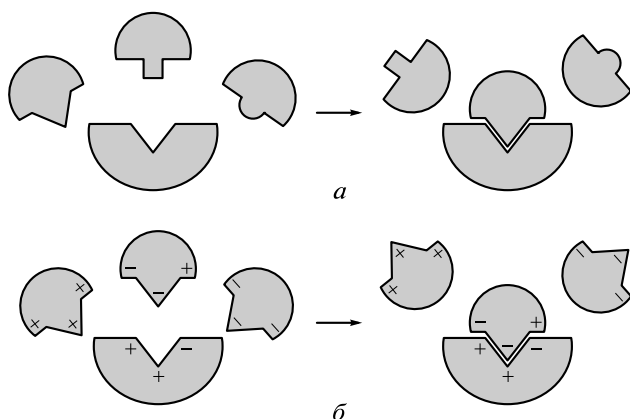


Рис. 1.1. Формирование молекулярного комплекса с учетом формы молекул (а) и их зарядов (б)

Прежде всего, взаимодействующие органические молекулы точно соответствуют друг другу по размеру и форме (рис. 1.1, а). Однако в составе одного и того же организма обычно содержится много различных соединений, молекулы которых близки и по форме, и по размеру. Таким образом, чтобы молекулы распознавали друг друга, должно соблюдаться еще одно важное условие, а именно — взаимное соответствие их зарядов (рис. 1.1, б). В этом случае возникает электростатическое притяжение, позволяющее молекулам сформировать необходимый комплекс.

Подобные заряды обусловлены тем, что некоторые атомы, входящие в состав органической молекулы, существенно различаются своей **электроотрицательностью**, т.е. способностью притягивать электроны (табл. 1.3). В результате образуются ковалентные полярные связи, за счет которых молекула и приобретает определенные заряды. Такие связи обеспечиваются группами разных атомов, ковалентно присоединенных к углеродному скелету. Чаще всего это следующие группы: —ОН, —СО, —СООН, —NH₂, —SH и —H₂PO₄. Их названия и свойства представлены в табл. 1.4.

Таблица 1.3. Типы химических связей

Тип связи	Основные особенности	Примеры*
Ковалентная неполярная	Образуется между атомами, имеющими одинаковую электроотрицательность. Электронная плотность не смещается ни к одному из взаимо-	$\text{C} - \text{C}$ $\text{C} = \text{C}$ $\text{O} = \text{O}$ $\text{S} - \text{S}$ $\text{N} \equiv \text{N}$ $\text{Cl} - \text{Cl}$

Тип связи	Основные особенности	Примеры*
	действующих атомов. Дополнительных зарядов на них не возникает. Достаточно прочная связь	
Ковалентная полярная	Образуется между атомами, имеющими разную электроотрицательность. Электронная плотность частично смещается к одному из атомов, в результате чего возникают слабые электростатические заряды. Достаточно прочная связь	$C^{\delta-} - H^{\delta+}$ $C^{\delta+} = O^{\delta-}$ $O^{\delta-} - H^{\delta+}$ $N^{\delta-} - H^{\delta+}$ $S^{\delta-} - H^{\delta+}$ $O^{\delta-} - P^{\delta+}$
Ионная	Образуется между атомами, резко отличающимися своей электроотрицательностью. Один или несколько электронов полностью переходят к более электроотрицательному атому, в результате чего возникают сильные заряды. Непрочная связь, в растворе легко диссоциирует с образованием ионов	H^+Cl^- K^+OH^- Na^+Cl^- $Ca^{2+}CO_3^{2-}$
Водородная	Образуется между атомами, несущими слабые противоположные по знаку электростатические заряды. Очень слабая связь. Легко разрушается	$C^{\delta+} = O^{\delta-}$ $\cdot$ $\cdot$ $\cdot$ $H^{\delta+} - N^{\delta-}$

* Знаками « $\delta+$ » и « $\delta-$ » показаны слабые положительные и отрицательные заряды, возникающие в результате частичного смещения электронной плотности к более электроотрицательному атому. Знаками «+» и «-» показаны сильные заряды, возникающие в результате полного смещения электрона к одному из атомов.

Именно от разнообразия заряженных групп, от их количества и взаимного расположения на углеродном скелете зависят свойства конкретной органической молекулы. При этом обычно выполняется следующее правило: *чем больше различных заряженных групп у молекулы, тем сложнее ее химические свойства. В свою очередь, от этого зависят и биологические функции, выполняемые данными молекулами в организме.*

Необходимо особо подчеркнуть, что в живой природе встречаются далеко не все органические вещества. Для удобства их принято называть **биоорганическими соединениями**. Именно этими соединениями обусловлено все разнообразие явлений живой природы.

Таблица 1.4. Характеристика наиболее распространенных заряженных групп атомов

Название группы	Химическая формула группы	Распределение зарядов*	Результат для молекулы
Гидроксильная	$-\text{OH}$	$-\text{O}^{\delta-}\text{H}^{\delta+}$	Молекула приобретает два слабых электростатических заряда, противоположных друг другу по своим знакам. На поверхности молекулы оказывается слабый положительный заряд
Карбонильная	$-\text{C}(=\text{O})-$	$\begin{array}{c} \delta^- \\ \text{O} \\ \delta^+ \text{C} \\ \end{array}$	Молекула приобретает два слабых электростатических заряда, противоположных друг другу по своим знакам. На поверхности молекулы оказывается слабый отрицательный заряд
Карбоксильная	$-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	$\begin{array}{c} \delta^- \\ \text{O} \\ \delta^+ \text{C} - \text{O}^- \end{array}$	Связь $\text{O}-\text{H}$ в карбоксильной группе является ионной. Такие связи легко разрушаются в водной среде. В результате молекула, содержащая карбоксильную группу, обычно приобретает сильный отрицательный заряд
Амино	$-\text{N}(\text{H})_2$	$\begin{array}{c} \text{H}^{\delta+} \\ \delta^- \text{N}^+ - \text{H}^+ \\ \\ \text{H}^{\delta+} \end{array}$	Атом азота в составе аминогруппы способен присоединять протон из водной среды. В результате молекула, содержащая аминогруппу, обычно приобретает сильный положительный заряд

Тио	—SH	$-\text{S}^{\delta-}\text{H}^{\delta+}$	Молекула приобретает два слабых электростатических заряда, противоположных друг другу по своим знакам. На поверхности молекулы оказывается слабый положительный заряд
Фосфатная	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{O}-\text{P}-\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{O}-\text{P}-\text{O}^- \\ \\ \text{O}^- \end{array}$	Связи O—H в фосфатной группе являются ионными. Такие связи легко разрушаются в водной среде. В результате молекула, содержащая фосфатную группу, обычно приобретает сильный отрицательный заряд

* См. пояснения к табл. 1.3.