Не расхотеть, а распробовать

Дофамин:

почему хочется всё больше,
а радует всё меньше



НАДЯ ЦЕЛЬХЕРТ

ПСИХОЛОГИЯ ПО ДАННЫМ

Надя Цельхерт

Не расхотеть, а распробовать. Дофамин: почему хочется всё больше, а радует всё меньше. Что осталось от «гормонов счастья» и дофаминового детокса после проверок

«Автор»
2026

Цельхерт Н.

Не расхотеть, а распробовать. Дофамин: почему хочется всё больше, а радует всё меньше. Что осталось от «гормонов счастья» и дофаминового детокса после проверок / Н. Цельхерт — «Автор», 2026

В корзине интернет-магазина у Марка одиннадцать вещей, и каждую он хотел всерьёз. Друг спрашивает, что подарить, а Марк не может выбрать ни одной. Объяснение он знает из роликов: дофамин «посажен», телефон «выжег рецепторы», поможет детокс.Книга разбирает каждое такое объяснение как дело: что обещали, кто перепроверил, что осталось. Среди дел — «шоколад +55 %, кокаин +225 %», «гормоны счастья», лайк как доза, дофаминовый детокс. У каждой идеи — знак доказанности, у каждой громкой цифры — пометка, на ком и где её сняли: на людях, на крысах, в крови или в томографе.Лучшее объяснение на сегодня: «хочу» и «нравится» устроены по-разному, и дофамин больше про «хочу». Перерыв от ленты мало убавляет «хочу». Помогают, тоже понемногу, замена под рукой, ожидание и смакование.Вместо плана на 30 дней — опыт на себе: три недели, одна перемена, решение по своим записям.Марк придуман, учёные и цифры настоящие. Депрессия и зависимости — тема для специалиста; когда к нему идти, в книге сказано.

© Цельхерт Н., 2026
© Автор, 2026

Содержание

Введение. «Мне ничего не хочется» 6
Химия с характером 7
Двенадцать вопросов 8
Где сняли цифру 9
Можно ли на это ставить 10
Одиннадцать вещей 15
Часть I. Дела о дофамине 16
Угол, куда возвращалась крыса 17
Кнопка в Тулейне 19
Крысы, которым нравился сахар 20
Мурашки от песни 22
Половина ведёрка 25
Глава 2. Почему радует только неожиданное? 26
Искали движение 27
Учебник в Кембридже 28
Уравнение счастья 31
Сахар в случайный момент 32
Купюра в кармане 34
Глава 3. Почему мне не хочется вставать с дивана? 36
Сорок четыре сантиметра 37
Мизинец неведущей руки 41
Какая чаша полегчала 42
Обед, который приготовил кто-то другой 45
Прав наполовину 46
Глава 4. Откуда цифры «шоколад +55 %, кокаин +225 %»? 47
Значок крысы 48
Пять самцов и перегородка 49
Семь фунтов за уровень 50
Час по шею в воде 52
Конец ознакомительного фрагмента. 53

Надя Цельхерт
Не расхотеть, а распробовать. Дофамин: почему хочется всё больше, а радует всё меньше. Что осталось от «гормонов счастья» и дофаминового детокса после проверок

Не расхотеть, а распробовать
Дофамин: почему хочется всё больше, а радует всё меньше
Надя Цельхерт
Серия «Психология по данным»
Данные и статусы исследований сверены по состоянию на ноябрь 2026 года.
Книга не заменяет консультацию психолога, психотерапевта или врача.

Введение. «Мне ничего не хочется»

«Что тебе подарить? Только не пиши „ничего“». Сообщение от старого друга пришло ещё утром, до дня рождения Марка осталась неделя. Вопрос простой, а ответа у Марка к вечеру так и нет.

Марк открывает корзину интернет-магазина. В ней одиннадцать вещей: наушники, ещё одни наушники, подешевле, туристический фонарь, толстая книга о том, как варить кофе. Каждую он положил туда сам, обычно поздно вечером, и каждую в ту минуту хотел всерьёз: читал отзывы, сравнивал цены, ждал скидки. Теперь он листает список сверху вниз и не может выбрать ни одной вещи. Книга о кофе, кажется, появилась из-за кофемолки, купленной весной. Кофемолку он доставал дважды.

Он пишет другу: «Мне ничего не хочется, правда». Отправляет и кладёт телефон экраном вниз.

Фраза неточная, и Марк это понимает. За последний час ему хотелось много чего: проверить, не ответил ли друг; включить ещё одну серию, хотя предыдущая не понравилась; заказать ужин, хотя дома есть еда; заглянуть в рабочий чат, где с обеда спорят о сроках. Хотелось часто, быстро и как будто без его участия. А исполненное желание не приносило ничего, кроме следующего.

С радостями та же история. В субботу Марк ходил на концерт группы, которую лет десять назад слушал до дыр. Было нормально. Слово «нормально» он в последнее время говорит часто.

Объяснение у Марка есть, из коротких роликов. Дофамин у него «посажен». Телефон «выжег рецепторы», мозг привык к дешёвым удовольствиям, и обычные радости перестали цеплять. Лечение тоже известно. В прошлом месяце Марк устроил себе «дофаминовый детокс»: выходные без ленты, сериалов и сладкого. К среде всё вернулось на место, только к прежнему прибавилось чувство, что и детокс он провалил.

Почему хочется всё больше, а радует всё меньше — и что делать, если «детокс» не помог?

Марка нет. Его самого, друга с вопросом о подарке и корзину на одиннадцать вещей мы сочинили для этой книги, и лучше сказать это сейчас, пока Марк не начал вызывать доверие. Слова, которыми он объясняет свой вечер, сочинять не пришлось: их можно услышать в любом ролике о дофамине.

Химия с характером

«Посажен», «выжег», «обнулить» — так говорят о батарейке, о проводке, о счётчике. В роликах дофамин к тому же «требует» и «награждает», а рядом с ним ходят ещё три вещества с таким же нравом.

Все четыре под одной вывеской стоят в книге Лоретты Грациано Бройнинг 2015 года о привычках счастливого мозга: серотонин, дофамин, окситоцин и эндорфины названы там «химией счастья», а издательская аннотация обещает поднять уровень счастья за 45 дней. Сама Бройнинг — почётный профессор менеджмента и во введении прямо пишет, что разбирать будет, как эти вещества работают в организме животных. Через три года психиатр Дэниел Либерман и спичрайтер Майкл Лонг в своей книге назвали дофамин молекулой «ещё», молекулой погони за тем, чего пока нет, и связали его с творчеством, разводами, политикой и даже с древней миграцией через Берингов пролив. Рецензент отраслевого журнала признал, что рассказывает книга интересно, но «этого толком не доказывает».

У «дофаминового детокса» дорога короче. В 2019 году клинический психолог из Сан-Франциско предложил «дофаминовое голодание» как приём поведенческой терапии: в определённые часы обходиться без импульсивного занятия, которое мешает жить, чтобы на него уходило меньше времени. Осенью того же года, 7 ноября, о голодании написала New York Times. Героями репортажа стали основатели стартапа, которые на время «голодания» отказывались от еды, музыки и лишних разговоров и даже не смотрели людям в глаза. У автора приёма ничего этого не было. Нейробиолог Джон Саламоне, один из главных исследователей дофамина и мотивации, сказал, что называть метод «дофаминовым» — «нелепое упрощение». Свой «пост» есть и у Анны Лембке, психиатра, которая лечит зависимости и в 2021 году выпустила бестселлер о дофамине. У неё это около месяца без одного «своего наркотика», а остальные радости остаются на месте. В роликах приём психолога, пост психиатра и газетная аскеза давно слились в одно слово «детокс».

Под всеми этими ярлыками лежит одна и та же мысль, которую повторил себе и Марк: дофамин и есть удовольствие. Сомневаются в ней как раз те, кто изучает удовольствие по профессии. В 2015 году два ведущих исследователя удовольствия в мозге разобрали в обзоре кандидатов, которых учебники называют его источниками. Про некоторые из самых известных, в том числе про классические «электроды удовольствия» и дофаминовую систему награды, они написали, что те, «возможно, в конце концов, удовольствия не порождают».

Если они правы, объяснение Марка придётся строить заново. Книга предлагает своё, пока без доказательств: хотеть и получать удовольствие — разные вещи, и в мозге они устроены по-разному. Тогда вечер Марка — не поломка, а расхождение одного с другим. Это лучшее объяснение на сегодня, но книга проверит и его по тем же правилам, что и чужие идеи. Забегая вперёд: высший знак оно не получит.

Двенадцать вопросов

Вопросы глав — те, что Марк мог бы задать себе вечером, перед сном. Подсел ли я на телефон? Почему так трудно просто посидеть? Глава открывается короткой сценой из жизни Марка, потом идёт дело: знаменитый опыт или популярная идея, разобранные по документам. Кто это открыл, почему в это поверили, кто перепроверил, что осталось. Итог дела подведён во врезке «Знак доказанности». Закрывают главу правило, которое умещается в строку, и одно действие на неделю, обычно замер: заметить, записать, сравнить. Из-за этих замеров читать главы лучше по порядку: шкала «хочется» до и «понравилось» после, которую вы заведёте после первой главы, понадобится в практической части.

Часть I, «Дела о дофамине», — четыре главы о том, чем дофамин занят: что нашли в «центре удовольствия», правда ли, что радует только неожиданное, при чём тут нежелание вставать с дивана и откуда взялись проценты про шоколад и кокаин. Часть II, «Гормоны счастья», — одна глава о трёх остальных веществах из ярлыка — серотонине, эндорфинах и окситоцине, — по короткому делу на каждое. Часть III называется вопросом Марка: «Почему хочется всё больше, а радует всё меньше». В ней привыкание к хорошему, «качели» удовольствия и боли, телефон, «детокс» и скука. Часть IV, «Как вернуть вкус», — о том, что поставить на место ленты и как привычное снова начинает радовать.

Практическая часть, «Опыт на себе», нужна потому, что средний результат исследования говорит о группе людей, а что сработает у вас, из него не следует. Там вы научитесь проверять приёмы на себе: замерить, поменять одно, замерить снова и решить по своим записям. Марк пройдёт эти опыты первым, тоже понарошку, чтобы было видно, как ведут такие записи.

Это вторая книга серии «Психология по данным». В первой, «Спорить с собой тише», на весах лежали цена усилия и награда; здесь речь о том, что такое сама награда и почему её вес меняется. Знать первую книгу, чтобы читать эту, не нужно.

Разговор здесь о желании и удовольствии здорового взрослого. Депрессия, зависимости и азартные игры устроены иначе, и где проходит граница, подробно сказано в приложении. Одну мерку стоит знать сразу: британская Национальная служба здравоохранения советует идти к врачу, если признаки депрессии — например, пропали интерес и мотивация, жизнь не радует, не хватает сил — держатся большую часть дня, каждый день и дольше двух недель, а при мыслях о том, чтобы причинить себе вред, — обращаться за помощью немедленно.

Про каждый ходовой совет о дофамине и удовольствии вы будете знать, на ком мерили его эффект и что от него осталось после проверок. Будут и приёмы, которые помогают ослабить тягу к пустому и вернуть вкус тому, что раньше радовало. Знак у каждого свой, высокий не у всех, зато вы будете знать, какого эффекта ждать, и сможете проверить, работает ли приём у вас. Обнулить дофамин, вернуть мозгу заводские настройки или отучить его хотеть книга не предложит.

Где сняли цифру

«Шоколад поднимает дофамин на 55 %, кокаин — на 225 %». «Холодная вода — на 250 %». Звучит как замер в человеческой голове: был такой уровень, стал такой. У Лембке, откуда взяты первые две цифры, сказано, на ком их сняли, но в пересказах это теряется. А цифры кочуют дальше. В популярном подкасте, выпуск которого подан как «дофаминовый мастер-класс», шоколад поднимает дофамин уже в полтора раза, секс — вдвое.

Замерить дофамин в мозге живого человека трудно. Анализ крови не поможет: дофамин из крови в мозг не проходит, поэтому сколько его в крови — вопрос про кровь. Томограф, как мы увидим, дофамин напрямую не видит, и о нём судят по косвенному признаку. Быстрые изменения дофамина у человека напрямую удаётся измерить только во время операций на мозге, у считанных пациентов, которым вживляют электроды. Крысе зонд можно ввести прямо в мозг. Но это крыса.

Поэтому одна и та же фраза «дофамин вырос» может значить четыре разные вещи, и у каждой своё слепое пятно. Измерено у животных — значит, в мозге, но не в человеческом. В крови — у человека, но не в мозге. В томографе — в мозге человека, но по косвенному признаку. У людей, по их поведению и их словам, — ровно то, что нас интересует, только дофамин в таком опыте обычно не мерит никто.

Отсюда пометка «на ком измерено», которая стоит в книге у каждой громкой цифры: чаще словами внутри фразы («у крыс», «в крови»), а во врезке с итогом дела — отдельной строкой. Качество опыта она не оценивает: опыт на крысах бывает безупречным, а опрос людей — слабым. Пометка меряет расстояние — сколько шагов отделяет цифру от вашего вечера.

Да и «у людей» означает разное. В одном опыте с томографом было восемь мужчин, в одном опыте с отказом от соцсетей — около тридцати пяти тысяч человек. Поэтому рядом с пометкой мы обычно называем и число. У пары самых знаменитых процентов из роликов эти шаги, как выяснится в четвёртой главе, длиннее, чем принято думать.

У самого Марка пометка вышла бы короткой: ни на ком. Поэтому доказывать он ничего не будет. Если в какой-нибудь главе ему станет легче, довод в пользу приёма надо искать в опубликованных работах, которые названы рядом и собраны в конце книги. Если не станет, это и не довод против. Всё остальное в книге настоящее и взято из статей, интервью и самих книг: крысы с зондом в мозге, пациенты, которым вживляли электроды, восемь мужчин в томографе, психолог, чей приём стал модой.

Можно ли на это ставить

Где сняли цифру, скажет пометка. Выдержало ли проверки обещание, которое за цифрой стоит, скажет знак доказанности, общий для всей серии «Психология по данным»:

● держится: обещание пережило проверки почти без потерь;

◐ держится, но слабее, чем обещали: обещанное нашлось, но эффект скромнее, касается не всех или держится недолго;

○ спорно: одни проверки за, другие против, либо проверок слишком мало, и перевеса пока нет;

✕ не подтвердилось: строгие проверки, аккуратнее первых опытов, искали обещанное и не нашли;

⊘ отозвано: статью официально отозвал журнал, и в доказательства она больше не годится.

ШКАЛА КНИГИ

Знак доказанности

Четыре ступени силы доказательств и отдельно — «отозвано».



Обещание пережило проверки почти без потерь.



Обещанное нашлось, но эффект скромнее, касается не всех или держится недолго.



Одни проверки за, другие против, либо проверок слишком мало, и перевеса пока нет.



Строгие проверки, аккуратнее первых опытов, искали обещанное и не нашли.



Статью официально отозвал журнал, и в доказательства она больше не годится.

Рис. В.1. Знак доказанности

ПОМЕТКА КНИГИ

На ком измерено

Одна и та же фраза «дофамин вырос» может значить четыре разные вещи, и у каждой своё слепое пятно.

У ЖИВОТНЫХ

В мозге, но не в человеческом.

В КРОВИ

У человека, но не в мозге.

В ТОМОГРАФЕ

В мозге человека, но по косвенному признаку.

У ЛЮДЕЙ

По их поведению и их словам — ровно то, что нас интересует, только дофамин в таком опыте обычно не мерит никто.

Пометка меряет расстояние — сколько шагов отделяет цифру от вашего вечера. Качество опыта она не оценивает.

Знак — можно ли на это ставить. Пометка — про меня ли это.

Пометка «на ком измерено» стоит в книге у каждой громкой цифры.

Рис. В.2. На ком измерено

Знак дают конкретному обещанию, а ставят по публикациям, найденным осенью 2026 года. Если сказано «нам найти не удалось», значит, мы искали и не нашли. Одна идея может уйти с двумя знаками: если громкая её версия не подтвердилась, а осторожная держится, или если у животных идея держится крепче, чем у людей.

Работу, которую пока никто не повторил, мы не прячем: о ней сказано во врезке особо, в пункте «Отдельной строкой». Обещанию, которое держится на одной такой работе, знак выше ○ достаётся, только если в ту же сторону указывают данные другого рода; их мы называем рядом. Знак ✕ ставим и тогда, когда обещание построено на механизме, которого, по надёжным данным, нет. Где прочтение данных наше, а не авторов исследования, мы это оговариваем.

Следователь, который не нашёл улик, не пишет в отчёте, что преступления не было. Он пишет, что улик не нашёл. Четвёртая ступень устроена так же: обещанного эффекта не нашли там, где искали, и искали тщательно. Представим совет: вечерняя прогулка поднимает дофамин вдвое. Если строгие проверки этого не нашли, знак у совета будет ✕, а значить он будет ровно одно: вдвое — не нашли. Действует ли прогулка на дофамин хоть немного и нравится ли она вам, этот знак не решает.

Знак и пометка отвечают на разные вопросы. Знак — можно ли на это ставить. Пометка — про меня ли это. Нужны оба: цифра бывает надёжно повторена на крысах и ни разу не проверена на людях, а бывает снята с людей в одном маленьком опыте.

Одиннадцать вещей

Друг отвечает через пару минут: «Не верю. Подумай до пятницы».

Марк снова открывает корзину и листает её, как чужую. Одиннадцать вещей, и ради каждой он когда-то сидел за полночь, сравнивая цены. Хотеть он не разучился. Для человека, у которого «посажен» дофамин, хочет он подозрительно много.

К ночи вещей в корзине, скорее всего, станет двенадцать.

Часть I. Дела о дофамине
Глава 1. Правда ли, что дофамин — гормон удовольствия?

Ложка скребёт по стенке: мороженого в ведёрке осталась половина. Марк ест стоя, привалившись к столешнице, в другой руке у него телефон с лентой. Солёная карамель, его любимая. И тут он замечает, что не может сказать, какой у мороженого был вкус. Не плохой. Никакой. Была только задача доесть.

Про ведёрко Марк вспомнил ещё в обед. Он сидел в сквере с сэндвичем, и мимо, играя свою короткую прилипчивую мелодию, проехал фургон с мороженым. Покупать Марк ничего не стал: дома в морозилке ждало целое ведёрко. Мелодия крутилась в голове до вечера, ведёрко вместе с ней, и от метро он шёл быстрее обычного.

Через час он снова открывает морозилку. Смотрит на остаток. Закрывает.

Вечер у Марка вполне обычный. Из роликов в той же ленте он знает, что дофамин — гормон удовольствия и что сладкое «даёт дозу». Вывод напрашивается сам: раз даже любимое мороженое не радует, с дофамином что-то не так. Видимо, сбился.

Прежде чем проверять вывод, стоит проверить посылку. Слово «гормон» в ней, строго говоря, не ошибка: гормоном дофамин тоже бывает. Из мозга он попадает в кровь и сдерживает выработку пролактина, одного из гормонов гипофиза. К удовольствию эта его работа отношения не имеет. Спорить придётся со словом «удовольствие». С чего мы вообще решили, что дофамин за него отвечает?

Ответ ведёт в начало 1950-х, в Университет Макгилла, к операции, которая пошла не по плану: электрод в мозге крысы встал не туда, куда целились. Дофамина в этой истории тогда не было вовсе.

Угол, куда возвращалась крыса

В 1953 году Джеймс Олдс и Питер Милнер хотели стимулировать током участок в задней части мозга, связанный с бодрствованием. У первой крысы электрод при вживлении ушёл в сторону и оказался намного ближе к передней части мозга. В том, где именно, расходятся даже свидетели.

Загон был квадратный, меньше метра в каждую сторону. Олдс решил давать крысе импульс около полусекунды всякий раз, когда она заходит в один определённый угол. Свой план он потом сам называл то ли глупо сложным, то ли до смешного случайным. После второго-третьего импульса крыса возвращалась в угол всё быстрее и оставалась там.

«Я простимулировал её в третий раз, и животное осталось — с возбуждённым и счастливым видом», — вспоминал Олдс в 1970 году. И тут же добавлял в скобках: вы спросите, откуда мне это знать, но я «пожил среди них и выучил их язык». Следующая его фраза важнее шутки: он уже тогда был убеждён, что крыса вернулась за добавкой.

Счастливый вид — это впечатление экспериментатора. Возвращение за добавкой — поведение, его можно засечь и посчитать. В одном абзаце воспоминаний стоят рядом две разные вещи, и разводить их потом будут десятилетиями.

Первое толкование, кстати, было вообще не про удовольствие. В статье 1956 года Олдс писал, что сначала стимуляцию приняли за то, что вызывает любопытство; наградой её ещё не считали. Потом крыс стали сажать в ящик с рычагом. Первое животное через 2–5 минут научилось нажимать на него примерно раз в пять секунд, а когда ток отключили, нажало ещё раз семь и уснуло.

Лаборатория прошла электродами по разным участкам мозга. Самостимуляцию вызывали от четверти до трети проверенных точек, и в самых сильных из них крыса жала на педаль больше двух раз в секунду.

Явно неприятной оказалась примерно одна точка из двенадцати. Наградные эффекты, подытожил Олдс, «не случайны и не ограничены маленькими неясными центрами». Единственного «центра» не нашлось уже тогда.

Коллеги сомневались: может быть, стимуляция вызывает что-то вроде зуда и награда тут ни при чём. Тогда начались проверки на силу. В лабиринте голодные крысы бежали к стимуляции быстрее, чем к еде, а наутро проходили путь без ошибок. Через решётку, которая била током по лапам, они шли к педали и выдерживали вчетверо более сильный ток, чем голодная крыса терпит ради еды. Они нажимали до ста раз на одну педаль только затем, чтобы получить доступ ко второй, с током. К этой мерке, работе ради награды, мы вернёмся в третьей главе.

Голодных крыс пускали на 45 минут в день в коробку с педалью корма, и обычно этого хватало, чтобы наесться и оставаться здоровыми. Когда там же появлялась педаль стимуляции, крысы почти переставали есть и, по словам Олдса, умерли бы от голода, если бы не «благосклонное вмешательство экспериментатора».

В пересказах вмешательство экспериментатора обычно теряется. Крыса Олдса и Милнера в блоге 2021 года на сайте популярного журнала о психологии жмёт на рычаг тысячи раз, «забывает есть и пить и в конце концов умирает». У Олдса до смерти не дошло: опыт останавливали. В похожем опыте 1965 года вес теряла только часть крыс, смотря где стоял электрод.

Массовую гибель, которую нам удалось найти в первоисточниках, описывает другая работа. В 1985 году крысам дали неограниченный доступ к кокаину через вену, и за тридцать дней погибли 90 %. Электродов в мозге там не было. Соавтором работы был Рой Уайз. Похоже, в пересказах склеились две истории: крысы, которые ради стимуляции бросали еду, пока не вмешивался экспериментатор, и крысы на неограниченном кокаине, которые действительно погибали.

Теперь посмотрите на все эти мерки подряд. Скорость бега. Частота нажатий. Сила тока, который животное готово стерпеть. Еда, от которой оно отказалось. Каждое число показывает, как сильно крыса стремится к стимуляции. Ни одно не показывает, каково ей при этом.

Обе популярные статьи Олдса, 1956 и 1970 годов, назывались одинаково: «Центры удовольствия в мозге». Олдс умер в 1976 году. В книге, вышедшей уже после его смерти, он спрашивал, есть ли у разных видов самостимуляции общая черта, «какую подразумевает слово „удовольствие“», и отвечал: вопрос остаётся без ответа и заслуживает дальнейшего изучения.

Удовольствие ли это, Олдс так и не решил. За него это сделали заголовки.

Кнопка в Тулейне

Олдс упоминал и людей. Отчёты пациентов с вживлёнными электродами, писал он в 1970 году, «часто путаные, но раз за разом положительные». Самый известный такой случай — пациент под шифром B-19 из Тулейнского университета. Там психиатр Роберт Хит с 1950 года вёл программу электрической стимуляции мозга; примерно за три десятилетия через неё прошло около ста пациентов.

B-19 был 24-летним мужчиной с эпилепсией, депрессией и употреблением наркотиков; опыт шёл в 1970 году, статьи вышли в 1972-м. Цель одной из них названа прямо: с помощью стимуляции мозга «запустить гетеросексуальное возбуждение и поведение» у гомосексуального пациента. Хит и соавтор подавали опыт как лечение того, что в декабре 1973 года Американская психиатрическая ассоциация исключила из списка психических расстройств; согласие стать испытуемым пациент дал, находясь под стражей. Подробностей опыта здесь не будет. Для нашего вопроса важна только кнопка.

Кнопку самостимуляции дали самому пациенту. По словам Хита, которые приводит научный журналист, за один трёхчасовой период B-19 нажал её около 1200 раз, в другие разы — около 1500 и около 900. Протестовал он каждый раз, когда прибор у него забирали. Хит записал, что стимуляция вызывала «чувство удовольствия, бодрости и тепла (доброжелательности)». В статье с соавтором перечислены «состояния удовольствия, эйфории, расслабленности, уверенности…», о которых пациент сообщал и которые было видно по его поведению.

Через сорок с лишним лет нейробиолог Кент Берридж с соавтором перечитали эти записи иначе. Они отмечают, что прямых слов пациента о том, что приятна сама стимуляция, в публикациях нет: его так ни разу и не цитируют. Удовольствие «по поведению» — вывод Хита и соавтора. Берридж читает то же поведение по-другому: стимуляция скорее заставляла пациента хотеть ещё стимуляции.

У каждого прочтения свой интерес. Хит писал о собственном эксперименте, Берридж — автор соперничающей теории. По документам 1972 года этот спор уже не решить. Косвенная подсказка есть только из нашего века: в работе 2008 года у трёх пациентов с тяжёлой депрессией электродами стимулировали один из узлов системы награды. Берридж с соавтором подчёркивают, что приятных ощущений во время самой стимуляции там не было, в отличие от отчётов Хита. Ангедония, то есть потеря способности получать удовольствие, у пациентов при этом со временем ослабла.

Кнопку нажимали тысячи раз. Что человек при этом чувствовал, мы знаем только со слов его врача.

Крысы, которым нравился сахар

Дофамина в этой истории до сих пор не было, и это не упущение. Когда электрод Олдса встал не туда, дофаминовых нейронов в мозге ещё никто не видел. Их впервые сделали видимыми в Стокгольме в 1964–1965 годах и тогда же описали путь от среднего мозга к прилежащему ядру, одному из главных узлов системы награды. Первым кандидатом в «вещества награды» был вообще норадреналин, но группа клеток, которую считали истоком его системы, оказалась дофаминовой; к началу 1970-х в кандидатах ходили уже оба вещества. Позже выяснилось, что и электрод в «центре удовольствия» возбуждает напрямую в основном не дофаминовые волокна: дофамин включается в цепь на шаг дальше, через другие нейроны.

В 1978 году Уайз с соавторами испытал на голодных крысах блокатор, который мешает дофамину действовать на нейроны. Под препаратом крысы сначала работали ради еды нормально, а потом бросали, совсем как крысы, которым еду просто перестали давать. Авторы решили, что блокатор приглушает наградное действие еды, и вынесли в заголовок статьи слово «ангедония», в кавычках. Удовольствие снова вывели из поведения: из того, как крыса жмёт на рычаг и бежит к кормушке.

Через два года Уайз связал с дофамином само переживание удовольствия, по-английски yumminess, «вкусноту». Формальная «гипотеза ангедонии» вышла в 1982-м. Из её названия следует простая проверка: если без дофамина пропадает удовольствие, крыса без дофамина должна стать равнодушной к сладкому.

То, что было известно к тому времени, хорошо ложилось в гипотезу. Крысы Олдса бежали к стимуляции быстрее, чем к еде, и терпели ради стимуляции боль. Пациенты с электродами, пусть путано, описывали что-то приятное. Крысы под блокатором бросали работу ради еды. Животное рвётся к тому, что ему приятно, а рвение и приятность выглядят как одно и то же. Чтобы их разделить, нужен был опыт, где одно есть, а другого нет.

Берридж начинал как сторонник этой гипотезы. В интервью подкасту Hear This Idea в 2020 году (по текстовой версии выпуска) он вспоминал, что в начале карьеры был совершенно уверен: дофамин и есть удовольствие. Гипотеза была ему дорога. Опыт его группы задумывался как ещё одно её подтверждение. Результаты, которые в неё не укладывались, по его словам, было больно получать.

Крыса не скажет, приятно ли ей, поэтому Берридж смотрел на её морду. Младенцы, другие приматы и даже крысы отвечают на вкус похожими гримасами: одними на сладкое, другими на горькое. Берридж считает их отражением самого удовольствия.

В опыте 1989 года у крыс разрушили дофаминовую систему нейротоксином. Они перестали сами есть и пить, а вкусовые реакции «по существу не изменились». Удовольствие и поиск еды, выходит, в мозге можно разделить.

В 1991 году то же разделение увидели с другой стороны. Когда током стимулировали один из участков гипоталамуса, небольшого отдела в основании мозга, крысы начинали есть как минимум вчетверо больше обычного, а гримасы удовольствия на сладкое сильнее не становились.

В обзоре 1998 года Берридж и его коллега Робинсон описали крыс, у которых дофамин в двух ключевых участках истощён на 99 %. Реакции удовольствия на сахар и отвращения на горький хинин у них оставались нормальными.

Один процент дофамина — и прежняя гримаса на сахар.

Дофаминовые системы, заключили Берридж и Робинсон, нужны, чтобы награду «хотеть», но не чтобы она «нравилась». Оба слова в оригинале стоят в кавычках, wanting и liking, чтобы отличать их от бытовых. В этой книге они будут «хочу» и «нравится».

Потом проверили зеркальный случай. В 2003 году группа Берриджа взяла мышей-мутантов, у которых осталось лишь 10 % нормального переносчика дофамина — белка, который после сигнала возвращает дофамин обратно в нейрон. Дофамина в синапсах, местах, где нейроны передают друг другу сигнал, у них было примерно на 70 % больше обычного.

Такие мыши больше ели и пили, быстрее выходили из стартовой камеры, реже останавливались и прямее бежали к сладкому, а мимика «нравится» на сахар у них не усилилась. Меньше дофамина — «нравится» на месте. Больше дофамина — растёт «хочу», а «нравится» остаётся тем же.

Удовольствие нашлось в другом месте. Берридж и соавтор описывают у крыс «горячие точки» объёмом около кубического миллиметра: если в такую точку в прилежащем ядре ввести вещество опиоидного семейства, реакции «нравится» на сахар как минимум удваиваются. Здесь работает другая химия, опиоидная.

Самая странная история этой линии — про соль. В опыте 2009 года крысы слышали звуковой сигнал, после которого в рот поступал раствор соли втрое солонее морской воды. Вкус мерзкий, и крысы успели выучить, что за этим звуком следует гадость. Потом у них препаратами вызвали солевой голод, которого эти крысы никогда в жизни не испытывали. Нейроны в одном из узлов системы награды резко усилили ответ на сигнал сразу, при первой же встрече, ещё до того, как животные попробовали соль в новом состоянии. Статья так и называется: «„Хотеть“ то, что никогда не „нравилось“».

В обзоре 2016 года Берридж и Робинсон подводят итог почти тридцати лет: «хочу» порождают большие и прочные системы мозга, «нравится» — гораздо меньшая и хрупкая система, и дофамин в этой паре на стороне желания.

На этом можно было бы закрыть дело, но автор «гипотезы ангедонии» с таким финалом не согласен. В 2008 году Уайз написал, что субъективное удовольствие обычно сопровождает награды, от которых дофамин выбрасывается всплеском. Но дофамин поднимается и при стрессе, поэтому удовольствие не обязательный спутник ни дофамина, ни даже самого подкрепления, то есть того, что закрепляет поведение. Сама гипотеза, пишет он, была не о переживании, а о функции награды, которую мерят объективно, и в этом виде она по-прежнему верно описывает роль дофамина в мотивации.

И он бьёт в слабое место противника. Тест вкусовой мимики, пишет Уайз, вряд ли прямо мерит субъективное удовольствие. Тест фиксирует стереотипные, заложенные от рождения движения, которыми животное принимает пищу или выталкивает её, и это «скорее часть глотания, чем улыбки». «Нравится» у крысы и правда видно только по морде. Спор не закончен, и обе стороны в нём серьёзны.

Значит, нужен свидетель, который может рассказать сам.

Мурашки от песни

Всё, что было до сих пор, кроме пациентов с электродами, измерено на крысах и мышах, а «нравится» у них — по мимике. Теперь в пометке «на ком измерено» будут стоять люди. С ними проверять удобнее: человек может сам сказать, понравилось ли ему.

Сначала плохая новость для простых ответов. Систематический обзор 2016 года собрал опыты, где «хочу» и «нравится» пытались развести у людей, и нашёл противоречивые результаты. Одна из причин в мерках: многие работы спрашивали о «хочу» почти теми же словами, что о «нравится». А «ожидаемая приятность», о которой обычно спрашивают людей, — это рассуждение, и оно не совпадает ни с крысиным «нравится», ни с крысиным «хочу».

Часть данных при этом ложится в модель. Пациенты с болезнью Паркинсона, у которых не хватает дофамина, в двух небольших работах оценивали вкусы так же, как здоровые; принимали ли они при этом лекарства, в кратких описаниях работ не сказано. Леводопа, вещество, из которого мозг делает дофамин, обычного настроения у здоровых добровольцев не подняла.

Тоньше всего опыт 2009 года. Участники представляли себе отдых в 80 разных местах. Одна группа половину мест воображала под леводопой, вторая, контрольная, получала только пустышку. На следующий день, когда леводопа уже вывелась, места, о которых думали под её действием, участники оценивали выше остальных. Счастливее, по словам авторов, прибавка дофамина их не делала. Она сдвинула оценку того, что ещё только предстояло: обещание удовольствия.

Теперь о том, что в модель не ложится. В двойном слепом опыте 2019 года 27 здоровых добровольцев слушали музыку трижды: под леводопой, под препаратом, который блокирует дофаминовые рецепторы, и под пустышкой. Удовольствие мерили в реальном времени кнопкой от единицы, «нет удовольствия», до четвёрки, «мурашки», а ещё по проводимости кожи и по оценке после песни. Леводопа и блокатор подействовали в противоположные стороны: под первой и удовольствие, и мотивация были выше, под вторым — ниже. Среди известных нам опытов это самый прямой, где людям подняли дофамин леводопой и им стало приятнее.

Сила у этого результата скромная. Статистически значимой называют разницу, которую трудно списать на случайность. Значимой здесь вышла разница между двумя препаратами, а отдельно с пустышкой каждый препарат не сравнивали. Итоговая оценка «нравится» после песни различалась на самой границе значимости, а время мурашек посчитали только у шестнадцати человек, у которых мурашки вообще случались. Повторений за 2020–2026 годы нам найти не удалось.

Авторы пробуют примирить обе линии. Дофамин, по их версии, может быть необходимым шагом к удовольствию от таких отвлечённых наград, как музыка, а итоговое «нравится» остаётся делом опиоидной системы. Как именно это устроено, они не знают.

Ещё два опыта сняты на ПЭТ — томографе, который видит, сколько введённой метки связалось с дофаминовыми рецепторами, а не сам дофамин. Семь человек после шестнадцати часов без еды ели в таком томографе любимое блюдо. Выброс дофамина у них был связан с тем, насколько приятной они оценили еду; с тем, насколько хотелось есть, — нет. Отдел мозга там не тот, на котором построена крысиная линия «хочу», и людей всего семеро, но выкидывать этот опыт из дела нечестно. В другой работе, на музыке, ПЭТ показал, что дофамин выделяется в двух местах. Второй томограф, который видит кровоток, уточнил, когда работает каждое: одно — пока человек ждёт любимого момента песни, другое — на самом пике. У людей дофамин, похоже, не сводится к чистому «хочу». Что именно такие томографы видят и чего не видят, разберём в четвёртой главе.

МЕХАНИЗМ

«Хочу» — большая система, «нравится» — маленькая

Дофаминовые системы нужны, чтобы награду «хотеть», но не чтобы она «нравилась».

КРЫСЫ И МЫШИ · «НРАВИТСЯ» ПО МИМИКЕ

«Хочу» большая и прочная

мелодия фургона
мысль о ведёрке
морозилка
→
бежать
нажимать
терпеть
доесть

Больше дофамина — растёт «хочу».

«Нравится»
маленькая и хрупкая

сахар
↓
мимика «нравится»

Опиоиды усиливают «нравится»; дофамин почти не меняет.

Размер карточек — смысл, а не мерка.

ОПЫТЫ

Крысы: дофамин истощён на 99 %
Прежняя гримаса на сахар, а сами не едят.

Рис. 1.1. Две системы: «хочу» и «нравится»

Знак доказанности. Дело 1: «дофамин — гормон удовольствия»

Что обещали. В мозге есть центр удовольствия, а дофамин — его молекула: больше дофамина — приятнее, меньше — радость пропадает.

Что показали проверки. У Олдса наградными оказались от четверти до трети проверенных точек мозга, а мерой служили нажатия. Крысы, у которых осталось около процента дофамина, сохраняют обычную мимику на сахар, но сами не едят; мыши с лишним дофамином сильнее рвутся к сладкому, а мимика та же. У людей пациенты с болезнью Паркинсона оценивают вкусы так же, как здоровые люди, а леводопа не меняет общее настроение. Против: в одном опыте леводопа усилила удовольствие от музыки, а в двух работах на томографе выброс дофамина совпадал с удовольствием — от еды и на пике музыки.

На ком измерено: главная линия — крысы и мыши, «нравится» по мимике; люди — небольшие группы, от семи до шестидесяти с небольшим человек, часть в томографе.

Знак: ✕ не подтвердилось — в простом виде. Обратная крайность, «дофамин к удовольствию отношения не имеет», тоже не подтвердилась.

Отдельной строкой: музыка и леводопа, 27 человек; значимы только сравнения двух препаратов между собой, оценка после песни — на границе значимости. Одна работа, повторений пока не нашлось.

Знак для модели: ◐ держится, но слабее — «дофамин отвечает за „хочу“, а не за „нравится“». У крыс и мышей две системы разводятся отчётливо, если принять мимику за мерку «нравится»; у людей данные противоречивы, отчасти потому, что «хочу» и «нравится» у человека трудно измерить порознь.

Половина ведёрка

Вернёмся к Марку на кухню и разложим его вечер по двум словам.

Его «хочу» весь день работало исправно. Мелодия фургона в обед, мысль о ведёрке, которая продержалась до вечера, и в итоге морозилка. Через час из-за того же «хочу» Марк снова открыл дверцу, хотя есть уже не собирался. А «нравится» у стола молчало: полведёрка ложкой, и вкуса не вспомнить. Возможно, у вас уже есть объяснение попроще: вкуса не было, потому что Марк смотрел в ленту; эту версию мы ещё проверим отдельно.

Если бы дофамин был молекулой удовольствия, картину пришлось бы читать как поломку: удовольствия нет, значит, нет и дофамина. По данным выходит иначе. Система «хочу», по Берриджу и Робинсону, большая и прочная, а «нравится» — маленькая и хрупкая. Первую легко раскачать сигналами, вторую легко заглушить. Вечер Марка мало похож на нехватку «хочу». Скорее наоборот: «хочу» отработало сверхурочно, а «нравится» к ведёрку так и не пришло.

Поэтому «поднять дофамин» — ещё не значит прибавить удовольствия. В опыте с воображаемым отдыхом леводопа подняла оценку того, что ещё предстоит, а людей счастливее не сделала. Советы поднять себе дофамин ради радости, скорее всего, целятся не в ту систему.

Отчётливо развести эти системы удалось только у крыс и мышей, да и там только по мимике. У людей разделение слабее, и опыт с музыкой показывает, что дофамин может касаться и удовольствия.

Похоже, у Марка ничего не сломалось и не выгорело. Всё началось с мелодии, которой он в обед не ждал, и мысль о ведёрке с той минуты его не отпускала. Как случайный звук становится сигналом к награде и что делает дофамин, когда случается то, чего мы не ждали?

Правило главы: сильно хочется — значит, сильно хочется, а понравится ли, вы узнаете только после.

На этой неделе: выберите две-три вещи, к которым вас тянет чаще всего, — сладкое вечером, ленту перед сном, мелкую покупку. Каждый раз перед тем, как начать, отметьте по шкале от нуля до десяти, насколько сильно хочется. Сразу после — насколько понравилось. Привычки пока не трогайте: задача — только заметить. Через семь дней найдите в записях место, где два числа разошлись сильнее всего.

Глава 2. Почему радует только неожиданное?

Купюра нашлась в кармане осенней куртки, которую Марк в первый холодный день снял с вешалки. Небольшая, сложенная вчетверо, забытая, видимо, ещё весной. Он развернул её прямо у двери и засмеялся. Рассказал о находке коллеге, пока они ждали лифт, а к обеду заметил, что всё ещё рад купюре, хотя на обед этой суммы не хватило бы.

Днём пришло уведомление: перечислена годовая премия. Деньги куда серьёзнее, и их размер Марк знал с весны, когда премию объявили на общем собрании. Он посмотрел на сумму, подумал «ну вот, пришла» и вернулся к таблице. Рад ли он? Конечно. Только радость уложилась в секунду.

Вечером служба доставки написала, что настольная лампа, обещанная на сегодня, приедет завтра. Лампа не срочная, без неё Марк прекрасно обходился месяц. Но остаток вечера он провёл с раздражением, которого она не стоила.

Три события за день, и чувства к ним будто перепутали размеры.

Перед сном Марк подвёл итог: похоже, радует только неожиданное. Если так, это приговор всему, что можно запланировать. Премию объявили за полгода. Билеты на субботний концерт он купил задолго, и концерт был «нормально». Неужели всё, чего ждёшь, обречено на «ну вот, пришла»?

Искали движение

С 1977 года у нейрофизиолога Вольфрама Шульца была своя лаборатория во Фрибуре, в Швейцарии. Он записывал работу отдельных дофаминовых нейронов у бодрствующих обезьян. У каждого нейрона есть фон: даже в покое клетка посылает электрические импульсы с какой-то своей частотой. Интересно становится, когда частота меняется. Шульц хотел понять, меняется ли она при движении и что с этим происходит при болезни Паркинсона, когда мозгу не хватает дофамина.

Связь с движением нашлась, но слабая. Изменения были статистически значимыми и при этом, как Шульц пишет в автобиографии 2022 года, весьма скромными: активность редко поднималась больше чем на 20–50 % над фоном. С такими цифрами о движении много не напишешь.

Тогда задачу упростили. Перед обезьяной стоял ящик для еды; дверца открывалась, и обезьяна доставала изюм или кусочек яблока. Меньше чем через десятую долю секунды после того, как открывалась дверца, дофаминовые нейроны давали короткую резкую вспышку. Всего несколько лишних импульсов, зато у большинства записанных клеток разом. И вспыхивали они на открытие дверцы, раньше, чем обезьяна получала еду.

Главное случилось летом 1989 года, и, если верить воспоминаниям Шульца, за болтовнёй. Он и его сотрудник, заговорившись, пропускали ошибки обезьяны, а за ошибку сок не полагался. Оказалось, что в такие моменты нейрон не просто не вспыхивает. На пару сотен миллисекунд он замолкает совсем, причём ровно тогда, когда пришёл бы сок. После этого они стали нарочно не давать сок за правильный ответ. Провал повторился.

«Так, пока мы шутили, мы обнаружили, что дофаминовые нейроны подавлены, когда предсказанная награда не приходит», — пишет Шульц. Намёк попадался и раньше. В опыте, где обезьяна на ощупь искала яблоко в закрытом ящике, на пустой ящик нейроны не отвечали или даже затихали, но Шульц, по его словам, счёл тот опыт слишком неконтролируемым, чтобы придать этому значение.

Молчание оказалось меньше нуля.

Зеркальный случай тоже проверили. Если каплю жидкости давали просто так, вне задачи и без предупреждающего сигнала, коротко вспыхивали примерно три четверти дофаминовых нейронов. Шульц называет такую каплю «бесплатной наградой». Статья 1994 года, где описан этот опыт, прямо в названии говорит, как важна для ответа этих нейронов непредсказуемость. К тому времени Шульц уже знал, что у этой непредсказуемости есть давнее научное имя.

Учебник в Кембридже

Имя нашлось в психологии. В 1993 году Шульц провёл короткий творческий отпуск в Кембридже, у психолога Тони Дикинсона. В учебнике по теории научения Шульц прочёл о правиле, которое психологи сформулировали ещё в 1972 году: для обучения награда должна быть непредсказуемой. То, что он у себя называл непредсказуемостью, в теории давно звалось ошибкой предсказания. «Поразительно: именно так дофаминовые нейроны и кодируют награду!» — вспоминает он свою реакцию.

Ошибка предсказания награды — это разница между тем, что получил, и тем, чего ждал. Получил больше — ошибка положительная. Ровно столько — ноль. Меньше — отрицательная. Сам Шульц объясняет её на примере из быта: в вашем пабе кончилось любимое пиво. Кто виноват, неважно; вы просто чувствуете разницу между тем, чего ждали, и тем, что есть.

Подробнее всего опыты, на которых держится эта мысль, описаны в статье того же 1993 года. Два самца макаки-крабоеда. Маленький жёлтый светодиод над рычагом. Награда — капля яблочного сока, около пятой части миллилитра, из трубочки у рта. В рабочие дни воду обезьянам давали ограниченно: так капля сока и становится наградой.

Пока задача была новой, на сок отвечал примерно каждый четвёртый записанный нейрон. Когда обезьяны её освоили — меньше чем каждый десятый.

Вспышка уходила от сока к лампочке. А если сигналов было несколько, она уходила ещё дальше: сначала на сигнал «пора жать», потом на более ранний, который заранее сообщал, что предстоит сделать. На самый ранний из них во время обучения отвечало больше половины нейронов.

Теоретики такого и ждали. Метод «временных разностей» ввели в психологию и биологию в начале 1980-х двое специалистов по машинному обучению. Это способ учиться на пробах и ошибках, при котором прогноз сверяют с жизнью не только в конце, когда награда пришла, но и по дороге, всякий раз, когда о ней появляется новое известие. Из модели следовало, что в цепочке сигналов ответ переедет на самый ранний надёжный из них. Лампочка — первое надёжное известие о соке, к ней ответ и переезжает. За основы этого направления, обучения с подкреплением, оба автора метода получили премию Тьюринга за 2024 год.

Мелодия фургона из первой главы устроена так же. Марк её не ждал, зато мороженое она обещала надёжно: самое раннее известие о награде в той цепочке. Если модель права, вспышка у Марка пришлась на мелодию, задолго до морозилки.

В 1996 году трое исследователей, среди них Питер Даян, описали на модели, как колебания дофаминовых нейронов выше и ниже фона могли бы сообщать об ошибках предсказания. Потом журнал Science предложил Шульцу написать общий обзор вместе с Даяном и его соавтором. Обзор вышел в 1997 году. Новых опытов в нём не было: экспериментатор и теоретики сверяли записи с расчётами. Главное уложилось в одну фразу. Дофаминовые нейроны «дают положительный сигнал, если событие лучше предсказанного, никакого — если оно ровно такое, как предсказано, и отрицательный — если хуже».

Отрицательный сигнал оказался точен по времени. Если сок, обещанный лампочкой, не приходил, активность падала заметно ниже фона ровно в тот момент, когда сок должен был появиться: больше чем через секунду после сигнала и без всяких промежуточных подсказок. Сигнал, выходит, учитывал не только, будет ли сок, но и когда. Сорт награды на вспышку не влиял, будь то кусочек яблока или капля сока. Важно было одно — насколько награда лучше ожиданий.

МЕХАНИЗМ

Важно одно — насколько награда лучше ожиданий

Ошибка предсказания награды: получил больше — положительная, ровно столько — ноль, меньше — отрицательная.

ОБЕЗЬЯНЫ · ЗАПИСИ ОТДЕЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ

Капля без предупреждающего сигнала
лучше предсказанного — положительный сигнал



Лампочка, потом сок; задача освоена
ровно как предсказано — на сок сигнала нет



Лампочка, а сок не пришёл
хуже предсказанного — отрицательный сигнал



Рис. 2.1. Один дофаминовый нейрон в трёх случаях

Следующую проверку Шульц поставил уже в соавторстве с Дикинсоном. В опыте 2001 года к сигналу, который полностью предсказывал сок, добавляли второй. Обезьяны второй сигнал не выучивали, и дофаминовые нейроны на него не отвечали: награда ничем не удивляла, учиться было не на чем. В теории научения это называют блокированием.

Записи у обезьян показывают совпадение: нейрон вспыхнул, животное научилось. Причину проверили на грызунах с помощью оптогенетики, способа включать и выключать выбранные нейроны светом. В 2013 году у крыс дофаминовые нейроны включали светом как раз в момент полностью ожидаемой награды, когда собственной ошибки предсказания нет. Обучение, которое должно было заблокироваться, пошло: крысы начинали откликаться на сигнал, который иначе не выучили бы. В 2016 году другая группа сделала обратное и ненадолго выключила дофаминовые нейроны в момент награды. Крысы учились так, будто награда оказалась хуже ожидаемой: искусственная пауза сработала как обычная отрицательная ошибка.

Уравнение счастья

У обезьян и грызунов картина сходится. Человеку электрод в глубину мозга ради опыта не вживишь, поэтому прямые записи у людей редки. Те, о которых пойдёт речь, сделаны в операционных, у пациентов с болезнью Паркинсона. В 2009 году у десяти таких пациентов во время операции по вживлению электродов записали 15 клеток, предположительно дофаминовых. Пациенты играли на виртуальные монеты, и после неожиданного выигрыша клетки разряжались чаще, чем после неожиданного проигрыша, а после ожидаемых исходов разницы не было.

В 2016 году у 17 пациентов на операционном столе измерили сам дофамин, быстро, долями секунды, пока они делали ставки. Обезьянья ошибка предсказания в чистом виде там не нашлась: в колебаниях дофамина смешались две ошибки — о том, что случилось, и о том, насколько лучше или хуже могло бы быть.

Остальное о людях снято на томографе, который видит кровоток. Сигнал ошибки предсказания на нём находят устойчиво, прежде всего в глубоком отделе мозга, к которому относится и прилежащее ядро, хотя такой томограф сам дофамин не видит. Ближе всего к вопросу главы подошёл опыт 2014 года. Робб Ратледж с соавторами, среди которых был и Даян, спросили людей о счастье. Двадцать с небольшим человек в томографе делали ставки и время от времени отмечали, насколько они счастливы прямо сейчас. Это мгновенное счастье лучше всего объясняли недавние ожидания и сюрпризы, приятные и неприятные, а не то, сколько участник всего выиграл; связь с дофамином исследователи называют лишь намёком.

Потом модель проверили на 18 420 анонимных игроках бесплатного приложения для смартфона, и пресс-служба университета назвала её «уравнением, которое предсказывает счастье». Ноль фунтов, поясняют авторы, огорчает, если можно было выиграть два, а выбор выгодной ставки радует ещё до исхода. Ратледж, комментируя работу, заметил, что низкие ожидания повышают шанс, что исход их превзойдёт. В рецепт «ждите поменьше» это не складывается: низкое ожидание оставляет больше места для приятного сюрприза, а высокое радует уже само по себе.

Громче прозвучал другой опыт, 2006 года. Добровольцев разделили на три группы: одни получали пустышку, другие — леводопу, которая усиливает дофаминовую передачу, третьи — препарат, который её ослабляет. Под леводопой люди чаще выбирали самый выгодный вариант и выиграли больше, чем группа на ослабляющем препарате, а сигнал ошибки в томографе был у них сильнее, правда, только для выигрышей. Это было похоже на прямое доказательство: подкрутили дофамин — изменилось обучение.

В 2023 году этот результат попытались повторить. В опыте участвовал 31 мужчина, и каждый прошёл все три условия: пустышку, леводопу и ослабляющий препарат. Убедительных подтверждений не нашлось ни для лучшего обучения на наградах, ни для более сильного сигнала ошибки. Сам сигнал в томографе был виден, и препараты его не меняли.

Действие у препаратов нашлось другое: под обоими люди решались раньше, накопив меньше сведений, чем на пустышке. Почему опыт 2006 года не повторился, исследователи объясняют по-разному: задачу устроили иначе и проще, а первый опыт был маленьким и мог дать случайный результат; разницу в дозах главной причиной они не считают.

Счастья леводопа тоже не прибавила. В 2015 году группа Ратледжа давала её 30 здоровым молодым людям, и среднее счастье под ней не изменилось.

Сахар в случайный момент

Даже соперники называют классическую модель ошибки предсказания господствующей теорией. В 2022 году группа Намбудири из Калифорнийского университета в Сан-Франциско предложила ей замену. В новой модели животное смотрит назад: получив награду, оно ищет, что ей предшествовало, и так выясняет причины. В 11 опытах на мышах группа сравнила обе модели и вынесла вывод прямо в аннотацию: выброс дофамина в прилежащем ядре несёт сигнал причинной связи, но не ошибку предсказания, и это бросает вызов господствующей теории.

Самый наглядный из этих опытов устроен просто. Восьми мышам, которых ничему не учили, в случайные моменты давали каплю сахарного раствора. По классической модели ответ дофамина с повторением должен был слабеть: сахар становится привычным, удивляться нечему. А ответ у каждого животного рос и выходил на высокое плато. Оговорку группа делает сама: при других допущениях о том, как животное воспринимает паузы между пробами, классическая модель, возможно, справилась бы и с этим.

Сторонники классики ответили своими данными. В том же 2022 году гарвардская группа увидела у мышей то, что модель предсказывала давно, но чего никто не мог разглядеть: пик дофаминового ответа при первом обучении сполз от награды к сигналу постепенно, в среднем примерно на 3,5 миллисекунды за пробу. Разглядеть сдвиг, по объяснению исследователей, помогли пауза между сигналом и наградой длиннее прежней и медленный датчик; в быстрых записях отдельных импульсов такие слабые промежуточные всплески теряются. Для гарвардской группы это сильный довод в пользу классической модели.

Дальше стороны обменивались ходами. В 2024 году группа Намбудири вместе с другой лабораторией показала на крысах то, что классической модели объяснить трудно, а модель соперников справилась «почти со всеми главными результатами». В 2025 году гарвардская группа в похожем опыте на мышах получила обратный итог; ответа на эту работу нам найти не удалось.

Красноречивее всего статья 2024 года, которую вместе с пятью коллегами подписали руководители гарвардской группы, сторонники классики. Исходная трактовка, «дофамин сообщает ошибку предсказания награды», пишут они, вероятно, слишком проста и не объясняет всех свойств быстрого дофаминового сигнала. Дофамин нарастает по мере приближения к награде, отвечает на звуки и движения, влияет на выбор действий. Большую часть этого расширенная модель ошибки предсказания, по их мнению, объяснит, но часть данных, по-видимому, требует объяснений принципиально других.

Есть спор и постарше, о том, чему этот сигнал служит. Кент Берридж ещё в 2007 году писал, что сам по себе дофамин учить не способен и главное его дело — придавать сигналам награды притягательность, то есть «хочу». Первое утверждение позже пошатнули опыты со светом, где вспышки сами запускали обучение. А в 2011 году у крыс нашли развилку. У тех, что бросаются к самому сигналу награды, дофаминовый ответ при обучении переезжал с награды на сигнал, и блокатор дофаминовых рецепторов мешал им учиться. У тех, что при сигнале идут к кормушке, ответ оставался на награде, и блокатор не мешал им выучить связь. Похоже, дофамин нужен для особого обучения: того, при котором сигнал сам становится желанным.

Знак доказанности. Дело 2: «дофамин отвечает на награду, которая лучше ожидаемой»

Что обещали. Дофаминовые нейроны вспыхивают, когда награда лучше ожидаемой, молчат, когда она ровно такая, как ждали, и проваливаются ниже фона, когда обещанное не пришло; на этом сигнале мозг учится.

Что показали проверки. У обезьян три случая видны в записях отдельных нейронов, ответ переезжает на самый ранний сигнал, провал точен по времени. У крыс включение и

выключение нейронов светом действует как положительная и отрицательная ошибка; у мышей в 2022 году увидели предсказанное моделью постепенное смещение пика от награды к сигналу. У людей похожий сигнал устойчиво виден в томографе; в одной работе его нашли и в клетках 10 пациентов на операциях, но прямое измерение дофамина у 17 пациентов показало смесь с другой ошибкой — о том, насколько лучше или хуже могло бы быть. Эффект леводопы на обучение из опыта 2006 года не повторился.

На ком измерено: обезьяны (обычно по две в статье, десятки и сотни нейронов), крысы и мыши; люди — в томографе, который видит кровоток, на операционном столе (от 10 до 17 пациентов с болезнью Паркинсона) и в опытах с препаратами (39 и 31 здоровый доброволец).

Знак: ● держится — у животных: так отвечают дофаминовые нейроны обезьян и грызунов. ◐ держится, но слабее — у людей: похожий сигнал виден в томографе, прямое измерение у пациентов дало смесь двух ошибок, эффект леводопы не повторился. Сигнал и удовольствие — разные вещи, поэтому у заголовка главы знак свой.

Знак для модели: ○ спорно — «весь быстрый сигнал дофамина и есть ошибка предсказания». Модель соперников 2022 года читает тот же сигнал как сигнал причинной связи, в похожих опытах 2024 и 2025 годов итоги вышли противоположными, а сторонники классики сами пишут, что исходная трактовка, вероятно, слишком проста.

Купюра в кармане

Находку в куртке Марк не предсказывал никак: ни сигнала, ни ожидания — бесплатная награда в чистом виде. Премия пришла такой, как её объявили весной, и тогда, когда обещали; по модели это ноль.

С лампой сложнее: она приедет, только не в обещанный день. У обезьян нейроны следят и за этим. Если сок приходил раньше или позже обычного, они вспыхивали в неожиданный момент, а если задерживался, ещё и затихали в привычный, когда сока не было. Вечер без лампы для этой системы — пустой ящик. Правда, провал у обезьян длился доли секунды, а раздражение Марка растянулось на весь вечер, и такое одним нейроном уже не объяснишь.

Марк ведёт себя как по учебнику. Но учебник описывает сигнал, и здесь заголовок главы начинает расходиться с данными. Дофамин, как мы видели в первой главе, стоит прежде всего на стороне «хочу», а «нравится», по крайней мере у животных, держат другие системы. Молчание нейрона значит, что учиться на этом соке больше нечему. О вкусе сока оно ничего не говорит.

И о том, что сок стал не нужен, тоже. В освоенной задаче обезьяны по-прежнему работали ради него, хотя на сам сок нейроны почти не отвечали. Почему животное трудится за награду, которая уже не удивляет, — вопрос о цене усилия, и до него мы дойдём в следующей главе.

О чувствах людей есть и данные, где дофамин никто не мерил. В двух опытах 1997 года участники разыгрывали денежные лотереи и оценивали свои чувства к исходам. Чувства зависели не только от выигрыша, но и от того, насколько вероятным был исход и что можно было получить вместо него. Неожиданные исходы трогали сильнее ожидаемых, а выигрыш радовал меньше, если рядом был упущенный лучший вариант. Это независимая линия, на уровне переживаний, и с «уравнением счастья» она сходится: ожидаемое радует и там, только раньше, когда выбираешь выгодную ставку.

Так что ответ на вопрос главы звучит скромнее заголовка. Неожиданное будит сигнал «хочу и учусь», ожидаемое его не будит. «Хочу и учусь» — потому что, судя по опытам со светом, вспышка учит, а судя по крысам, бросающимся к сигналу, она делает сам сигнал желанным. Радовать ожидаемое может, но тише, и часть радости, похоже, приходит заранее. Премия, возможно, обрадовала Марка ещё весной, на собрании.

Знак для заголовка: × не подтвердилось в простом виде — «радует только неожиданное». Неожиданное сильнее будит сигнал «хочу и учусь» и сильнее трогает, но радовать может и ожидаемое, только тише и отчасти заранее. На ком измерено: сигнал — у животных; чувства — у людей, по их собственным оценкам (два опыта с лотереями, 18 420 игроков приложения), и дофамин при этом не мерили.

Дальше Марк рассуждает так: раз неожиданное радует, надо устраивать себе неожиданности. Спрятать купюру в другой карман и постараться забыть. Только у купюры, спрятанной своей рукой, предвестник есть с самого начала — сам Марк. Сюрприз, у которого появляется предвестник или привычное время, выучивается, как выучился сок после лампочки. Да и мерка у этих нейронов относительная: у обезьян они отсчитывают награду от того, чего животное ждёт, и подстраивают шкалу под обычный разброс наград. Сюрпризы по расписанию со временем просто сдвинули бы точку отсчёта.

А непредсказуемость? Кажется, сильнее всего цепляет именно она. У нейронов держится узкая её форма: в работе 2003 года у обезьян чем менее вероятной была награда, тем сильнее была вспышка, когда награда всё-таки приходила. Там же нейроны «гудели» между сигналом и наградой сильнее всего при шансах пятьдесят на пятьдесят, и это прочли как особый сигнал неопределённости. В 2005 году теоретики показали, что такой гул может получаться просто при сложении обычных вспышек и провалов по многим пробам. Особый сигнал неопределён-

ности, значит, под вопросом, а узкая форма, «маловероятная награда — большая вспышка», держится. Что из этого следует для ленты, где каждое обновление похоже на маленькую лотерею, разберём в восьмой главе, и там это останется гипотезой.

Купюру Марк так и не потратил. Она лежит в кошельке среди остальных и ничем от них не отличается. Сигнал, который она вызвала, если верить модели, сделал своё дело: научил. Когда Марк в следующий раз достанет зимнюю куртку, он первым делом проверит карманы.

Правило главы: если ожидаемое радует тише неожиданного, это не поломка: часть его радости приходит заранее.

На этой неделе: каждый вечер записывайте одну-две вещи, которые вас за день порадовали, и пометку: ждали вы их или нет. У ожидаемых отметьте ещё, когда пришла радость: когда вы это планировали, пока ждали или в тот самый момент. В конце недели посмотрите, чем ожидаемые радости отличались от неожиданных.

Глава 3. Почему мне не хочется вставать с дивана?

Прогноз обещал на субботу сухую ясную погоду, возможно, последнюю до зимы. Ещё в среду Марк решил, что поедет на велосипеде к озеру. Летом он ездил туда дважды и про вторую поездку потом говорил, что это был лучший день лета: час вдоль реки, терраса кафе у самой воды и бутерброд, вкуснее которого после такой дороги не бывает. Домой он тогда вернулся в сумерках, хотя собирался к обеду.

Велосипед с августа стоит в подвальной кладовке, заднее колесо спущено. Насос где-то там же, в коробке с инструментами. Надо спуститься, найти его, накачать колесо, поднять велосипед по лестнице, переодеться.

Солнце давно переползло с подоконника на пол, а Марк лежит на диване. Серия закончилась, следующая включилась сама, в паузах он листает ленту. Он выспался и не устал. После каждой серии он обещает себе, что следующая будет последней, и встаёт только за водой. И озеро ему не разонравилось: если бы сейчас позвонил приятель, у которого машина с багажником для велосипедов, и сказал «через десять минут внизу», Марк, скорее всего, поехал бы с радостью. Но приятель не звонит, а насос в подвале.

Диагноз Марк себе давно поставил. В ролике, который ему как-то попался, объясняли просто: лень — это нехватка дофамина, и, если неделю не трогать ленту, дофамин накопится. Марк пробовал, правда, всего одни выходные, а не неделю. Может, в этом всё и дело: не успел накопить?

Здесь два вопроса, и их стоит развести. Почему не тянет туда, где наверняка будет хорошо? И можно ли дофамин накопить, как деньги на отпуск?

Сорок четыре сантиметра

Нейробиолог Джон Саламоне, чьи слова о «дофаминовом голодании» мы приводили во введении, работает в Университете Коннектикута. В 1991 году его лаборатория дала голодным крысам выбор. Можно было жать на рычаг и получать любимые гранулы. А можно было даром есть обычный лабораторный корм, который лежал рядом. Рычаг выдавал гранулу за каждое нажатие, в другом варианте опыта — за каждое пятое. Трудиться за любимое крысы умеют: в более поздних опытах той же лаборатории к испытаниям допускали тех, кто делал больше 1200 нажатий за полчаса.

Потом крысам снижали дофамин. Одним вводили препарат, который блокирует дофаминовые рецепторы, другим тот же препарат вводили прямо в прилежащее ядро, третьим разрушали дофаминовые окончания в этом ядре. Нажатий становилось резко меньше. Зато бесплатного корма крысы съедали больше.

Главное в этой работе — контрольный опыт. Части крыс перед сеансом давали наесться. Сытые крысы меньше жали на рычаг и меньше ели обычного корма: сытость, которая обесценивает награду, снижала и то и другое. Крысы со сниженным дофамином вели себя иначе: работали меньше, а ели больше. Они не были сыты. Они выбирали еду, за которую не надо платить.

Нужно было ещё исключить простую потерю аппетита. Те же дозы блокатора не меняли ни того, сколько крыса съедает всего, ни того, что она предпочитает, когда любимые гранулы и обычный корм лежат перед ней даром: гранулы она по-прежнему выбирает охотнее. Вещества, которые снижают аппетит, давали другую картину. Нажатий от них тоже становилось меньше, но к бесплатному корму крысы не переходили.

Гранулы крысы любят по-прежнему. Работать за них — уже нет.

Одна оговорка нужна, чтобы эта глава не спорила с первой. Там крысы, у которых почти не осталось дофамина, сами не ели. Но там дофамин снижали обширно, в переднем мозге, и отказ от еды, по объяснению Саламоне и его соавтора Мерсе Корреа из Университета Жауме I в испанском Кастельоне, связан с участками, которые управляют движением. Если снизить дофамин только в прилежащем ядре, крысы продолжают есть, и сколько они съедают, заметно не меняется.

В 1994 году Саламоне с двумя соавторами перенёс тот же выбор в лабиринт в форме буквы Т. В одном рукаве лежали четыре гранулы, в другом две. Поперёк богатого рукава стоял вертикальный барьер высотой 44 сантиметра. Хочешь четыре — лезь.

Крысы, которым дали блокатор или резко снизили дофамин в прилежащем ядре, реже сворачивали в рукав с барьером. Когда барьера не было, их выбор не менялся: четыре гранулы лучше двух. Статья вышла под вопросом, который годится в заголовок этой главы: «Anhedonia or anergia?», то есть «Ангедония или анергия?». Ангедония — потеря способности получать удовольствие, анергия — упадок сил. Не радует или нет сил?

У этого опыта есть честное возражение. Может быть, крысы просто ослабли и лезть уже не могут? Через два года группа Саламоне проверила и это. Если в свободном рукаве лежали две гранулы, снижение дофамина сильно уменьшало выбор барьера, и сдвиг держался все три недели проверки. Если свободный рукав был пуст, эффект оказывался умеренным и ко второй неделе проходил: крысы лезли через барьер. Исследователи заключили, что снижение дофамина не отнимает у крысы умения перелезть и не ставит предела её лазанию. Оно меняет то, как она распределяет усилия, когда рядом есть еда полегче.

Опыты одной лаборатории легко заподозрить в любви к собственной гипотезе. В 2005 году Денк и соавторы из Оксфорда, группа со стороны, повторили выбор с барьером. И у них крысы на блокаторе реже лезли за большей наградой и реже соглашались её подождать. А потом

барьер поставили в оба рукава, и большую порцию в большинстве проб стали выбирать все крысы: и на препарате, и контрольные. Крыса со сниженным дофамином помнит, где больше, и хочет больше, пока за «больше» не требуют доплаты. Снижение серотонина, которое та же группа проверила заодно, на выбор с усилием не повлияло; к серотонину мы ещё вернёмся.

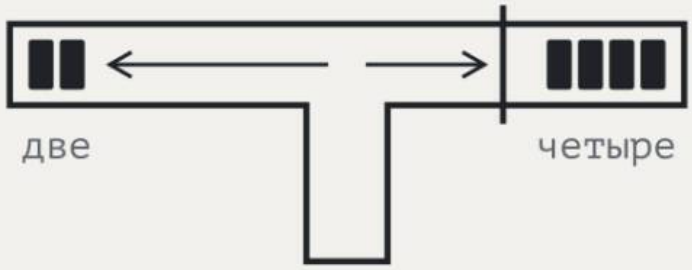
ДЕЛО 3. ЦЕНА УСИЛИЯ

Гранулы любят по-прежнему. Работать за них — уже нет

В одном рукаве четыре гранулы, в другом две. Поперёк богатого рукава — барьер высотой 44 сантиметра.

КРЫСЫ · ЛАБИРИНТ, ВИД СВЕРХУ

1994 · барьер в богатом рукаве



Обычная крыса — к четырём
Крыса со сниженным дофамином — к двум

Хочешь четыре — лезь. Крыса со сниженным дофамином лезет через барьер реже, но лезет.

1994 · барьера нет



Выбор не меняется: четыре гранулы лучше двух.

Рис. 3.1. Лабиринт с барьером: две гранулы даром или четыре за усилие

У мышей, по описанию в обзоре, рисунок повторился в работах с участием Корреа. В 2012 году она и Саламоне подвели итог в обзоре, где мотивационные функции дофамина названы «загадочными». Называть дофаминовые нейроны «нейронами награды», пишут они, стало традицией, но это чрезмерное обобщение. Дофамин прилежащего ядра, по их выводу, не отвечает за базовое желание есть. Он участвует в другом: в том, чтобы поведение запустилось и продолжалось, в усилии, в движении к цели, в долгой работе над задачей.

Мизинец неведущей руки

Крысу не спросишь, что она чувствует у барьера. Человека спросить можно, но сначала надо построить ему барьер. В 2009 году Трэдуэй и соавторы придумали задачу по образцу крысиных опытов. В каждой пробе участник выбирает. Лёгкое задание: тридцать раз нажать клавишу указательным пальцем ведущей руки и получить доллар. Трудное: сто нажатий мизинцем другой руки, да ещё на время, ради суммы покрупнее, до нескольких долларов. Перед пробой объявляют, насколько вероятно, что выигрыш засчитают: шанс высокий, средний или низкий.

В первой проверке задачу прошёл 61 студент. Диагнозов у них не было, ангедонию мерили опросником, по их собственным ответам, и на эти ограничения исследователи указывают сами. Чем выше были баллы ангедонии, тем реже человек брал трудное задание. Это связь, о причине она молчит.

И связь странная для главы, которая разводит «не хочется» и «не радует». Опросник спрашивал о радостях, а предсказал готовность трудиться. Выходит, у людей эти две вещи переплетены теснее, чем у крыс перед барьером, и к этому узлу мы вернёмся, когда дойдём до депрессии. Правда, держится узел пока на одной работе. В 2022 году саму задачу проверили на 120, а потом на 394 здоровых людях: внутри себя она оказалась надёжной, а вот связь её результатов с анкетами, где люди описывают свою тягу к наградам, во второй, большой выборке не повторилась. Мерят ли анкета и задача одно и то же, пока неясно.

Обойтись без анкет можно, если менять дофамин напрямую. В двойном слепом опыте 2011 года 17 здоровых взрослых трижды проходили ту же задачу: с пустышкой и с двумя дозами вещества, повышающего дофамин. Под веществом люди охотнее брались за трудное, особенно когда награда была маловероятной, а размер награды учитывали так же, как без вещества. Через год в томографе у 25 добровольцев нашлась и связь с самой дофаминовой системой: у кого она сильнее откликалась на стимулятор в нескольких участках мозга, тот охотнее брался за трудное при малых шансах на выигрыш.

Ближе всего к крысе у барьера подошли с другой стороны. При болезни Паркинсона мозгу не хватает дофамина, и пациенты принимают дофаминовые препараты. Значит, одного и того же человека можно проверить на его обычных препаратах и без них. В 2015 году так поступили Чонг и соавторы, среди которых был оксфордский невролог Масуд Хусейн. Двадцать шесть пациентов, у которых не было клинической апатии, то есть стойкой потери побуждений, и столько же их ровесников решали, сжимать ли ручной силомер с разной силой ради разной награды. На препаратах пациенты соглашались на большее усилие за ту же награду, чем без них, и тем, что им легче двигаться, это не объяснялось. Лечение мы здесь не обсуждаем: препараты в этом опыте — только способ сравнить человека с самим собой.

Какая чаша полегчала

Что именно делает дофамин в таком выборе, подробнее всего видно опять-таки у крыс. В опыте 2016 года, описанном в статье «Дофамин сообщает ценность работы», у них в прилежащем ядре минута за минутой следили за уровнем дофамина. Он шёл вслед за тем, как часто приходят награды и насколько бодро действует животное; стоило дофамин изменить, и сразу менялась готовность крыс работать. Во второй главе вспышка дофамина сообщала, что награда лучше ожидаемой. Здесь тот же дофамин, судя по крысам, сообщает ещё и то, стоит ли сейчас за наградой идти.

Модель, предложенная ещё в 2007 году, читает медленный уровень дофамина как счётчик: как часто вокруг вообще случаются награды и, значит, сколько стоит потерянное время. Когда наград много, каждая потерянная минута на счету, и животное движется быстрее; когда мало, медлить почти ничего не стоит. Модель строили на данных о животных, у людей прямых проверок немного. В одной из них, двойном слепом опыте 2013 года на 90 добровольцах, под леводопой быстрота ответов сильнее, чем под пустышкой, зависела от того, как часто перед этим приходили награды.

В книге «Спорить с собой тише» мы разбирали весы, на одной чаше которых лежит цена усилия, а на другой награда. Там речь шла о том, что такие весы есть. Здесь вопрос другой: какую чашу трогает дофамин. Ответ, похоже, зависит от того, чьи это весы.

В работе 2016 года из группы Хусейна у пациентов с Паркинсоном смотрели, как зрачок откликается на размер денежной награды. Чем слабее был отклик, тем тяжелее апатия, и двигательные нарушения этого не объясняли; без дофаминовых препаратов чувствительность к награде притуплялась. В работе 2018 года апатия у таких пациентов проявлялась прежде всего отказом от предложений с маленькой наградой. Похоже, у них легчает чаша награды. Но и здесь не всё сводится к дофамину. Препараты прибавляли согласия на «много усилий за много награды» и тем, у кого апатии не было, а для самой апатии, предполагают исследователи, важны и другие механизмы.

У здоровых людей апатия тоже бывает, причём разная: опросник, проверенный почти на тысяче человек, отделяет апатию в поведении от апатии в общении и в чувствах. Можно охотно браться за работу и не хотеть ни с кем видеться. У тех, чья апатия сидит именно в поведении, нашли повышенную чувствительность к усилию; исследователи предполагают, что для таких людей больше весит само начало действия. Здесь, похоже, тяжелеет чаша цены, хотя дофамин в этой работе не мерили.

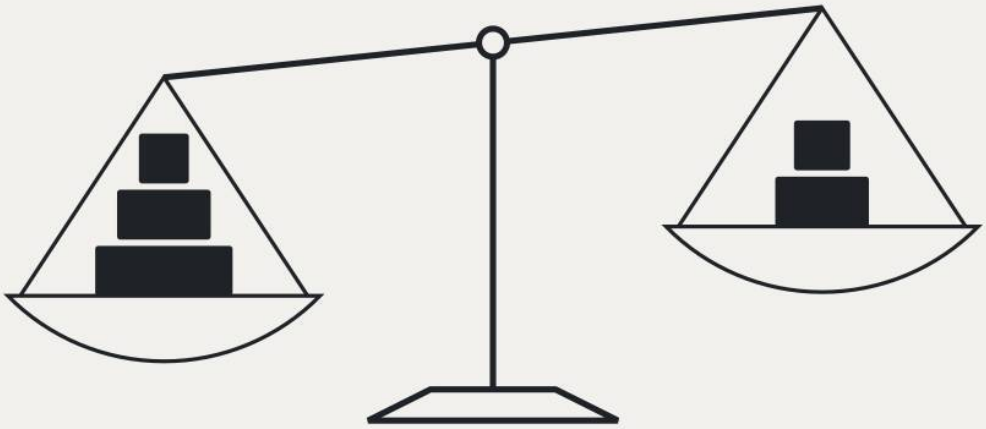
Третий результат опубликован в 2020 году в журнале Science. Люди, у которых томограф показал более высокую способность вырабатывать дофамин в одном из глубоких отделов мозга, охотнее брались за трудную умственную работу ради денег. Судя по тому, куда они смотрели при выборе, дофамин прибавлял вес выгоде, а вес издержек от него не уменьшался. В той же работе препараты повышали ценность трудной работы только у тех, у кого исходная способность была низкой. Совет «поднимите себе дофамин» молча предполагает, что прибавка подействует на всех одинаково. Даже в лаборатории так не вышло.

У крыс и у части пациентов апатия похожа на сдвинутые весы, а не на исчезнувшее удовольствие. Награда весит меньше или усилие больше, и что из двух, зависит от людей и от задачи. Дофамин эти весы сдвигает, но, судя по пациентам, не он один.

МЕХАНИЗМ

Апатия похожа на сдвинутые весы

А не на исчезнувшее удовольствие: награда весит меньше или усилие больше, и что из двух, зависит от людей и от задачи.



ЦЕНА УСИЛИЯ

Тяжелеет у здоровых людей, чья апатия сидит в поведении

Для них больше весит само начало действия

Дофамин в этой работе не мерили

НАГРАДА

Легчает у пациентов с Паркинсоном

Зрачок слабее откликается на размер награды, а от предложений с маленькой наградой отказываются

Цена перевесила	→	Не хочется вставать с дивана

Рис. 3.2. Какая чаша полегчала

Знак доказанности. Дело 3: «дофамин решает, стоит ли награда усилия»

Что обещали. Когда в прилежащем ядре мало дофамина, животное ест и любит еду как прежде, но меньше готово за неё трудиться; у людей дофамин тоже связан с готовностью браться за трудное ради награды.

Что показали проверки. У крыс и выбор между рычагом и даровым кормом, и лабиринт с барьером дают один рисунок, а контроль сытостью и веществами против аппетита отделяет его от потери аппетита. Независимая оксфордская группа получила то же, у мышей рисунок повторился. У людей направление то же: вещество, повышающее дофамин, в двойном слепом опыте на 17 добровольцах; связь в томографе у 25 человек; пациенты с Паркинсоном, которые на препаратах соглашались на большее усилие; работа в Science, где прибавка дофамина помогала не всем. Сама человеческая задача вызывает вопросы: на 394 здоровых людях связь её результатов с анкетами не повторилась.

На ком измерено: крысы и мыши дают основу дела; в опытах о дофамине у людей — от 17 до примерно 50 участников, часть в томографе, и пациенты с болезнью Паркинсона.

Знак: ● держится — у животных. ◐ держится, но слабее — у людей: направление то же, но выборки малые, меры косвенные, а прибавка дофамина действует не на всех.

Обед, который приготовил кто-то другой

Хусейн описывает пациентов, у которых инсульт повредил глубокие узлы мозга и нарушил дофаминовые цепи. Такие люди могут стать настолько апатичными, что ничего не хотят делать. Но если еду для них приготовит кто-то другой, удовольствие от неё они получают по-прежнему. «Сбой дофамина не отнимает самого переживания удовольствия от еды», — пишет он. Приготовить себя не заставишь, а съесть приятно. Это обобщение клинических наблюдений, а не подсчёт, но рисунок тот же, что у крыс, и Саламоне в интервью 2020 года говорил о том же шире: есть данные, что вмешательство в передачу дофамина не меняет удовольствия, которое люди получают от еды.

Апатия при этом не то же самое, что депрессия. По метаанализу 23 исследований, апатия бывает примерно у четырёх пациентов с Паркинсоном из десяти, и примерно у половины из них нет ни депрессии, ни нарушений памяти и мышления. Настолько чисто «не хочется» и «не радует» расходятся только у крыс и у части неврологических пациентов.

При депрессии чистого разделения нет, хотя история о нём соблазнительна. В 2011 году Трэдуэй и соавтор предложили делить ангедонию надвое: на нехватку удовольствия и нехватку мотивации; дофамин, по их чтению опытов на животных, связан прежде всего со второй. Саламоне и Корреа, опираясь на эту работу, писали, что люди в депрессии часто оценивают приятное как относительно нормальное, а страдают от заторможенности, упадка сил и усталости. Популярные цепочки вроде «депрессия — нехватка дофамина удовольствия» они при этом называют историями: ни одна из них, по их словам, при внимательном чтении литературы полностью не подтверждается.

Задачу Трэдуэя проверили и на депрессии. В 2012 году 20 пациентов, большинство из которых принимали антидепрессанты, выбирали трудное задание реже, чем 15 здоровых, и чем дольше длился текущий эпизод, тем реже. Разбор по отдельным пунктам опросника дал заманчивую картинку: сниженное предвкушение шло вместе с меньшим числом трудных выборов, а сниженное удовольствие — с большим. Но такой разбор, предупреждают исследователи, ненадёжен и требует повторения. Ещё один намёк в ту же сторону дала маленькая работа 2026 года: на 18 пациентах и 26 здоровых усталость предсказывала выбор трудного задания лучше, чем диагноз или тяжесть депрессии.

Сводки многих работ с красивым разделением не сходятся. По метаанализу 2008 года, который свёл 19 лабораторных исследований, при большой депрессии ослаблен отклик и на неприятное, и на приятное, причём на приятное сильнее. Метаанализ 2026 года показал, что при депрессии снижена и готовность тратить усилие ради награды: эффект малый, слабее, чем при шизофрении и биполярном расстройстве, но он есть. Узел, завязанный на студентах 2009 года, у людей пока не развязывается.

Поэтому отличить по этой главе обычную неохоту от болезни не получится, и пытаться не стоит. Клиническая апатия по международным критериям 2018 года — это заметное снижение целенаправленной активности по сравнению с тем, каким человек был прежде; оно держится не меньше четырёх недель и мешает жить. Это мерка для диагноза, который ставит врач. У мерки для того, чтобы к врачу пойти, срок короче. Британская Национальная служба здравоохранения советует обратиться, если признаки депрессии — например, пропали интерес и мотивация, жизнь не радует, не хватает сил — держатся большую часть дня, каждый день и дольше двух недель, а при мыслях о том, чтобы причинить себе вред, за помощью нужно обращаться немедленно.

Прав наполовину

Суббота Марка ни под одну из этих мерок не подходит: это один день, и озеро ему не разонравилось. Его субботняя неохота приходится клинической апатии разве что дальней родственницей, так что и весы из этой главы к ней можно прикладывать только с оговоркой.

И всё же ролик ближе к данным, чем кажется. У крыс снижение дофамина в прилежащем ядре и правда делает их «ленивее» у барьера. У пациентов с Паркинсоном препараты прибавляли готовности трудиться, а у здоровых людей вещество, повышающее дофамин, сдвигало выбор к трудному. Связь между дофамином и охотой браться за дело, по крайней мере по направлению, есть. Срывается ролик на следующем шаге: из этих опытов не следует, что субботний диван — нехватка дофамина. Дофамин Марку никто не мерил, и по одному дивану о его мозге ничего не скажешь.

Со вторым обещанием проще. Хусейн отвечает на него прямо: дофамин выделяется короткими порциями между нейронами, и никакого резервуара, уровень в котором поднимался бы или падал от ленты и воздержания, в мозге нет. Нейроны вырабатывают дофамин постоянно, а когда его становится много, выработка сама притормаживает. Большую часть выпущенного дофамина забирает обратно белок-переносчик.

Копить нечего.

Те выходные без ленты целились в резервуар, которого нет. Почему они ничего не изменили, разберём в девятой главе.

Знак для заголовка: ○ спорно — «лень — это нехватка дофамина». У крыс снижение дофамина отводит от трудного, у здоровых людей прибавка дофамина в лаборатории сдвигала выбор к трудному, но не у всех; работ, где обычную неохоту здорового человека объясняли бы нехваткой дофамина, нам найти не удалось. На ком измерено: крысы; люди в лаборатории, группы до полусотни человек.

Знак для заголовка: × не подтвердилось — «если неделю не трогать ленту, дофамин накопится». Запаса, который пополнялся бы воздержанием, по словам невролога Хусейна, в мозге нет; выработку дофамина держит обратная связь, а переносчик возвращает выпущенный дофамин в нейрон. На ком измерено: биохимия нейрона и позиция невролога.

В крысиных мерках выбор Марка выглядит знакомо. Озеро — четыре гранулы за барьером. Следующая серия — две гранулы на ровном месте, она даже включается сама. Звонок приятеля с машиной убрал бы барьер, и тогда, если человек здесь похож на крысу, выбор снова пошёл бы к большему.

Я бы не стала неделю беречь то, что не копится. Вопрос из названия статьи 1994 года полезнее, и задать его себе можно без всякого томографа: не радует или нет сил? Если, представив себя уже на террасе у воды, вы чувствуете, что там было бы хорошо, прогноз «понравится» цел. Всё дело в дороге, а её цену, в отличие от дофамина, видно без приборов: подвал, насос, спущенное колесо.

Правило главы: «не хочется» и «не понравится» — разные прогнозы, и проверять их стоит по отдельности.

На этой неделе: заметьте за собой одно отложенное дело из тех, после которых вам обычно хорошо. Каждый раз, когда оно проиграет дивану, запишите одной строкой, что решило: трудно начать или то, что ждёт в конце, кажется мельче, чем вы его помните. Если строки раз за разом одинаковые, вы знаете, какая из двух чаш у вас сдвинулась.

Глава 4. Откуда цифры «шоколад +55 %, кокаин +225 %»?

На двадцатой секунде Марк перестаёт чувствовать плечи. Он стоит под ледяной водой и считает вслух: молча до тридцати не дотянуть, рука уже на «двенадцати» сама ползёт к крану. На «тридцати» он выключает воду и ещё немного стоит, упёршись ладонью в кафель, пока в груди не отпустит.

Холодный душ по утрам он принимает вторую неделю. Начал после ролика, точнее, после его первой минуты: ледяная вода поднимает дофамин на 250 %, и подъём держится часами. Цифра легла в память рядом с картинкой, которую ему однажды переслал коллега: пять столбиков, шоколад — 55 %, секс — 100 %, кокаин — 225 %. Марк тогда сложил одно с другим и развеселился. По такой арифметике утренний душ сильнее кокаина, и к тому же бесплатно.

Бодрость после душа настоящая, её он чувствует без всяких процентов. Смущает его другое. Пока Марк вытирается, ему приходит в голову простая мысль: кто-то ведь эти проценты намерил. Чем? У кого? И можно ли ставить в один ряд число про кокаин и число про его ванную?

Пройдём от пяти столбиков и одной цифры про холод туда, где их сняли.

Значок крысы

Столбики, которые помнит Марк, взяты из бестселлера психиатра Анны Лембке 2021 года. Её фраза начинается с короткой оговорки, которая при пересылке пропадает первой: «у крысы в клетке». Дальше идут шоколад, секс, никотин и кокаин, а отдельно, пятым, амфетамин с его тысячей процентов. Под абзацем стоит столбчатая диаграмма, и на ней тоже нарисована крыса. Пометку «на ком измерено» автор поставила, причём дважды.

Остального на картинке нет. Ни оси, ни единиц измерения, ни участка мозга, ни дозы, ни времени. Пять столбиков стоят рядом, словно их мерили одной линейкой.

Зачем ей эта линейка, Лембке объясняет сама. Дофамин, пишет она, учёным служит «своего рода универсальной валютой», которой мерят, насколько затягивает любое занятие или вещество. Чем больше и быстрее что-то выбрасывает дофамин в системе награды, тем выше риск зависимости. Таблица задумана как шкала того, что затягивает. Читают её как шкалу удовольствия, хотя и на этот случай у Лембке есть оговорка: в той же главе, чуть раньше, она пишет, что дофамин, возможно, больше отвечает за желание получить награду, чем за удовольствие от неё. Оговорка есть, только картинка громче.

В примечаниях к этому абзацу три ссылки. Шоколад ведёт к работе 1999 года, секс — к работе 1997-го, никотин — к статье 1988-го. Для кокаина и амфетамина, двух самых высоких столбиков, отдельной ссылки нет.

В интервью американскому общественному радио летом 2021 года Лембке назвала те же числа чуть иначе: шоколад у неё дал «около 50 %», и описала она их как один опыт на крысах с зондом в мозге. На округлении можно не задерживаться. Важнее другое — слова «один опыт», потому что по примечаниям опытов три и каждый мерил своё.

В главном Лембке права, только в более узком смысле, чем кажется по картинке. Кокаин и амфетамин у крыс поднимают дофамин в разы сильнее, чем еда и спаривание. Это видно и по сводным графикам, перерисованным с тех же работ, и по обзору 2009 года, где амфетамин обгоняет перевод крысы в новую клетку в десятки раз. Про любое вещество так уже не скажешь: малая доза морфина на тех же графиках поднимает дофамин меньше, чем спаривание.

Сверить по полному тексту статьи нам удалось одно число из пяти, у двух ссылки нет вовсе. Остальные взяты из разных опытов, и неприятности начинаются, когда их ставят в один ряд.

Пять самцов и перегородка

Дофамин у крысы мерят микродиализом. В мозг вводят тонкую трубочку с мембраной на конце и медленно собирают через неё жидкость, которая омывает нейроны. В работах, которые нам удалось открыть, одна проба копилась десять-пятнадцать минут. Число в такой работе — средняя концентрация за эти минуты. Мгновенного «выброса» в нём нет, «дозы удовольствия» тем более.

Строка «шоколад» ведёт к сытым крысам. Им давали незнакомое лакомство — кукурузные снеки с сыром или молочный шоколад, — и дофамин в прилежащем ядре рос. Какое из условий опыта дало 55 %, по аннотации не установить, а полный текст открыть нам не удалось. Если число взято отсюда, это, скорее всего, цифра первой встречи: на знакомое лакомство рост был слабее.

Строка «секс» сверяется лучше всего: статья 1997 года открыта целиком. В опыте было пять самцов крыс. Дофамин в прилежащем ядре вырос на 44 %, когда самка ещё сидела за перегородкой, и достиг пика, 95 %, в первой пробе спаривания. «Сто процентов» у Лембке — округлённый пик одной пятнадцатиминутной пробы у пяти животных.

Почти половину этого прироста крысы набрали до всякого секса, пока ждали.

Когда первая самка самцам наскучила, дофамин вернулся к фону. Новая самка за перегородкой подняла его так слабо, что разницу нельзя было отличить от случайной, а спаривание с ней дало 34 %, втрое меньше, чем в первый раз. На шкале удовольствий, построенной по этой работе, секс занял бы сразу несколько мест.

Со строкой «кокаин» сложнее всего, потому что ссылки нет. Ближе всего подходит статья 1988 года, на которую Лембке ссылается для никотина: там крысам вводили разные вещества, в том числе кокаин и амфетамин, и мерили дофамин в двух участках мозга. Но это наша догадка, автор её нигде не подтверждает.

С тем же кокаином в популярных текстах ходят три числа. Психолог Кристофер Фергюсон в статье 2018 года, ссылаясь именно на работу 1988 года, называет 350 %. В подкасте-«мастер-классе» из введения кокаин поднимает дофамин «в 2,5 раза», а сами числа ведущий называет средними из опытов на животных и анализов крови у людей. У Лембке — 225 %. Сверить три числа между собой без полного текста статьи 1988 года нельзя.

Семь фунтов за уровень

Человеку зонд в мозг ради опыта не вводят. Остаётся ПЭТ, томограф, по которому видно, сколько введённой метки село на дофаминовые рецепторы.

Один из первых опытов, где томограф направили на обычное занятие без всяких препаратов, вышел в 1998 году в журнале Nature. Восемь здоровых мужчин вели по экрану танк: собирали флаги, уничтожали вражеские танки и получали по семь фунтов за каждый пройденный уровень. В другой день те же люди лежали в томографе и смотрели на пустой экран; какой из дней будет первым, решал случай.

Дофамин в этом опыте не мерили. Мерили, сколько метки связалось с рецепторами, а изменение дофамина выводили из разницы между двумя сканированиями. Допущение простое: когда дофамина вокруг рецепторов больше, метке достаётся меньше мест.

Во время игры связывание метки в глубоком отделе мозга, к которому относится прилежащее ядро, было в среднем на 13 % ниже. Разброс большой: у одного участника связывание даже выросло, у другого упало втрое сильнее среднего. Средняя разница всё же превышала обычную погрешность повторных измерений, и чем дальше человек проходил в игре, тем сильнее падало связывание.

От «на 13 % меньше метки» до «вдвое больше дофамина» авторы перекинули мостик сами. По опытам на обезьянах выходило, что каждый процент снижения связывания отвечает росту дофамина хотя бы на восемь процентов, и тринадцать процентов превращаются примерно в сто: отсюда «как минимум двукратный» рост.

Но восьмёрка — самая осторожная оценка из той калибровки, на которую ссылается статья. Обезьянам там вводили амфетамин, а восьмёрку дала обезьяна с самым слабым ответом. В среднем в той же работе на процент связывания приходилось в пять с лишним раз больше прироста дофамина, и другие калибровки дают похожий порядок. На игре этот коэффициент никто не замерял. Подставьте средний, и та же игра «поднимет» дофамин во много раз сильнее. Итог зависит от того, какую модель взять.

Через одиннадцать лет к этим данным вернулись исследователи из той же группы. Человек, который играет, двигает головой, а томографу это мешает. Они пересчитали сканы с поправкой на движения, кадр за кадром, и снижение связывания уменьшилось до 3–5 % по разным участкам. Ни в одном участке по отдельности оно не осталось статистически значимым, хотя по всем вместе разница между игрой и покоем сохранилась. Важность такой поправки, написали они, невозможно преувеличить.

Опыт с танками развенчанным считать нельзя. Снижение связывания во время самых разных задач с тех пор находили много раз. Но «как минимум вдвое» после поправки не устояло: по арифметике самой статьи из нового результата удвоения уже не выходит.

Цифре это не помешало. В той же статье 2018 года Фергюсон пишет, что технологии поднимают дофамин, как и другие обычные приятные занятия, примерно на 50–100 % выше нормы, и единственная ссылка в этом месте ведёт на опыт с танками. Спорит Фергюсон как раз с паникой, будто экраны действуют на мозг как наркотик, и в этом споре он на стороне данных. Но его «до ста процентов» — тот же пересчёт с одной видеоигры на восьми мужчинах, только распространённый на все технологии сразу.

Знак для заголовка: ✕ не подтвердилось — «игра поднимает дофамин как минимум вдвое». После поправки на движения головы снижение связывания уменьшилось примерно втрое, и по арифметике самой статьи удвоения больше не получается. Сам опыт — ◐ держится, но слабее, чем казалось в 1998 году: по всем участкам вместе разница между игрой и покоем осталась значимой, а само снижение связывания во время задач с тех пор находили и

другие группы. На ком измерено: восемь мужчин в томографе, проценты связывания метки, пересчитанные по модели.

В первой главе два опыта на томографе говорили в пользу удовольствия: у проголодавшихся добровольцев выброс дофамина от любимой еды шёл вместе с тем, насколько приятной они её сочли, а при любимой музыке дофамин выделялся в двух местах мозга. Теперь можно назвать масштаб обоих сдвигов: связывание метки снижалось на 7–12 % при еде и на 6–9 % при музыке.

С музыкой был ещё и строгий отбор: из 217 откликнувшихся в анализ вошли восемь человек, у которых от любимой музыки надёжно бегут мурашки. Пересчитывать свои проценты в «проценты дофамина» авторы не стали.

По сравнению с крысиными сотнями это скромные числа, но дело не в масштабе. В сводной таблице того же обзора 2009 года снижение связывания того же порядка дают занятия, в которых удовольствия нет никакого: письмо от руки, счёт в уме под давлением экспериментатора, боль от введения концентрированного солевого раствора в мышцу. Боль снижает связывание даже сильнее, чем еда, — до 19 %.

Томограф видит, что в глубоком отделе мозга что-то изменилось, пока человек занят делом. Приятное ли это дело, по снимку не скажешь.

Людей и крыс на одну диаграмму не поставишь ещё и потому, что у метода есть потолок. Связывание такой метки, по тому же обзору, обычно падает не больше чем наполовину. Амфетамин в одной из работ на людях снизил связывание примерно на 16 %, а у крыс он даёт тысячу процентов. Отсюда не следует, что у человека он во много раз слабее. Шкалы размечены по-разному, и перевести одну в другую можно только через модель, а модель, как показали танки, гуляет в разы.

Напрямую и быстро дофамин в мозге человека мерили только в операционной, у пациентов, которым вживляли электроды для глубокой стимуляции мозга. В работе 2016 года пациентов было 17, все с болезнью Паркинсона, и даже там результат выражен не в концентрации, а в относительных единицах.

Второй томограф, тот, что видит кровоток, показывает, где прибавилось крови, то есть где нейроны работают активнее. Какое вещество они при этом выпустили, по снимку не узнать. Поэтому «вспыхнула система награды» на таком снимке — ещё не «выброс дофамина».

Нам не удалось найти число «на сколько процентов шоколад поднимает дофамин у человека». Судя по тому, как устроены методы, взять его пока неоткуда.

Час по шею в воде

Остался холод. Его 250 % — единственная из цифр Марка, снятая с людей. Она взята из чешской работы 2000 года: молодые мужчины по часу сидели по шею в воде разной температуры. При 14 градусах, в самой холодной, концентрация дофамина в плазме крови выросла на 250 %.

Рядом в той же работе стоят другие показатели: норадреналин вырос куда сильнее, обмен веществ тоже, а адреналин не изменился, и кортизол не вырос. Реакцию на холод авторы объясняют прежде всего тем, что усиливается работа симпатической нервной системы — той, что поднимает тело по тревоге. Настроение, мотивацию и мозг, судя по аннотации, в этой работе не изучали. Это исследование о том, как тело держит тепло, и дофамин в плазме здесь идёт рядом с норадреналином.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.