

Роберт Готтсданкер. Глава 8. ФАКТОРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Роберт Готтсданкер: Основы Психологического Эксперимента

В исследовании Дэвида Гаффана (1974) проходились опыты на шести обезьянах (резусах) с поперечным рассечением свода и — для контроля — на шести других, также оперированных, но без рассечения (см. гл. 5). Проверяемая экспериментальная гипотеза была строго определенной: поражение области гиппокампа приводит к нарушению *узнавания*. Подтверждение этой гипотезы могло бы внести значительный вклад в понимание природы амнезии — довольно частого следствия мозговых расстройств в результате несчастных случаев.

Обратите внимание, насколько специфична приведенная гипотеза. В результате воздействия нарушается не что-нибудь, а *память*, причем не любой из ее видов, а именно *узнавание*. Чтобы выделить в эксперименте только этот результат действия независимой переменной, нужны хорошо продуманные способы контроля. Давайте посмотрим, как проводился эксперимент.

А проводился он не сразу. В течение двух недель обезьяны поправлялись после операции. Затем их обучали одному из вариантов старинной карнавальной игры — «найди орешек» (правда, без фокусов, связанных с ловкостью рук). Экспериментальный вариант этой игры называется *подбором по образцу*. Вот в чем он заключается. Перед обезьяной ставят поднос с тремя расположенными в ряд ячейками. Первая проба служит *образцом*: средняя ячейка прикрыта небольшим предметом, например деревянной лодочкой. Обезьяна поднимает предмет и находит под ним сладкую воздушную кукурузу (сушеные зерна или хлопья в сахаре) — вот и все. Через десять секунд дают пробу на *подбор*. Теперь на подносе прикрыты две боковые ячейки, а в средней ничего нет. На одной ячейке лежит лодочка (т. е. предмет, предъявленный в образцовой пробе), а на другой что-нибудь еще, скажем, игрушечный телефон. Если обезьяна поднимет лодочку — и тем самым сделает 323правильный выбор, — она обнаружит в ячейке еще больше сладкой кукурузы. А если она возьмет телефон, то ничего не найдет - ошибка.

В результате обучения каждая обезьяна выбирала предмет правильно в 81 случае из 90. Это отвечало *критерию* успешности решения задач, установленному экспериментатором. Обучение занимало 3 дня. В распоряжении экспериментатора было 300 наименований всякого «утильсырья» — игрушки, миски, электрические переключатели и т. п. Предметов было так много и они настолько отличались друг от друга, что экспериментатор мог работать без повторений в течение 5 дней. Само собой разумеется, что местоположение предмета (левая или правая ячейка) изменялось случайным образом. Чтобы научиться выбирать нужный предмет, обеим группам обезьян потребовалось примерно одинаковое время. Все обезьяны достигли установленного критерия успешности работы между 330 и 600 парой проб (образец — выбор). Следует отметить, что в течение всего эксперимента обезьяны получали обычный рацион - сладкое лакомство было добавкой. Одна из задач называлась задачей с *отсрочкой*. В предварительном обучении интервал между пробой-образцом и пробой-выбором всегда был равен 10 с. Теперь же использовали три разных интервала: 10, 70 и 130 с. Иначе говоря, при самой длинной отсрочке животное должно было помнить предмет, закрывавший приманку, более 2 минут. Полученные результаты представлены на рис. 8.1.

Легко убедиться, что при отсрочке в 10 с результаты обезьян с рассеченным сводом и контрольных животных примерно одинаковы. И удивляться тут, конечно, нечему. Ведь это фактически та же практическая задача, которую обе группы обезьян научились решать с равным успехом. Однако с увеличением интервала группы разделились. Когда вторая проба предъявлялась спустя 130 с, контрольные животные по-прежнему давали свыше 90% правильных ответов, а результаты по группе с рассеченным сводом снижались до 65%. А это ненамного выше 50%-ного уровня, которого можно достичь случайно. Успешное выполнение задачи с отсрочкой в 10 с свидетельствует о том, что у обезьян с рассеченным сводом процесс *запечатления* сохранен. Иначе говоря, сразу же, после предъявления образца обезьяны знали, какой предмет нужно выбрать. Однако контрольная группа продолжала помнить об этом и дальше, а экспериментальная — забывала. Таким образом, было показано, что, у животных с рассеченным сводом нарушается не запечатление, а сохранение. Если бы проверочная проба давалась только с отсрочкой в 130 с, исключить возможность нарушения процесса запечатления было бы нельзя. Для того чтобы отделить его от нарушения собственно памяти, нужно было добавить к основной независимой переменной — *состоянию свода* — еще одну. *Интервал отсрочки* и был второй независимой переменной. Теперь осталось показать, что нарушен именно процесс *узнавания*. О решении этой проблемы мы расскажем в следующем разделе.

В любом эксперименте из предыдущих глав фигурировала только одна независимая (и одна зависимая) переменная. В приведенном эксперименте Гаффана независимая переменная, влияющая на зависимую переменную, была не единственной. Различные состояния свода дополнились разными интервалами отсрочки. Без из-

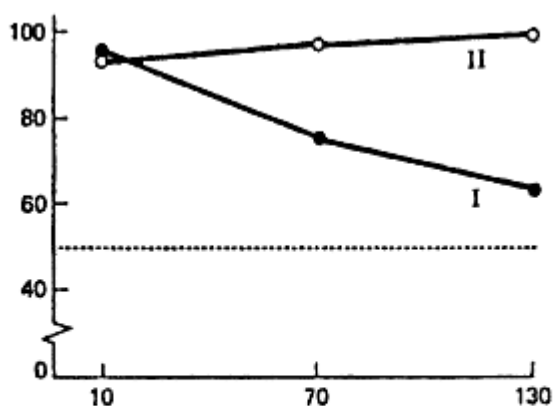


Рис. 8.1. Результаты решения задач с отсрочкой обезьянами с рассеченным (I) и с интактным (II) сводом. Ось абсцисс — интервал отсрочки (в с). Ось ординат — проценты правильных ответов (пунктирная линия — результат случайного выбора)

менения интервалов, например только при длительной отсрочке, было бы невозможно определить, что же в действительности нарушено — память или восприятие. Мы видим, что привлечение второй независимой переменной позволяет осуществить контроль именно того результата действия первой переменной, которое интересует исследователя. Таково одно из оснований для экспериментов с двумя независимыми переменными.

Мы убедимся, что другим существенным преимуществом этих экспериментов является возможность проверки более сложных, комплексных гипотез, чем те, с которыми мы встречались раньше. Это гипотезы о том, каким именно образом независимые переменные, сочетаясь друг с другом, влияют на изучаемое поведение. Мы будем называть их *комбинированными* гипотезами. Если в эксперименте задействовано

несколько (по крайней мере — две) независимых переменных, он называется *факторным*. Термин «факторный» означает только то, что каждая из независимых переменных может быть фактором, определяющим поведение. А поскольку, как мы знаем, поведение определяется многими факторами, то проверка комбинированных гипотез открывает нам новые возможности изучения его природы.

Вы наверняка спросите, существуют ли эксперименты с несколькими *зависимыми* переменными, в которых можно найти связь между независимой переменной и каждой из зависимых? Да, существуют. Есть и такие эксперименты, где и зависимых и независимых переменных несколько. Однако для психологии они являются совершенно новыми, а для их полного понимания наших знаний по статистике недостаточно. Эти перспективные эксперименты называются *многомерными*. Возможно, в будущем кому-нибудь из вас придется их освоить. Однако сейчас подавляющее большинство психологических экспериментов не выходит за рамки факторных.

Для обсуждения организации этих экспериментов привлекается понятие *факторной схемы*. Узнав, что это такое, вы получите новый параметр для классификации экспериментальных схем. В конце этой главы мы приведем общую классификацию экспериментальных схем, благодаря которой вы сможете хорошо понять и усвоить их разнообразные варианты.

Знакомясь с экспериментальными работами, написанными в последнее время, вы убедитесь, что факторную схему эксперимента применяют почти все. Для полноценного понимания этих работ вам нужно иметь представление о соответствующих понятиях и процедурах. Прочитав эту главу, вы узнаете, что имеют в виду, когда говорят об «*основных результатах действия*» и «*взаимодействиях*». Весьма вероятно, что вы встретитесь с такими исследованиями, которые можно было бы улучшить, привлекая вторую независимую переменную. Ничто не мешает вам применить факторную схему и в собственных экспериментах. Хотя, конечно, чтобы держать в уме сразу две независимые переменные, нужно совершать определенное усилие. Но это — все, что от вас потребуется: в своей книге мы ограничимся экспериментами, где независимых переменных — не больше двух. К счастью, некоторые исследователи пытаются проводить эксперименты с тремя и более независимыми переменными, и вы сможете научиться у них, если будете и в дальнейшем заниматься экспериментальной психологией.

Вот те главные темы, по которым будут заданы вопросы в конце главы.

1. Основные понятия: *факторный эксперимент*, *основные результаты действия*, *взаимодействие*.
2. Факторные эксперименты как способы контроля при проверке гипотез с одним отношением.
3. Проверка комбинированных гипотез: ожидаемые взаимодействия.
4. Классификация экспериментальных схем.

Основные результаты и взаимодействия

Этот раздел мы начнем с описания еще одного эксперимента Гаффана (точнее, даже двух экспериментов — на разных задачах). На конкретных примерах мы покажем, что такое *основные результаты действия* независимых переменных и взаимодействия между ними.

А в следующем разделе рассмотрим тот общий способ контроля, благодаря которому в данном эксперименте можно было выделить изучаемые результаты действия.

Экспериментальное разделение способностей к узнаванию и к образованию ассоциаций

Экспериментаторы хотели показать, что с рассечением свода нарушается именно узнавание, а не запоминание по ассоциации. Для этого они использовали две разные задачи. Одной из них была *задача на ассоциацию*. Каждая такая задача включала в себя серию ознакомительных проб и тест на удержание предъявленного материала. Ознакомительных проб было 10, в каждой предъявлялся какой-либо предмет. В пяти пробах под этим предметом была спрятана сладкая кукуруза, а в пяти других ячейка была пустой. Сразу же после этого давался проверочный тест. Предметы поочередно (в том же порядке, что и при ознакомлении), с интервалом в 20 с помещали над правой ячейкой. Левая же ячейка была прикрыта медным диском, который в ознакомительных пробах ни разу не применялся. Если предмет был одним из тех пяти, которые при первом предъявлении закрывали приманку, то и теперь под ним снова находилась сладкая кукуруза. Если же в ознакомительных пробах предмет закрывал пустую ячейку, то приманку клали под медный диск. Таким образом, чтобы выполнить задачу правильно, нужно было взять предмет, если тот ранее прикрывал приманку, а если нет — поднять диск. Ежедневно с каждым животным проводили по три серии проб. На пятый (и последний) день эксперимента обе группы справлялись с задачей, одинаково успешно, давая свыше 80% правильных решений.

Во второй задаче проверялась способность к *узнаванию*. Во многом она напоминала первую, но их отличие было принципиальным. Как и раньше, в ознакомительных пробах предъявляли пять предметов с подкреплением, а вот «пустых» проб уже не было. Вместо этого при проверке давали пять совершенно новых предметов. Правильное решение было тем же: если предмет был предъявлен в ознакомительных пробах, нужно снять его с правой ячейки. А если предмет никогда раньше не предъявлялся, приманка находилась под медным диском в левой ячейке. В данном эксперименте между двумя группами обезьян обнаружилось значительное различие. Контрольная группа решала задачи на узнавание так же успешно, как и ассоциативные. Группа же обезьян с рассеченным сводом давала лишь около 60% правильных решений, т. е. оказалась значительно ниже прежнего 80%-ного уровня.

Для правильного выполнения задач на ассоциацию нужно было запомнить, связан каждый из предварительно предъявленных предметов с наличием или отсутствием приманки. А для успешного решения второй задачи этого было мало, поскольку здесь «неподкрепленные» предметы были совершенно новыми. В таком случае нужно суметь определить, предъявлялся ли предмет ранее, т. е. опознать его. Было обнаружено, что у обезьян с рассеченным сводом образование ассоциаций полностью сохранно, а способность к узнаванию нарушена.

Измерение основных результатов действия

В только что описанном факторном эксперименте мы можем точно определить результаты действия каждой из двух независимых переменных. Это несложно, поскольку и та и другая переменные имеют только по два уровня, или условия. Основным результатом действия переменной — это разность между общими средними оценками для двух ее уровней. По группе контрольных животных с интактным сводом среднее количество правильных решений задач на ассоциацию (с предварительным предъявлением

неподкрепленных предметов) составило 83%, а задач на узнавание (без предварительного предъявления) — 88%. Общая средняя оценка для этой группы равна 85,5%. Те же средние оценки по группе обезьян с рассеченным сводом равны соответственно 82 и 62%, общая средняя — 72%. Основным результатом действия первой независимой переменной — состояния свода – это разность общих средних оценок, 13,5%. В дальнейшем обсуждении мы всегда будем брать только по два уровня каждой независимой переменной, так будет легче их проследить. Впрочем, в многих экспериментах основные результаты действия переменных определяют тем же принципиальным способом, хотя вычисления становятся сложнее.

Таблица 8.1

Вычисление основных результатов действия переменных состояния свода и предварительного предъявления неподкрепленных предметов и взаимодействие между ними

Предварительное предъявление неподкрепленных предметов	Состояние свода		
	рассеченный	интактный	среднее
Есть	82	83	82,5
Нет	62	88	75,0
Среднее	72,0	85,5	76,25

Вычисления:

Основной *результат* действия: состояние свода

$$\text{среднее}_{\text{интактный}} - \text{среднее}_{\text{рассеченный}}$$

$$85,5 - 72,0 = 13,5$$

Основной *результат* действия: предварительное предъявление неподкрепленных предметов

$$\text{среднее}_{\text{есть}} - \text{среднее}_{\text{нет}}$$

$$82,5 - 75,0 = 7,5$$

Взаимодействие: свод x предварительное предъявление

(Без предварительного предъявления, интактный - рассеченный) -
(С предварительным предъявлением, интактный - рассеченный)

$$(88 - 62) - (83 - 82)$$

$$26 - 1 = 25$$

(Рассеченный: есть - нет) - (Интактный: есть - нет)

$$(82 - 62) - (83 - 88)$$

$$20 - (-5) = 25$$

Все, что было описано, может быть показано более непосредственно с помощью таблицы или графика. В табл. 8.1 полученные в эксперименте данные представлены четырьмя числами: 82, 62, 83 и 88. Единицы измерения (здесь — проценты правильных ответов) принято опускать. Общие средние оценки по группам с рассеченным и интактным сводом помещены в *крайней* нижней строчке таблицы. Основным результатом действия переменной состояния свода — разность между этими двумя средними, 85,5 и 72, равная 13,5.

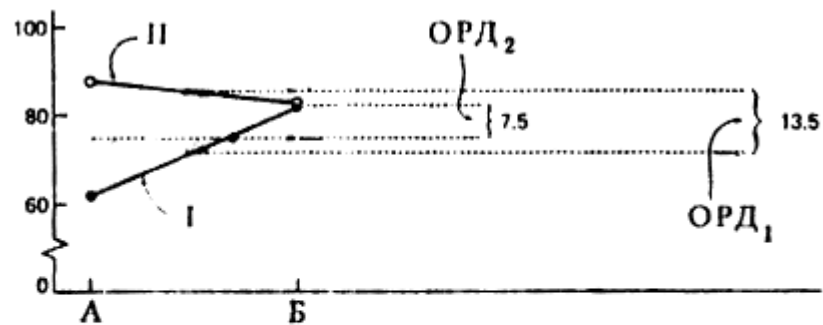
Аналогично, на другом *крае* таблицы — в правом столбце — помещены общие средние оценки для двух уровней второй независимой переменной — *предварительного предъявления неподкрепленных предметов*: его наличия и отсутствия. Основным результатом этой переменной оказался гораздо меньшим: 82,5 минус 75 равно 7,5. Формулы для вычисления основных результатов действия приведены под таблицей.

Основные результаты действия независимых переменных представлены также на верхнем графике рис. 8.2. Помимо двух отрезков, отражающих результаты групп с интактным и рассеченным сводом, здесь проведены (и продолжены вправо) еще две пары пунктирных линий. Одна из таких линий идет из середины отрезка результатов группы с интактным сводом и отражает общую среднюю оценку по этой группе — 85,5. Она составляет пару с другой линией, идущей из середины отрезка результатов группы с рассеченным сводом, и это тоже общая средняя оценка — 72,0. В правой части рисунка мы видим, что промежуток, или расстояние, между двумя этими линиями составляет 13,5 (т. е. столько же, сколько мы получили по таблице). Первая линия второй пары берет начало в средней точке между результатами двух групп по выполнению задач с предварительным предъявлением предметов; она соответствует общей средней оценке по этим задачам — 82,5. А парная с ней линия начинается в средней точке между результатами решения задач без предварительного предъявления и тоже отражает общую среднюю оценку — 75,0. Справа указано расстояние между этими линиями, равное 7,5 (как определено по таблице). Таким образом, каждый из основных результатов действия можно представить просто как расстояние между двумя линиями.

Измерение взаимодействий

Теперь Мы рассмотрим способ измерения взаимодействий. Взаимодействие - не просто разность, а разность между двумя разностями. Для его вычисления мы пользуемся числами, расположенными не по краям таблицы, а внутри нее. Давайте еще раз спросим: кто лучше работал — животные с интактным или с рассеченным сводом? Мы видим, чтобы ответить, нужно уточнить, о каких задачах идет речь. Задачи без предварительного предъявления предметов группа с интактным сводом решала лучше, а если все предметы ранее предъявлялись, то обе группы справлялись с задачами одинаково успешно. Чтобы понять, как измеряется такое взаимодействие количественно, обратимся еще раз к данным в табл. 8.1. При выполнении задач без предварительного предъявления предметов группы с интактным и с рассеченным сводом дали 88 и 62% правильных решений, разность — 26%. А в задачах с предварительным предъявлением правильных решений было соответственно 83 и 82%, разность — 1%. Взаимодействие — это разность между двумя разностями, т. е. 26 минус 1. Процедуры вычислений приводятся под формулами для определения основных результатов действия. Полное название взаимодействия в данном случае такое: «состояние свода, *помноженное* на предварительное предъявление неподкрепленных предметов». Обычно пользуются сокращенными названиями, здесь — «свод x предварительное предъявление».

Величина взаимодействия показывает нам, в какой мере основной результат рассечения свода зависит от предъявленных задач. Но можно задать еще один вопрос: какие задачи решаются лучше — с предварительным предъявлением предметов или без него? Теперь нужно уточнить, какими именно животными: с интактным или с рассеченным сводом. Животным с рассеченным сводом предварительное предъявление предметов помогало выполнять задачу: 82% vs 62% правильных решений, разность — 20%. А у животных с интактным сводом эта разность не только сократилась, но даже поменяла знак: 83% vs 88%. Если мы будем производить вычисление так же, как и для животных с рассеченным сводом, т. е. по формуле, приведенной в самом низу табл. 8.1, то нам нужно вычесть -5 из 20. Взаимодействие снова будет равно 25. Как бы ни ставились вопросы о различии результатов действия разных уров-



(а)



(б)

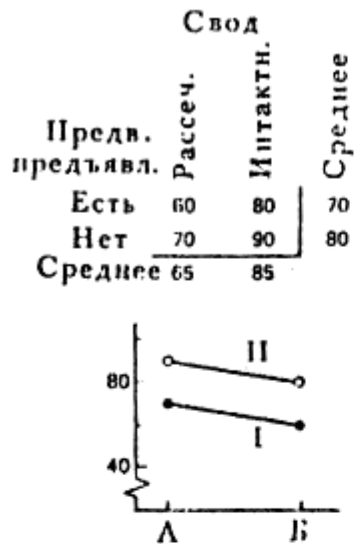
Рис. 8.2. (а) Измерение основных результатов действия переменных состояния свода (ОРД₁) и предварительного предъявления неподкрепленных предметов (ОРД₂). I — рассеченный, II — интактный свод. (б) Измерение взаимодействия переменных. Различия в результатах: I — по группе с рассеченным, II — с интактным сводом; А — по задачам без предварительного предъявления, Б — с предварительным предъявлением. Ось абсцисс — предварительное предъявление неподкрепленных предметов: А — «нет», Б — «есть». Ось ординат — проценты правильных ответов

ней каждой из независимых переменных, мы обнаруживаем, что это различие *зависит* от уровня, другой независимой переменной. В этом, по сути дела, и заключается взаимодействие двух независимых переменных.

Оба способа вычисления взаимодействия иллюстрируются на нижнем графике рис. 8.2. Отрезки— те же, что и наверху. Чуть правее сравниваются две пары пунктирных линий. Показано, что различие, или расстояние, между результатами групп животных с интактным и с рассеченным сводом по задачам без предварительного предъявления равно 26, а с предварительным предъявлением — только 1. Разность между двумя этими расстояниями — 25. Теперь посмотрите на правую часть рисунка: нижняя пара пунктирных линий отражает различие результатов решения двух задач группой с рассеченным сводом — 20. Результаты группы с интактным сводом показаны выше: лучше решались задачи без предварительного предъявления предметов, но разница - только 5. Разность между двумя расстояниями вновь равна 25 (ведь вычесть отрицательное число — это прибавить такое же положительное).

Виды взаимодействия

Нужно сказать, что основной результат действия одной независимой переменной (состояние свода), выявленный в обсуждаемых экспериментах Гаффана, оказался относительно небольшим (13,5). Основной результат действия второй независимой переменной (предварительного предъявления неподкрепляемых предметов) — еще меньше (7,5), но между состоянием свода и предварительным предъявлением предметов существует довольно сильное взаимодействие. Давайте посмотрим, что могло бы получиться, если бы данные эксперимента были другими. На рис. 8.3 показано несколько возможных исходов эксперимента, как на таблицах, так и графически. На рис. 8.3 (а) основные результаты действия переменных — состояния свода и предварительного предъявления — несколько больше, чем на самом деле, - 20 и 10 соответственно. А вот взаимодействие между ними равно нулю. (Обратите внимание на сокращение —



Основные результаты действия:

$$\begin{aligned} \text{Свод, } & 85 - 65 = 20 \\ \text{Предв. предъявл.} & 80 - 70 = 10 \\ \text{Взаимодействие: С} \times \text{III} & (90 - 70) - (80 - 60) = 0 \end{aligned}$$

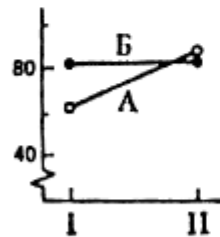
(а)



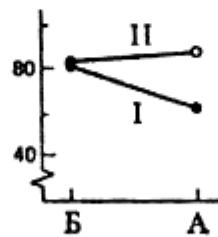
Основные результаты действия:

$$\begin{aligned} \text{Свод, } & 70 - 70 = 0 \\ \text{Предв. предъявл.} & 70 - 70 = 0 \\ \text{Взаимодействие: С} \times \text{III} & (80 - 60) - (60 - 80) = 40 \end{aligned}$$

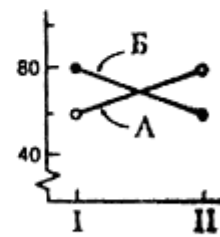
(б)



(в)



(г)



(д)

Рис. 8.3. Возможные исходы эксперимента с двумя независимыми переменными — состоянием свода (I — рассеченный, II — интактный) и предварительным предъявлением неподкрепленных предметов (A — «нет», B — «есть»): основные результаты и взаимодействия. Ось абсцисс: а, б, г) предварительное предъявление неподкрепленных предметов (A — «нет», B — «есть»); в, д) состояние свода (I — рассеченный, II — интактный). Ось ординат — проценты правильных ответов.

С X ПП.) Мы видим, что в отличие от реальных данных (на рис. 8.2) отрезки результатов обеих групп на рис. 8.3 (а) параллельны. Можно сказать, что на этом рисунке представлено *отсутствие* взаимодействия между двумя независимыми переменными.

В противоположность *нулевому* взаимодействию на рис. 8.3 (а), на рис. 8.3 (б) представлены возможные данные с более сильным взаимодействием, чем в реальном эксперименте. Такое взаимодействие называется *пересекающимся*. А реальные данные дают нам пример *расходящегося* взаимодействия. При *пересекающемся* взаимодействии различия в результатах, показанных животными с рассеченным и с интактным сводом при выполнении задач с предварительным предъявлением предметов и без него одинаковы, но противоположны по знаку. Группа с рассеченным сводом работала лучше контрольной, если давались задачи с предварительным предъявлением, и хуже, если без него. Те же

результаты можно изложить иначе: задачи с предварительным предъявлением решались лучше, чем без него, когда работала группа с рассеченным сводом, но хуже — когда работала контрольная группа. Чтобы провести такое сравнение, данные с рис. 8.3 (б) представлены на рис. 8.3 (д). Для этого нужно лишь поместить переменную состояния свода на горизонтальную ось, и полученные отрезки будут соответствовать двум уровням переменной предварительного предъявления предметов — его наличия и отсутствия. Какой бы способ графического представления пересекающегося взаимодействия мы ни избрали, изображение этого взаимодействия будет одним и тем же. По вычислениям под рис. 8.3 (б) вы можете видеть, что основные результаты той и другой переменной равны нулю. Иначе говоря, судя по сравнительным результатам решения двух заданий, нет никаких различий между животными с рассеченным и с интактным сводом. Не различается и успешность решения задач с предварительным предъявлением предметов и без него. Однако взаимодействие оказалось очень высоким — 40 (-20 вычиталось из +20, ведь различия в результатах имели противоположные направления).

На рис. 8.3 (в) графически представлены первоначальные данные, причем на горизонтальной оси (так же, как и на рис. 8.3 (д)) помещена переменная состояния свода. По виду они немного напоминают пересекающееся взаимодействие. Группа с рассеченным сводом явно лучше решала задачу с предварительным предъявлением, чем без него, а группа с интактным сводом, в свою очередь, чуть лучше справлялась с задачей без предварительного предъявления. И все же это расходящееся взаимодействие, поскольку при другом графическом представлении оно уже не даст пересечения. Кроме того, различие в результатах по контрольной группе оказалось весьма небольшим. И наконец, по рис. 8.3 (г) мы видим, что если на горизонтальной оси поместить переменную предварительного предъявления предметов (его наличие и отсутствие), то расхождение отрезков пойдет слева направо. Собственно говоря, расхождение будет столь же высоким, если на вертикальной оси поместить, например, вместо правильных ответов — неверные. В этом случае отрезок, идущий сейчас слева направо, вверх, будет опускаться (и наоборот). Итак, пересекающееся взаимодействие при любом способе графического представления данных будет давать пересечение отрезков. При расходящемся же взаимодействии в зависимости от того, какая из двух независимых переменных помещена на горизонтальной оси, отрезки будут расходиться влево или вправо и по крайней мере в одном случае пересекаться не будут.

Таким образом, в эксперименте с двумя независимыми переменными можно определить основные результаты изолированного действия каждой из них, а также взаимодействие между ними. Взаимодействие бывает трех основных видов: *нулевое (т. е. отсутствие взаимодействия), расходящееся и пересекающееся.*

Факторная схема при проверке гипотез с одним отношением

Рассмотрим теперь, как нужно проводить факторный эксперимент для проверки гипотез с одним отношением. Именно о таких экспериментальных гипотезах мы обстоятельно говорили в предыдущих главах. Речь идет о проверке отношения между одной независимой и зависимой переменными, скажем, между состоянием свода (рассечен или нет) и сохранностью способности к узнаванию.

Устранение сопутствующего смещения базисных переменных

Итак, Гаффану удалось показать, что при рассечении свода нарушается память, а не восприятие, причем именно способность к узнаванию. В каждой из двух своих гипотез он *связывал* воздействие независимой переменной с изменением определенной *базисной*

переменной, т. е. с нарушением памяти и узнавания. Для проверки этих гипотез ему нужно было устранить смешение базисных переменных с другими. Вы уже знаете (по главе 5), что смешение со второй переменной можно исключить с помощью введения контрольного условия, сравнивая его действие с действием активного условия основной переменной. Однако такой прием непригоден, если в эксперименте нужно определить не просто какое-то влияние независимой переменной на поведение, но именно влияние на базисную переменную.

Контроль естественного смещения. Чтобы проверить, нарушается ли у животных память, Гаффан должен был давать после пробы-образца достаточно большую отсрочку (130 с). Но если использовать только такую отсрочку, трудно решить, чем именно объясняются различия в результатах групп с рассеченным и с интактным сводом: нарушениями памяти или восприятия? Исследователя интересует одна базисная переменная — память, но ей неизбежно сопутствует вторая базисная переменная — восприятие. С какой из них можно связывать изменение в состоянии свода? Давайте построим диаграмму для случая с использованием только длинной отсрочки и покажем на ней *возможные* результаты рассечения свода.

<i>Интервал отсрочки</i>		<i>Состояние свода</i>	
		рассеченный	интактный
Длинный	память (требуется)	может быть нарушена	воздействия нет
	восприятие (требуется)	может быть нарушено	воздействия нет

Мы видим, что при использовании длинной отсрочки различие между группами с рассеченным и с интактным сводом можно приписать изменениям любой *потенциальной* базисной переменной, поскольку и та и другая необходимы для выполнения задачи. И если связывать это различие с памятью, то нужно как-то отделить ее от восприятия, т. е. устранить смешение с побочной базисной переменной,

В главе 5 мы показали, как устранить смешение между состоянием свода и состоянием окружающей его области: нужно ввести контрольное условие - повредить у животных эту область, не рассекая свод. Однако смешение, с которым мы встретились сейчас, никакими контрольными условиями для группы с интактным сводом устранить нельзя. Понадобилось бы обеспечить для этой группы ту же самую вероятность нарушения восприятия, что и для группы с рассеченным сводом. А это невозможно сделать, ведь вероятность такого нарушения при рассечении свода нам неизвестна. В данном случае требуется другой прием: нужно подобрать такой *интервал отсрочки*, при котором полученное различие нельзя будет приписать нарушению памяти. Отсрочка между пробой-образцом и пробой-выбором должна быть короткой. В этом случае для правильного выполнения задачи не нужно запоминать предъявленный предмет надолго, и *возможные* результаты рассечения свода будут следующими.

<i>Интервал отсрочки</i>		<i>Состояние свода</i>	
		рассеченный	интактный
Короткий	память (не требуется)	не может быть нарушена	воздействия нет
	восприятие (требуется)	может быть нарушено	воздействия нет

Теперь различие между группами можно объяснить только нарушением восприятия. Смещение устранено. Однако при короткой отсрочке мы можем исследовать связь состояния свода только с восприятием, а ведь у нашего эксперимента цель другая.

Для того чтобы изучать нарушения памяти при рассечении свода, нужно использовать интервал отсрочки в качестве *второй независимой переменной* (помимо состояния свода). Давайте рассмотрим приведенные диаграммы как две составные части факторного эксперимента. Вернувшись к рис. 8.1, мы увидим, что рассечение свода не приводит к нарушению восприятия: обе группы одинаково успешно решают задачи с отсрочкой в 10 с. А факт расходящегося взаимодействия между состоянием свода и интервалом отсрочки свидетельствует о том, что в результате рассечения свода пострадала память. Смещение памяти с восприятием — пример *естественного* сопутствующего смещения, описанного в главе 5. Чтобы запомнить, нужно сначала воспринять, — таков «естественный порядок вещей», как в жизни вообще, так и в эксперименте. Мы взяли в своем примере только два интервала отсрочки ради простоты изложения. Более информативными, как мы показали в главе 7, всегда являются многоуровневые независимые переменные.

Контроль искусственного смещения. Но какой же именно вид памяти оказался нарушен? В реальности (которая, собственно, и дала начало исследованию) — это неспособность людей с дефектами в области гиппокампа опознавать недавно увиденные предметы. Обнаружить такое нарушение у человека очень просто. Достаточно показать ему несколько небольших предметов, вроде тех, что предъявлял в своем эксперименте Гаффан, и чуть позже спросить, узнает ли он эти предметы среди других, ранее не показанных? Мы уже видели, как организовал задачу на узнавание Стернберг (1969), работая с людьми: если тестовый стимул входил в предъявленный ранее набор, испытуемые нажимали одну кнопку, если нет — другую.

Но мы не можем поговорить с обезьяной (а ведь *когда-то*, наверное, *могли*). Чтобы исследовать способность обезьяны к опознанию предметов, Гаффан сопровождал их предъявление пищевым подкреплением — сладкой кукурузой. Но тогда различие в результатах решения задач на узнавание между группами с рассеченным и с интактным сводом допускает двоякую интерпретацию: его можно связывать либо со способностью узнавать ранее предъявленные предметы, либо запоминать их по ассоциации с подкреплением. Вспомните, ведь при проверке все «неподкрепленные» предметы были новыми, т. е. ранее не предъявлялись. Поэтому вполне возможно, что у животных с рассеченным сводом нарушена сама способность к образованию ассоциаций. Давайте посмотрим по диаграмме, о каких нарушениях могут свидетельствовать результаты решения задач на узнавание.

<i>Предварительное предъявление неподкрепленных предметов</i>		<i>Состояние свода</i>	
		рассеченный	интактный
Нет	узнавание (требуется)	может быть нарушено	воздействия нет
	образование ассоциаций (требуется)	может быть нарушено	воздействия нет

В этом эксперименте использовалась та же стратегия устранения смещения, что и в приведенном ранее эксперименте по разделению памяти и восприятия.

Мы уже видели, как исследуется способность к образованию ассоциаций — и у людей, и у танцующих мышей. В опытах Калфи и Андерсон (1971) испытуемые связывали числа с триграммами. У испытуемых Йеркса и Додсона (1908) вырабатывали связь внешнего вида

туннеля с электроударом. Гаффан (1974) подобрал такую задачу на ассоциацию, для успешного выполнения которой *не обязательно* отличать ранее предъявленные предметы от новых, т. е. Опознавать их. Животному предъявлялись все предметы, но одни — с подкреплением, а другие — нет. Теперь возможные результаты рассечения свода, судя по результатам выполнения *ассоциативных* задач, можно представить так.

	<i>Предварительное предъявление неподкрепленных предметов</i>	<i>Состояние свода</i>	
		рассеченный	интактный
	узнавание (требуется)	не может быть нарушено	воздействия нет
Есть	образование ассоциаций (требуется)	может быть нарушено	воздействия нет

Давая только эти задачи, можно проверить, нарушается ли при рассечении свода образование ассоциаций, - но не больше. А ведь изучаемой базисной переменной было узнавание. Однако в эксперименте использовались *оба типа* задач — и на узнавание, и на ассоциацию, т. е. вводилась вторая независимая переменная — предварительное предъявление неподкрепленных предметов: его наличие или отсутствие. На рис. 8.2 вы видели, что когда требовалось просто установить ассоциацию, результаты обеих групп были почти одинаковы, но когда нужно было определить, предъявлялся ли предмет ранее, т. е. опознать его, группа с рассеченным сводом потерпела крупную неудачу. Расходящееся взаимодействие между переменными состояния свода и предварительного предъявления свидетельствует о том, что базисной переменной, принимающей разные значения у каждой из групп животных, было именно узнавание, а не образование ассоциаций.

Так же, как и в случае разделения памяти и восприятия здесь нельзя было ввести контрольное *условие*, т. е. обеспечить одинаковую вероятность нарушения образования ассоциаций у групп с интактным и с рассеченным сводом. Был необходим факторный эксперимент с привлечением второй независимой переменной — предварительным предъявлением негативных (неподкрепленных) предметов. Иначе говоря, нужно было ввести контрольную *переменную*. Смешение между узнаванием и образованием ассоциаций порождалось самой экспериментальной процедурой. Чтобы иметь возможность проверить способности обезьян к узнаванию, нужно было создать у них ассоциацию между определенными предметами и сладкой кукурузой. В реальности и люди и животные могут опознавать предметы без всякой связи с подкреплением. Следовательно, в данном случае смешение было *искусственным*, вызванным требованиями эксперимента. А смешение памяти с восприятием было *естественным*: ничто нельзя запомнить, не восприняв. Но в обоих случаях стратегия контроля за смешением переменных — одна и та же.

При организации условия, необходимого для проверки предполагаемой базисной переменной, последняя сопровождалась другой, сопутствующей базисной переменной. Тогда вводилось новое условие, при котором разные уровни первичной независимой переменной действовали только на сопутствующую базисную переменную, приводя к различным результатам. Использование и того и другого условия давало вторую, контрольную *независимую переменную* — с двумя уровнями: более и менее активным.

Эксперимент с целью контроля смешения базисных переменных

Контрольная независимая переменная	Первичная независимая переменная	
	активный уровень	пассивный уровень
Более активный уровень		
Предполагаемая базисная переменная	действие возможно	воздействия нет
Сопутствующая базисная переменная	действие возможно	воздействия нет
Менее активный уровень		
Предполагаемая базисная переменная	действие невозможно	воздействия нет
Сопутствующая базисная переменная	действие возможно	воздействия нет

При «более активном» уровне контрольной переменной активный уровень первичной независимой переменной (рассечение свода) может оказывать действие либо на предполагаемую базисную переменную (намять, узнавание), либо на сопровождающую (восприятие, образование ассоциаций). При «менее активном» уровне контрольной переменной воздействие активного уровня первичной независимой переменной не затрагивает предполагаемую базисную переменную. Расходящееся взаимодействие между первичной и контрольной независимыми переменными позволяет проверить гипотезу об изменении изучаемого базисного процесса.

Контроль сопутствующего смешения повышает *внутреннюю* валидность эксперимента. В чистом эксперименте (как варианте идеального) можно было бы исследовать память отдельно от восприятия и проверять способность обезьян к узнаванию предметов, не прибегая к ассоциированию со сладкой кукурузой. Факторный эксперимент с привлечением второй, контрольной независимой переменной позволяет проверять гипотезы, близкие к тем, что могли бы проверяться в идеальном эксперименте.

Контроль обобщения экспериментальных результатов

Вспомним теперь еще одно исследование, описанное в главе 5 — эксперимент Роя Вайза и Вивиен Досан (1974) по изучению влияния диазепама на пищевое поведение. Гипотеза заключалась в том, что данное лекарство оказывает непосредственное действие на процесс питания — оно делает животных голодными. При проведении опытов ради удобства каждое животное помещали на 15 минут в специальную клетку, определяя затем количество съеденной там пищи. Эта особенность методики привнесла трудности в проверку исходной гипотезы. Ведь объяснить, почему в специальной клетке крыса с инъекцией диазепама съедает больше, чем крыса с контрольной инъекцией, можно и по-другому. Альтернативной является гипотеза о *снятии тревожности*.

Новая ситуация вызывает у крысы состояние тревожности и тем самым — подавляет аппетит. А диазепам — известный транквилизатор — снимает это состояние, и крыса нормально ест. Ясно, что для проверки исходной гипотезы необходим специальный контроль.

Эксперимент проводился на 15 крысах, применялась кросс-индивидуальная схема позиционного уравнивания. Инъекции производились за 15 минут до опыта. «Перед опытом в специальную или домашнюю клетку помещалось 20 (± 5) граммов пищи (точный вес был известен), а после опыта взвешивалась несъеденная пища и оставшиеся крошки»

(Вайз и Досан, 1974, с. 931 — 932). На рис. 8.4 сравнивается количество съеденной пищи при инъекциях диазепама и плацебо. Легко убедиться, что при инъекции диазепама крысы съедали гораздо больше. При тех и других инъекциях в домашней клетке пищи съедалось несколько больше, чем в специальной. Взаимодействие было почти нулевым.

Таким образом, разница в количестве съеденной пищи при инъекции диазепама и без него оказалась весьма значительной как в специальной, так и в домашней клетках (в последней — чуть больше). Следовательно, действие диазепама было непосредственным, независи-

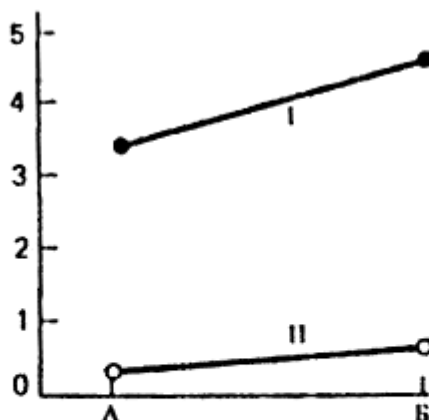


Рис. 8.4. Количество пищи, съеденной при инъекциях диазепама (I) и плацебо (II) в специальных и домашних клетках. Ось абсцисс — окружающая обстановка: А — специальная, Б — домашняя клетка. Ось ординат — количество съеденной пищи (в граммах)

мым от снятия тревожности. Это не значит, что связь уменьшения тревожности с повышением аппетита полностью отрицается. Однако если основной результат действий окружающей обстановки (специальная или домашняя клетка) составил лишь 0,7 (грамма), то основной результат действия диазепама был равен 3,5 (грамма).

Мы рассказали лишь об одном из многих экспериментов, вошедших в обширное исследование Вайза и Досан (1974). Проверка гипотезы о непосредственном специфическом действии диазепама на пищевое поведение была общей задачей этого исследования. А в данном, только что описанном эксперименте проверялась альтернативная гипотеза: результат воздействия является не простым, а комбинированным, связанным с двумя переменными — самим введением диазепама и обстановкой, вызывающей тревожность. Но чтобы разделить эти две гипотезы, не обязательно ставить факторный эксперимент. Для проверки гипотезы о снятии тревожности достаточно провести все опыты только в домашних клетках. Мы можем убедиться в этом по следующим диаграммам. Рассмотрим, во-первых, опыты в специальных клетках.

Обстановка, вызывающая беспокойство	Введение диазепама	
	есть	нет
Есть (специальная клетка)	активный	пассивный
	активный	активный

Понятно, что инъекция диазепама — это «активный» уровень соответствующей переменной. Поскольку в специальной клетке у животного возникает состояние тревожности, данный уровень переменной окружающей обстановки тоже будет

«активным» (как при введении диазепама, так и без него). Если при введении диазепама пищи будет съедено больше, то это можно объяснить как действием его самого, так и совместным влиянием двух названных переменных. Без диазепама тревожность, возникающая у крысы в специальной клетке, может мешать ей принимать пищу. При инъекции диазепама тревожность снималась бы, и крыса ела бы спокойно. Возможность подобного комбинированного воздействия можно устранить, если проводить опыты в домашних клетках.

<i>Обстановка, вызывающая беспокойство</i>	<i>Введение диазепама</i>	
	есть	нет
	активный	пассивный
Нет (домашняя клетка)	пассивный	пассивный

В этом случае активные уровни двух переменных сочетаться не будут. Поэтому любое различие в количестве съеденной пищи между инъекциями диазепама и плацебо следует интерпретировать *как* результат непосредственного действия диазепама.

Зачем же понадобилось проводить опыты в специальных клетках, если для разделения гипотез необходимости в этом не было? Ради чего тогда ставился факторный эксперимент? Ответ такой: если в эксперименте задействовали только один уровень дополнительной переменной, то предлагаемые выводы всегда могут вызвать критику. Безоговорочно *обобщать* результаты, подтверждающие экспериментальную гипотезу, довольно опасно. Скорее нужно предположить, что эти результаты связаны с конкретным *сочетанием* переменных, и поэтому обобщать их не следует. Гипотеза о снятии тревожности — это и есть сомнение в том, что диазепам непосредственно вызывает голод, и его действие можно рассматривать независимо от таких дополнительных условий, как окружающая обстановка. Напротив, гипотеза о непосредственном воздействии диазепама универсальна, приложима к любым обстоятельствам. И когда эксперименты проводятся на нескольких уровнях дополнительной переменной, можно не сомневаться: полученные результаты просты и не зависят от сочетаний с этими уровнями, и их можно обобщать.

Теперь мы можем ответить на вопрос, заданный в главе 5, по поводу эксперимента по трудовой этике, когда испытуемые предпочитали получать награду не просто так, а нажимая на рычаг. Зачем же, привлекались *девочки-индианки*? Вот и ответ: если бы эксперимент проводился только на белых детях, то можно было бы предположить, что нажимать на рычаг предпочитают именно они, т. е. приписать полученный результат сочетанию с дополнительной переменной. Экспериментаторы сделали даже более конкретное предположение: факт предпочтения, обнаруженный в предыдущем исследовании одного из них (Сингх, 1970), может объясняться тем, что белые дети воспитаны в духе протестантской морали — «чтобы получить награду, надо работать» (Сингх и Кэри, 1977, с. 77). Влияние столь специфичного фактора следовало устранить, и для этого Сингх и Кэрн провели эксперимент, привлекая не только белых девочек, но и девочек-индианок, а также мальчиков-индейцев и белых мальчиков. Вторую переменную в этом эксперименте можно назвать *культурным фоном*. И поскольку полученные результаты оказались независимыми от культурного фона, можно было с большей уверенностью обобщить исходную гипотезу о том, что люди предпочитают активно действовать, а не сидеть сложа руки. И надо сказать, не только люди. Подобные результаты были получены в опытах с голубями и крысами (Пенсен, 1963; Нейрингер, 1969; Кардер и Берковиц, 1970; Сингх, 1970). Правда, если уж быть совершенно точным, надо признать, что исключение составляют кошки. «Вот она, кошачья лень, — так описывают свои результаты Кеннет Коффер и Грант Коулсон (1971), — кошки предпочитают есть легкодоступную пищу, а не ту, которую нужно специально добывать».

Шесть подопытных котов (Зеро, Пи-Уи, Галем, Немо, Иван и Зелма) в ситуации выбора сначала съедали свободно лежащую приманку (специальные говяжьи консервы «Кот в сапогах») и только после этого нажимали на рычаг, чтобы получить точно такую же. Это не первое свидетельство того, что у кошек есть свои причуды (а может быть именно они и ведут себя по-настоящему рационально).

Использование разных уровней второй переменной, включая индивидуальные различия, служит не для устранения смешения, а для обоснованного обобщения результатов. Оно приближает нас к *эксперименту полного соответствия*, т. е. «такому безупречному эксперименту, где мы могли бы проверить свою гипотезу на всех уровнях дополнительных переменных и на всех испытуемых, к которым применяются полученные результаты. Следовательно, привлечение второй переменной повышает *внешнюю* валидность эксперимента.

В главе 5 мы обсуждали связь обобщения результатов с *внутренней* валидностью. Чтобы обобщать полученное отношение между независимой и зависимой переменными, мы должны быть уверены, что наша независимая переменная является чистой, свободной от побочных «примесей». Только тогда можно исследовать результаты действия независимой переменной в любых, отличных друг от друга ситуациях. Однако теперь мы убеждаемся, что для надежного обобщения результатов этого недостаточно. Если отношение между независимой и зависимой переменными обнаружено нами при вполне определенных уровнях дополнительной переменной, мы должны учитывать, что действие независимой переменной может оказаться непрямым, а его результат — не простым, а комплексным, комбинированным. Распространение этого результата на все остальные уровни дополнительной переменной связано, таким образом, с вопросами *внешней* валидности эксперимента. В сжатой форме все это можно выразить так: для надежного обобщения нужно выделить *простые* результаты действия *изолированных переменных*.

Схемы позиционного уравнивания

Читая экспериментальные работы, вы обнаружите, что схемы позиционного уравнивания часто рассматриваются как факторные, т. е. включающие вторую независимую переменную, даже если в самой гипотезе фигурирует только одна. Например, в каждой паре экспериментов Кеннеди и Ландесмана (1963) было обнаружено определенное отношение между высотой рабочей поверхности и количеством обработанных деталей. Каждая такая высота с одинаковой частотой предъявлялась всем испытуемым в каждой из шести последовательных проб. Средние оценки вычислялись *по каждой пробе*. Тем самым *местоположение пробы в последовательности* их предъявления автоматически оказывалось второй независимой переменной. Таким образом, мы можем выделить основные результаты действия как высоты рабочей поверхности, так и местоположения каждой пробы. Можно измерить и взаимодействие между этими двумя независимыми переменными. Иногда взаимодействие оказывается настолько большим, что требуется специальное объяснение. Но так или иначе, переменная местоположения проб — это автоматически возникающая особенность применения схем позиционного уравнивания (отличных от реверсивного позиционного уравнивания в многоуровневых экспериментах). Поэтому такие схемы всегда следует анализировать как факторные.

Проверка комбинированных гипотез

С появлением факторных схем в технике экспериментирования совершается еще один шаг вперед. Теперь исследователи попытаются проверять гипотезы о том, каким образом влияют на поведение сразу две независимые переменные, сочетаясь друг с другом. Есть

немало примеров, когда мы совершенно уверены, что данная деятельность определяется не единственной независимой переменной. Еще до экспериментов Йеркса и Додсона (1908) было известно, что на количество проб, необходимых для научения, будет влиять как сила электроудара, так и трудность различения стимулов. Стернберг (1969), давая задачи на узнавание, тоже заранее знал, что с увеличением количества знаков в предварительно предъявленном наборе для опознания одного знака потребуется больше времени. Знал он и о том, что время опознания увеличится, если тестовый стимул будет трудно различить. Вы помните (по главе 7), что у Йеркса и Додсона были основания для конкретного предположения об отношении между комбинациями силы электроудара и трудности различия, с одной стороны, и количеством проб, необходимых для достижения критерия научения, — с другой. Мы увидим, что и Стернберг выдвинул гипотезу об отношении между комбинацией двух своих независимых переменных и временем реакции опознания, применив информационную модель этого процесса. И в том и в другом эксперименте экспериментальная гипотеза касалась *взаимодействия* независимых переменных. Мы познакомим вас также с двумя новыми экспериментами, причем в каждой проверяемой гипотезе будет представлен один из основных типов взаимодействия, описанных нами выше.

Закон Йеркса—Додсона: определение оптимального уровня

Предварительное описание этого факторного эксперимента, проведенного много лет назад на танцующих мышах и посвященного изучению влияния силы электроудара на успешность научения различать черное и белое, было дано в главе 7. Йеркс и Додсон повторили свой эксперимент, введя новые условия, затруднявшие и облегчавшие различение стимулов. Различение облегчали, сокращая доступ света в черный туннель и делая его тем самым еще чернее, а затрудняли, сокращая доступ света в белый туннель, так что он больше походил на черный.

Затем отдельным группам мышей давали задачи с легким различением (при пяти разных уровнях электроудара) и с трудным различением (четыре уровня электроудара). По каждой группе определяли количество проб, необходимых для достижения критерия успешного решения задач. Все полученные результаты, в том числе и те, что уже были представлены в главе 7, — для задач средней трудности (см. рис. 7.3), показаны на рис. 8.5. Очевидно, что основной результат воздействия переменной трудности различения очень высокий. Выделяются следующие общие закономерности; во-первых, при всех уровнях интенсивности электроударов быстрее всего научение протекало в тех случаях, когда различать туннели было легко. Во-вторых, можно говорить о некотором преимуществе при сильных ударах: правые ветви каждого из графиков несколько ниже левых. Однако по-настоящему интересно именно взаимодействие между двумя независимыми переменными, силой электроудара и трудностью различения. Гипотеза, о которой мы говорили в главе 7, подтвердилась. Мы уже знаем, что для задач средней трудности минимальное количество проб, необходимых для успешного научения, приходится, на силу удара в 300 единиц. Теперь мы видим также, что для задач с трудным различением этот минимум наступает при бо-

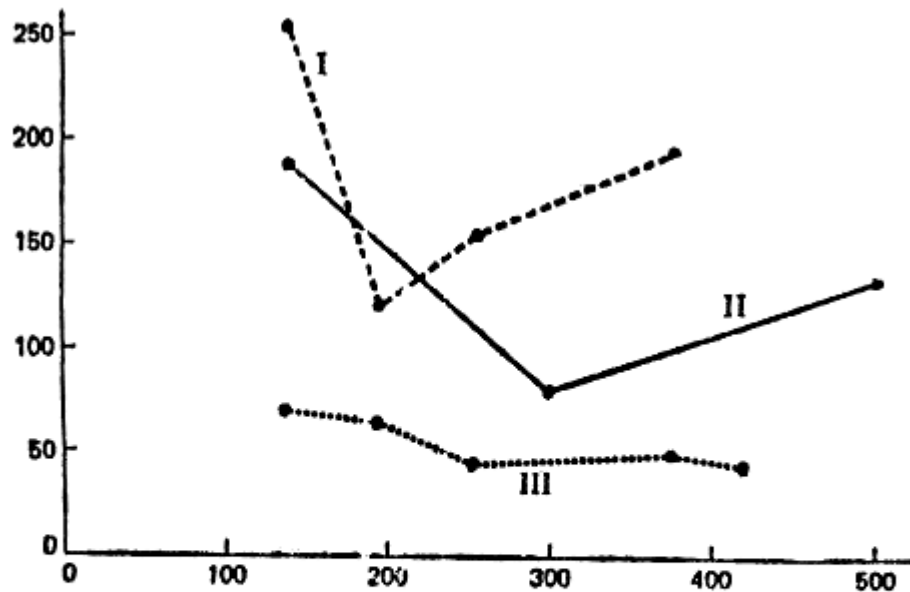


Рис. 8.5. Влияние силы электроударов на успешность обучения при различных уровнях трудности задач (опыты на танцующих мышках). I — трудные, II — средние и III — легкие задачи. Ось абсцисс — сила электроудара (в условных единицах). Ось ординат — среднее количество проб, необходимых для достижения критерия успешного решения задач

лее слабом ударе — 195 единиц. И наконец, для самых легких задач результаты продолжают улучшаться даже при 420 единицах; весьма вероятно, что при еще более сильном ударе мыши будут научиться еще быстрее.

Еще раз об изучении опознания: отсутствие взаимодействия переменных

Вспомните эксперимент Стернберга (1969), описанный в главе 7. В нем измеряли время, необходимое испытуемым для того, чтобы мысленно просмотреть набор ранее предъявленных цифр и определить, входит ли в него тестовая цифра. Было установлено отношение типа абсолютно-абсолютное. С каждым увеличением запоминаемого набора на один знак прирост времени, необходимого для опознания, был одним и тем же — примерно 35 мс. Но это было в том случае, когда тестовый стимул был очень четко виден. А что если бы он был нечетким, окажем, плохо отпечатанным? Мы понимаем, что время опознания должно увеличиться. Но будет ли этот прирост одинаковым, независимым от количества цифр в запоминаемом наборе? Возможно, что с увеличением набора воздействие недостаточной четкости тестового стимула будет нарастать. Однако Стернберг выдвинул гипотезу о постоянстве прироста времени опознания (нулевое взаимодействие), а не о возрастании этого прироста с увеличением запоминаемого набора (расходящееся взаимодействие).

Чтобы сделать тестовую цифру нечеткой, Стернберг проецировал на нее модель шахматной доски. Разглядеть цифру было, конечно, можно, но довольно трудно. На рис. 8.6 показано время реакции опознания при различных сочетаниях двух независимых переменных — размера запоминаемого набора и четкости тестового стимула. Видно, что основные результаты действия и той и другой переменной достаточно велики. При увеличении запоминаемого набора от одного до четырех знаков время реакции возросло в

целом на 115 мс. Это лишь немногим больше, чем ожидалось: если с каждой новой цифрой время опознания возрастает на 35 мс, то увеличение на 3 знака даст общий прирост времени в 105 мс. Видно также, что когда тестовая цифра была нечеткой, время реакции возрастало в среднем примерно на 70 мс.

Напротив, взаимодействие переменных оказалось весьма незначительным. При наборе в 1 знак различие между опознанием четкой и нечеткой цифр составило 60 мс, а при наборе из 4 цифр — 75 мс. Максимальная величина взаимодействия доходит до 15 мс. В сравнении с основными результатами действия переменных это очень мало и может объясняться простой случайностью. Короче говоря, Стернберг предсказал нулевое взаимодействие между двумя независимыми переменными, влияющими на время обработки информации, и получил результат, подтверждающий его гипотезу.

Прошлый опыт и решение задач: неравное действие независимой переменной

Гостю, который приходит вторым, всегда легче. Когда эксперимент уже проведен и полученный результат

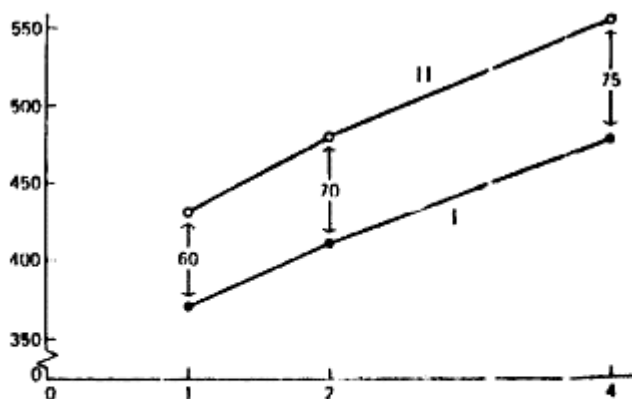


Рис. 8.6. Зависимость времени реакции на четкие (I) и нечеткие (II) тестовые стимулы от количества знаков в ранее предъявленном наборе. Ось абсцисс — размер предъявленного набора. Ось ординат — среднее время реакции (в мс)

оказался неожиданным, всегда можно сказать исследователям, что они должны были его предвидеть и даже объяснить. Многие из нас, включая и автора этой книги, крепки задним умом. И это стоит учесть при обсуждении еще одного исследования — с прошлым опытом и решением задач в лабиринте, поставленном на крысах Виктором Дененбергом и Джоном Муртоном (1962).

Эксперимент включал две независимые переменные. Первая переменная — приручение детенышей в период вскармливания. В течение 24 дней после рождения, когда крысята обычно находятся с матерью, половину из них ежедневно забирали из клетки (а другая половина всегда оставалась с матерью и остальным потомством). «Приручение заключалось в том, что крысят вынимали и на 3 минуты помещали «каждого в специальную коробку, частично заполненную стружкой, после чего возвращали в домашнюю клетку» (с. 1096).

Было проведено три эксперимента, в каждом из которых несколько изменяли вторую независимую переменную — окружающую обстановку по окончании периода вскармливания. Вот как описывают Дененберг и Мортон свой третий эксперимент (который мы и обсудим): «После периода вскармливания (в возрасте 25 дней) несколько прирученных и неприрученных детенышей помещали в тесные клетки размером 17X24X17см, где они и оставались до полного созревания. Оставшуюся часть детенышей, тоже прирученных и неприрученных, сажали в просторные ящики, где можно было свободно бегать. Таких ящиков было четыре: в двух из них содержались прирученные детеныши, в двух других — нет» (с. 1097). Таким образом, окружающей обстановкой были либо тесные клетки (первый уровень переменной), либо просторные ящики (второй уровень). Клетки были разделены перегородками, и обстановка была очень однообразной. В ящиках же на площади в 4 квадратных фута размещали «всевозможные платформы, туннели, скаты и проходы» (с. 1096), я все это обогащало окружающую обстановку. Как в «клетках, так и в ящиках крысы жили до полного созревания (до возраста 50 дней).

Затем крыс запускали в лабиринт. Лабиринт Хебба — Вильямса можно составить по-разному и сделать несколько путей к приманке. Каждая трасса считалась отдельной *задачей*. Крысы по очереди пробегали по лабиринту, сначала для тренировки (в течение 15 дней), а затем — на оценку (в течение 12 дней по одной задаче ежедневно). «Показателем успешности решения задач каждым животным служило общее количество ошибок за весь испытательный период» (с. 1097). Зависимая переменная — среднее число ошибок по каждой из следующих подгрупп: прирученные животные в клетках, прирученные и свободной обстановке, неприрученные в клетках и неприрученные в свободной обстановке.

Результаты эксперимента, представленные на рис. 8.7, оказались неожиданными. Легко убедиться, что основной результат действия приручения в период вскармливания весьма невелик: прирученные и неприрученные животные решали задачи в среднем пример-

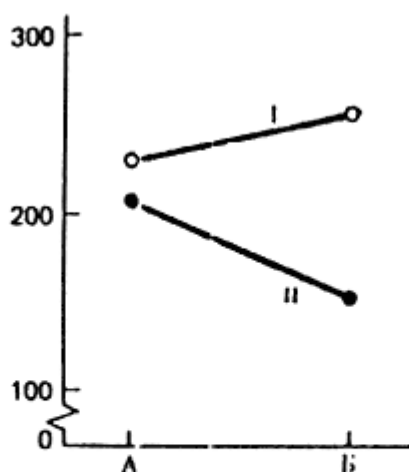


Рис. 8.7. Влияние приручения крыс в период вскармливания и их содержания после вскармливания на успешность решения задач в лабиринте. I — клетки, II — свободное окружение. Ось абсцисс — приручение в период вскармливания: А — прирученные, Б — неприрученные животные. Ось ординат — среднее число ошибок

но одинаково. Основным результатом действия различной окружающей обстановки оказался несколько выше: как прирученные, так и неприрученные животные, содержащиеся в просторных ящиках, допускали меньше ошибок, чем находившиеся в клетках. Однако это различие не было статистически значимым. А вот расходящееся взаимодействие между

приручением и окружающей обстановкой выражено настолько ярко, что просто бросается в глаза. Различие по среднему числу ошибок у прирученных животных, содержащихся в тесных клетках и в просторных ящиках, составило 14 единиц, а у неприрученных — 83; взаимодействие равно 69. Иначе говоря, обнаружено *неравное действие* окружающей обстановки: небольшое — для прирученных животных и высокое — для неприрученных.

Причины подобного взаимодействия могут быть следующими. Известно, что приручение в период вскармливания делает крыс менее тревожными, менее дикими. Они становятся более зависимыми от человека, менее рискованными. А свободная обстановка только тогда способствует успешному решению задач в лабиринте, когда животное стремится использовать предоставленные ему возможности. Поэтому содержание в просторных ящиках и помогало прежде всего неприрученным животным, неизбалованным человеческой заботой и независимым от нее, но почти не помогало прирученным.

Однако сами исследователи не проявили интереса к указанному взаимодействию, не попытались его объяснить. Их вывод довольно категоричен: опыт, полученный в период вскармливания, не оказывает никакого влияния на дальнейшее решение задач. Они утверждают, что взаимодействие «можно, по-видимому, отнести за счет случайных изменений в поведении» (с. 1097). А как мы знаем из главы 6, для того и нужна проверка статистической значимости (а здесь вероятность нуль-гипотезы — менее 1/100), чтобы получить определенный эталон, а уж затем решать, приемлем полученный результат или его можно приписать случайным изменениям.

Эксперимент с нерелевантной информацией

Итак, мы убедились, что экспериментаторы сталкиваются подчас с совершенно непредвиденными результатами. А иногда (хотя и не часто) полученные данные настолько неожиданны и вместе с тем так ясны, что становятся подлинным открытием.

«Способность совершать открытия» — так называют умение разглядеть одно, когда ищешь другое. Нередко оно оказывается просто необходимым. Нечто подобное пережили Ричард Саймон и Алан Руделл (1967). Открытый ими результат представится вам сейчас таким очевидным, что, казалось бы, исследователи должны были ожидать его с самого начала. Однако на самом деле эта очевидность свидетельствует о ясности и четкости обнаруженного отношения между независимой и зависимой переменными. И до проведения эксперимента оно очевидным не было. Помимо всего прочего, данное исследование было посвящено изучению времени реакции, а в этой области эксперименты ведутся уже 100 лет, и никто еще не получал подобных данных.

Саймон и Руделл предположили, что время реакции должно быть короче, если сигнал подается в доминантное полушарие мозга. Для правой — это левое полушарие, для левой — правое.

Экспериментальная гипотеза состояла в следующем. Звуковой сигнал, подаваемый на правое ухо (связанное, с левым полушарием), будет вызывать у правой более быструю реакцию, чем сигнал на левое ухо (связанное с правым полушарием). У левой это отношение окажется обратным: короче будет реакция на сигнал, подаваемый на левое ухо. Эксперимент по проверке этой гипотезы был прекрасно продуман и организован. В опытах приняли участие студенты колледжа: 16 левой девушек, 16 правой девушек, 16 левой юношей и 16 правой юношей. Им нужно было выполнять команды, подаваемый в левый или правый наушники: по команде «левая» — нажимать одну кнопку левой рукой, а по команде «правая» — другую кнопку правой рукой. Выполнять команду следовало независимо от того, из какого наушника она поступала. Был составлен блок из

132 проб с равным числом команд «левая» и «правая», набранных в случайном порядке. На каждое ухо команды подавались также в случайной последовательности с одинаковой частотой. Саймон и Руделл ожидали, что у правой время реакции всегда будет короче в тех случаях, когда команда поступает справа, чем когда она поступает слева, а у левой — наоборот.

Результаты проверки этой гипотезы представлены на рис. 8.8 (а). Ясно, что ожидания не оправдались. При подаче команд как на правое, так и на левое ухо время реакции у правой и у левой оказалось почти одинаковым — от 404 до 410 мс. Возможное расходящееся взаимодействие настолько мало (7 мс), что им с уверенностью можно пренебречь.

Напротив, на рис. 8.8(б) мы видим, сколь велико оказалось взаимодействие между тем, с какой стороны поступала команда, и самим типом команды — «левая» и «правая». Это, конечно, *пересекающееся* взаимодействие, равное 85 мс. Как мы уже убедились по

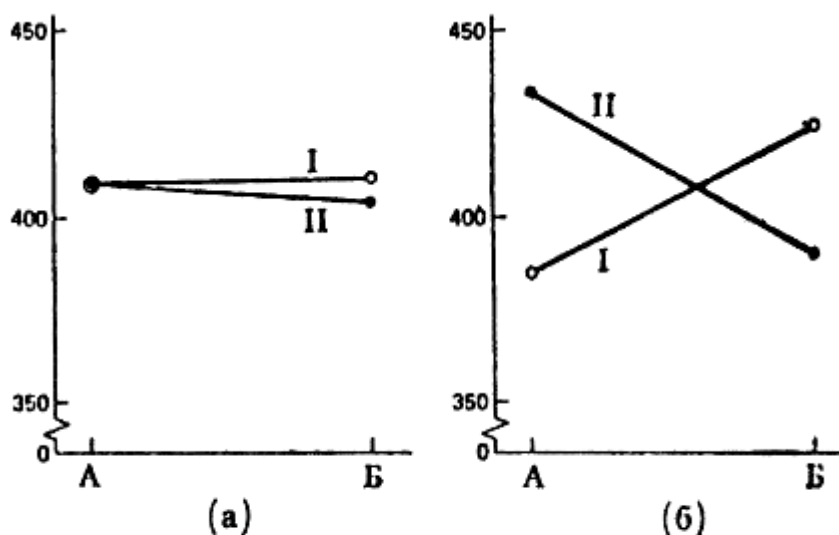


Рис. 8.8. Время ответных реакций на команды, поступавшие на левое и правое ухо: (а) у левшей (I) и правшей (II); (б) при командах «левая» (I) и «правая» (II). Ось абсцисс — стимулируемое ухо: А — левое, Б — правое. Ось ординат — время реакции (в мс)

рис. 8.8(а), основной результат подачи команды на разные уши почти не различим (5 мс). Аналогично, основной результат действия команд разного типа составляет лишь 3 мс.

Следует еще раз подчеркнуть, что испытуемых просили не обращать никакого внимания на то, с какого наушника поступала команда, и реагировать только на само произносимое слово — «левая» и «правая». Однако пренебречь этой *нерелевантной* информацией они все-таки не смогли.

Достигнутые преимущества

Во всех четырех только что описанных исследованиях для проверки экспериментальных гипотез привлекалась вторая независимая переменная. Опираясь только одной независимой переменной, проверить эти гипотезы было нельзя. Мы убедились, что далеко не все гипотезы, получившие подтверждение, были предусмотрены

экспериментаторами заранее. Однако без привлечения второй переменной установить что-либо было бы вообще невозможно.

Проверка теоретического предположения о наличии двух базисных процессов, лежащих в основе различительного научения, стала возможной только благодаря использованию различных уровней электроудара. Экспериментальная гипотеза состояла в том, что с увеличением трудности задачи сила электроударов, при которых научение будет проходить наиболее эффективно, т. е. с минимальным числом проб, будет понижаться. Основания такой гипотезы понятны: более трудная задача требует лучшего перцептивного различения (первый предполагаемый базисный процесс). А с понижением силы электроудара танцующие мыши становились более «внимательны». И даже если связь степени белизны туннеля с электроударом (второй предполагаемый базисный процесс) была небольшой, ее вполне хватало для обеспечения необходимого различения. Напротив, при сильных электроударах животные были слишком встревожены, и их способность к различению не актуализировалась вообще. Закон Йеркса—Додсона дает ясное представление о влиянии силы мотивации на результаты деятельности и не теряет своей значимости по сегодняшний день.

В каждом из трех остальных исследований содержится пример одного из основных видов взаимодействия. Графически эти виды представлены с помощью монотонно возрастающих или убывающих линий (отражающих связь независимой и зависимой переменных), т. е. не имеющих максимума или минимума посередине. Как мы уже говорили, при *нулевом взаимодействии* разные уровни второй независимой переменной представлены параллельными отрезками. Если отрезки расходятся вправо (или влево), то говорят о *расходящемся взаимодействии*, а если отрезки пересекаются, причем независимо от того, какая переменная помещена на горизонтальной оси, то это — *пересекающееся взаимодействие*.

В эксперименте Стернберга взаимодействие между количеством знаков в запоминаемом наборе и четкостью тестового стимула приближалось к нулю. Отрезок, представляющий результаты по опознанию нечетких тестовых стимулов, расположен выше второго отрезка, но практически параллелен ему. Экспериментальная гипотеза о нулевом взаимодействии следует из информационной модели процесса опознания, предложенной Стернбергом. Мы уже показывали, что прямолинейная зависимость времени реакции от количества знаков в запоминаемом наборе подтверждает идею о сканировании каждого отдельного знака при опознании тестового стимула. Однако, согласно модели Стернберга, все это происходит на более поздней *стадии* переработки информации, чем опознание стимула — на стадии его «кодирования». Поэтому если тестовый стимул просто трудно различить, то прирост времени реакции будет постоянным, независимым от количества знаков в ранее предъявленном наборе. Если же это затрудняло само сканирование, то с увеличением числа запоминаемых знаков время опознания одного из них возрастало бы все больше и больше. Иначе говоря, если бы недостаток четкости воздействовал на ту же стадию процесса обработки информации, что и количество знаков, то взаимодействие между этими переменными было бы расходящимся: наблюдалось бы возрастание различий во времени реакции на четкие и нечеткие тестовые стимулы с увеличением ранее предъявленного набора знаков.

В экспериментах Дененберга и Мортон (1962) было обнаружено расходящееся взаимодействие между влияниями специфического прошлого опыта животных во время и после вскармливания на научение в лабиринте. Если мы сочтем это взаимодействие значимым (чего сами исследователи не сделали), то можем получить ясное представление о комбинированном воздействии изучаемых ранних факторов на последующее поведение

животного. Даже если окружающая обстановка, в которой находился детеныш после вскармливания, предоставляет ему возможность свободно передвигаться, это еще не значит, что он впоследствии будет успешно опраиваться с задачами в лабиринте. Возможности останутся неиспользованными, если еще во время вскармливания детенышей приручали. Благодаря столь раннему опыту их восприятие окружающей среды (и потребность ее обследовать) всецело зависело теперь от участия экспериментатора. Вполне возможно, что, находясь в просторных ящиках, крысы просто ждали, когда их оттуда вынут.

Теперь мы подошли к последнему исследованию. Чтобы реакции были быстрыми, команды «левая» должны подаваться на левое ухо, а команды «правая» — на правое. При перекрестном отношении между ухом и рукой возникают трудности. Чем же это объяснить? Саймон и Руделл (1967) говорят о привычке реагировать в том же направлении, откуда получен сигнал, как о «массовом стереотипе» (с. 300). Он столь же прочен, как хорошо заученный навык. В Соединенных Штатах вы зажигаете свет, поворачивая ручку вверх, в Англии — вниз. Понятно, что подобные традиции могут приводить к образованию прочно усвоенных навыков. Однако трудно себе представить, каким образом можно было научиться столь прочной связи между ухом и рукой. Саймон и Руделл утверждают далее: «Полученные результаты свидетельствуют о наличии сильной природной тенденции связывать стимуляцию правого уха с реакцией правой руки, а стимуляцию левого уха — с реакцией левой руки» (с. 303). Но это значит, что *ни о каком* научении речи не идет. Несмотря на многочисленные последующие исследования указанной связи, природа процессов, лежащих в ее основе, пока остается неясной. Развитие психологии — это не только поиски разумных ответов, но и постановка новых интересных вопросов.

В своем обсуждении мы ограничились двумя независимыми переменными. Правда, при использовании кроссиндивидуальных схем позиционного уравнивания (например латинский квадрат в исследовании Кеннеди и Ландесмана (1963)) вторая независимая переменная — местоположение проб в последовательности их предъявления — возникает автоматически. И если такая схема применяется в эксперименте с двумя изучаемыми независимыми переменными (скажем, помимо высоты рабочей поверхности изменяется и размер обрабатываемых деталей), то чисто технически независимых переменных окажется три: высота рабочей поверхности, размер деталей и местоположение пробы. Поэтому в литературе по изучению комбинированных действий двух независимых переменных вы будете встречать трехфакторные схемы.

Но есть и такие эксперименты, в которых действительно используются и изучаются больше двух независимых переменных. Когда независимых переменных две, взаимодействие между ними называется *взаимодействием первого порядка*, а если их три, то это уже *взаимодействие второго порядка*. Например, в одном из своих экспериментов по времени реакции Стернберг изменял: (1) количество альтернатив (знаков в наборе); (2) четкость тестового стимула и (3) совместимость между стимулом и ответом. Это дало ему три однопорядковых взаимодействия между независимыми переменными: количество \times четкость, количество \times совместимость и четкость \times совместимость, а также взаимодействие второго порядка: количество \times четкость \times совместимость. Ему удалось установить, что при четких и нечетких стимулах имеет место одинаковое расходящееся взаимодействие между количеством и совместимостью. Исследование взаимодействия более высокого порядка позволило проверить более детальную модель по сравнению с обсуждавшимися ранее. Но здесь, на трех независимых переменных, давайте и остановимся.

Классификация экспериментальных схем

Настало время просмотреть все экспериментальные схемы, приведенные в нашей книге. В последней главе новых схем не прибавится: там пойдет речь о корреляционных исследованиях, а в них экспериментатор уже не изменяет своих независимых переменных самостоятельно. Обсуждавшиеся нами эксперименты отличаются друг от друга по трем основным параметрам. Соответствующие им различия были введены в четвертой, седьмой и настоящей главах.

В самых первых экспериментах, где участвовал только один испытуемый, внутренняя валидность обеспечивалась за счет различного упорядочивания проб: использовались их регулярное чередование, случайная или позиционно уравненная последовательности. Даже если увеличить число испытуемых в подобных экспериментах, контроль внутренней валидности останется прежним. Иначе говоря, сравнение условий, или уровней, независимой переменной проводится здесь интраиндивидуально. Если же внутренняя валидность эксперимента обеспечивалась с помощью привлечения разных групп испытуемых для каждого из условий, или уровней, независимой переменной, то сравнение результатов действия последних проводилось по межгрупповой схеме. А в экспериментах предыдущей главы для обеспечения внутренней валидности каждому испытуемому предъявлялась определенная позиционно уравненная последовательность уровней независимой переменной. В результате сравнение между уровнями проводилось кросс-индивидуально. Таким образом, первый параметр классификации экспериментальных схем можно назвать *способом сравнения условий, или уровней, независимой переменной: интраиндивидуальное, межгрупповое или кросс-индивидуальное*.

В предыдущей главе было введено еще одно различие. Если в одних экспериментах используется два (или несколько) качественно разных условия, или уровня, независимой переменной, то в других экспериментах они могут быть выражены количественно. Мы обсуждали это совсем недавно, и вам должно быть понятно, о чем идет речь. Второй основной параметр экспериментальных схем — это *тип изменения независимой переменной: качественный или количественный*.

Третье различие экспериментальных схем введено в настоящей главе. В экспериментах используются либо одна, либо несколько независимых переменных. *Число независимых переменных* и есть третий основной параметр: *либо эксперимент с одной переменной, либо факторный эксперимент*.

Поскольку у нас есть три основания сравнения условий, два типа независимых переменных и два варианта по их числу, то, по всей видимости, мы должны получить ровно 12 различных ячеек для размещения любых экспериментальных схем. Некоторые эксперименты, описанные в нашей книге, действительно, можно распределить по этим ячейкам. Примеры приведены в табл. 8.2. Скажем, в эксперименте Дененберга и Мортон (1962) с прошлым опытом для каждой из независимых переменных — содержания детенышей во время и после вскармливания — использовалось межгрупповое сравнение, причем обе эти переменные изменялись качественно. Этот эксперимент точно попадает в ячейку № 8. Однако не всякий факторный эксперимент можно столь же успешно занести в одну из приведенных ячеек. Ведь используемые независимые переменные (две или несколько) могут различаться по способам сравнения условий или по типу их изменения. Поэтому возможных сочетаний введенных нами параметров гораздо больше 12. (В эксперименте Гаффана, где обезьяны решали задачи на выбор по образцу с различной временной отсрочкой, сравнение условий одной независимой переменной — состояния свода — было, естественно, межгрупповым, а сравнение уровней другой независимой

переменной — интервала отсрочки — проводилось кросс-индивидуально. Кроме того, состояние свода изменялось качественно (т. е. либо рассечен, либо нет), а интервал отсрочки — количественно (три уровня).

Если обе независимые переменные одинаковы и по способу сравнения условий, и по типу изменения, как в эксперименте Дененберга и Мортон, то схема называется *гомогенной*. А если они различаются по этим параметрам, как в эксперименте Гаффана, то схема становится *гетерогенной*. Факторные эксперименты часто классифицируют по числу уровней каждой независимой переменной. В исследовании Дененберга и Мортон (1962) использовалась схема «2X2», а Гаффан (1974) в своем эксперименте с разными отсрочками использовал схему «2X3».

Изложенная трехмерная классификация экспериментальных схем основывается на главных параметрах. Как вы помните, в индивидуальных экспериментах не-

Таблица 8.2

12 гомогенных экспериментальных схем

Число независимых переменных	Способ сравнения		
	интраиндивидуальное	межгрупповое	кросс-индивидуальное
Одна переменная			
Качественный тип	1. Заучивание фортепьянных пьес (гл. 1)	2. Мысленная отработка навыков (гл. 4)	3.
	Количественный тип	4. Субъективная тяжесть (гл. 7)	5. Темп предъявления (гл. 7)
Факторные схемы			
Качественный тип	7. Рассечение свода (гл. 8)	8. Ранний опыт (гл. 8)	9. Диазепам (гл. 8)
Количественный тип	10.	11. Закон Йеркса-Додсона (гл. 8)	12. Обработка деталей (гл. 7)

пользуются различные последовательности предъявления проб, в экспериментах с межгрупповым сравнением — разные способы построения групп: случайное распределение, случайный отбор из предварительно выделенных «слоев» и т. д. Поэтому, прочитав целую подписку психологического журнала, вы можете не обнаружить даже двух одинаковых экспериментов, полностью подобных по своим схемам.

Краткое изложение

Для проверки гипотезы о воздействии рассечения свода у обезьяны на ее способность узнавания нужно было провести два факторных эксперимента: один — чтобы определить, нарушается ли при этом именно память, а другой — чтобы установить специфичность ее нарушения. В каждом из этих экспериментов помимо первичной изучаемой переменной — состояния свода — привлекалась вторая независимая переменная, факторным называется эксперимент с использованием по крайней мере двух независимых переменных.

В итоге факторного эксперимента определяются основные результаты действия каждой из независимых переменных и взаимодействие между ними. На примере эксперимента с рассеченным сводом мы раскрыли конкретное содержание основных результатов и взаимодействия и показали способы их измерения (когда две независимые переменные имеют по два уровня). Основным результатом действия независимой переменной — это разность между общими средними значениями зависимой переменной по каждому из уровней. Взаимодействие — это разность между двумя разностями по каждому из уровней второй независимой переменной.

Основные виды взаимодействия, которые можно получить в факторных экспериментах, иллюстрировались графически. Здесь же представлены и способы измерения основных результатов и взаимодействий. Одна из независимых переменных помещается на горизонтальной оси, и затем по соответствующим значениям зависимой переменной строятся отдельные графики для каждого из уровней другой независимой переменной. Если отрезки, полученные таким образом для второй независимой переменной, параллельны, взаимодействие отсутствует (т. е. нулевое). Если отрезки расходятся вправо или влево, взаимодействие называют расходящимся. А если они пересекают друг друга, то это пересекающееся взаимодействие.

Факторные эксперименты часто применяются для проверки гипотез с одним отношением, т. е. для определения результата влияния одной независимой переменной на поведение. Именно такие гипотезы обсуждались нами в предыдущих главах. Центральная задача в таких экспериментах — устранить сопутствующее смещение, как естественное, так и искусственное. Если, согласно гипотезе, независимая переменная действует на определенную базисную переменную, то с помощью факторного эксперимента можно обеспечить контроль за выделением этого воздействия. Однако при том условии, которое организуется для определения воздействий различных уровней изучаемой независимой переменной, последняя может по-разному влиять и на вторую базисную переменную. Это показано на примерах экспериментов Гаффана (1974) с рассечением свода у обезьян. Чтобы устранить смещение собственно памяти с восприятием, между пробой-образцом и пробой-выбором давались не только длинные, но и короткие интервалы отсрочки. При коротком интервале для правильного выбора не нужно запоминать предмет надолго. Смещение способности к узнаванию и запоминания по ассоциации устранялось путем использования чисто ассоциативных задач, для решения которых не нужно опознавать предъявляемые предметы. В каждом из этих экспериментов второй уровень контрольной переменной не оказывал никакого воздействия на предполагаемую базисную переменную. Показателем успешности разделения предполагаемой и сопутствующей переменных служил факт расходящегося взаимодействия между ними. Таким образом, применение факторной схемы позволило получить результаты, близкие к результатам идеального (чистого) эксперимента, в котором можно было бы исследовать только базисную переменную. Тем самым повышается внутренняя валидность эксперимента.

Использование факторных схем позволяет повысить и внешнюю валидность. Прежде всего в тех случаях, когда нужно проверить гипотезу о непосредственном простом действии независимой переменной. Согласно альтернативной гипотезе, воздействие является комбинированным, т. е. активный уровень независимой переменной дает результат только благодаря сочетанию с активным уровнем дополнительной переменной. Так, Вайз и Даусон (1974), проводя опыты на крысах, предполагали, что лекарственный препарат диазепам непосредственно приводит к увеличению количества съедаемой пищи, повышая аппетит. Согласно же комбинированной гипотезе, лекарство действует не прямо, а снимая состояние тревожности. В опытах, проводившихся как в новой обстановке, вызывающей у крыс подобное состояние, так и в домашних клетках, было обнаружено

значительное различие в количестве съеденной пищи между животными с инъекцией диазепама и с инъекцией плацебо. Тем самым удалось показать, что действие диазепама является непосредственным, оно не зависит от уровня тревожности. А если бы результат действия зависел от уровня дополнительной переменной, то обобщать его было бы нельзя. При проверке обобщения результатов следует учитывать не только факторы, вызванные участием экспериментатора, но и индивидуальные различия испытуемых. Для того и привлекались девочки-индианки в экспериментах по изучению трудовой этики, чтобы распространить полученные результаты на людей, принадлежащих к разным культурным группам.

При использовании схем позиционного уравнивания эксперимент автоматически становится факторным. Помимо изучаемой независимой переменной здесь появляется переменная местоположения каждой пробы в порядке их предъявления. В кросс-индивидуальном эксперименте с позиционным уравниванием определяется среднее значение по данным всех испытуемых для первой пробы, затем для второй и т. д.

Однако главное преимущество факторных экспериментов — это возможность проверять настоящие комбинированные гипотезы. Например, для проверки гипотезы, известной теперь как закон Йеркса — Додсона, оптимальная сила напряжения, способствующего хорошему изучению, должна понижаться с увеличением трудности задач — нужно было использовать задачи различных уровней трудности различения. Далее обсуждаются факторные эксперименты, в каждом из которых был получен один из основных видов взаимодействия, описанных нами выше. Нулевое взаимодействие было установлено в эксперименте Стернберга (1969) с изменением четкости опознаваемого тестового стимула и размера ранее предъявленного набора знаков. В эксперименте Дененберга и Мортон (1962) с использованием двух независимых переменных — условий содержания крыс во время и после вскармливания — было обнаружено расходящееся взаимодействие. А пересекающееся взаимодействие было получено в эксперименте по изучению времени реакции, проведенном Саймоном и Руделлом (1907). Одной независимой переменной был тип команды («левая» и «правая»), а другой — ухо, на которое она подавалась (левое и правое). Выяснилось, что значительное влияние на время реакции оказывает то, с какой стороны поступает сигнал (а эта переменная была нерелевантной). В тех случаях, когда «ухо» не совпадало с типом команды, время реакции возрастало.

В каждом из упомянутых экспериментов для проверки комбинированных гипотез нужно было использовать факторную схему. Оценить справедливость соответствующих теорий и моделей, привлекая только одну независимую переменную, было бы невозможно. Взаимодействие, полученное Йерксом и Додсоном, подтвердило теорию о двух базисных переменных — различия стимулов и ассоциирования, на каждую из которых сила электроудара оказывала противоположное воздействие. Результаты Дененберга и Мортон можно объяснить тем, что приручение в период вскармливания делает крыс неспособными к использованию всех преимуществ свободного передвижения для дальнейшего успешного научения в лабиринте. Результаты, полученные Стернбергом, подтвердили предложенную им модель разделения стадий процесса обработки информации — кодирование стимула и сканирование ранее предъявленного набора знаков при опознании одного из них. А обнаруженная Саймоном и Руделлом прочная связь между стимулируемым ухом и типом команды остается пока интригующей загадкой.

Существуют эксперименты, где изучаемых независимых переменных — больше двух, в них проверяются более сложные комбинированные гипотезы. Взаимодействие между

двумя переменными называется взаимодействием первым порядка, между тремя — взаимодействием второго порядка и т. д.

Все обсуждавшиеся нами экспериментальные схемы можно классифицировать по трем основным параметрам. Первый параметр — это способ сравнения условий, или уровней, независимой переменной: сравнение по каждому испытуемому, межгрупповое сравнение или сравнение по всем испытуемым. Второй — это характер изменения независимой переменной: качественный или количественный. И третий — число независимых переменных: либо эксперимент с одной переменной, либо факторный эксперимент. Схемы не обязательно должны быть одинаковы (гомогенны) в отношении каждой из независимых переменных. Например, для одной независимой переменной может применяться межгрупповое сравнение, а для другой — интра- или кросс-индивидуальное.

Вопросы

1. С какой целью в эксперименте с рассечением свода использовалось несколько временных интервалов между пробой-образцом и пробой-выбором?
2. Приведите примеры основных результатов и взаимодействия в факторных экспериментах.
3. Как измеряются основные результаты действия независимых переменных на графике?
4. Опишите, как вырядят на графиках основные виды взаимодействия двух независимых переменных (если у каждой из них — по два уровня).
5. Почему в экспериментах по проверке гипотез о воздействии независимой переменной на определенную базовую переменную часто требуется контрольная переменная?
6. Расскажите, как использовать несколько уровней второй независимой переменной для повышения внешней валидности.
7. Почему для проверки закона Йеркса — Додсона был необходим факторный эксперимент?
8. Каким образом вытекает конкретная комбинирования гипотеза, проверенная в эксперименте Стернберга, из предложенной им модели процесса обработки информации?
9. Изобразите на графике такие экспериментальные результаты, которые могли бы быть получены, если бы приручение крыс в период вскармливания не влияло на успешность их научения в лабиринте, а содержание в просторных ящиках после вскармливания оказывало большую помощь, чем содержанке в тесных клетках.
10. Придумайте комбинированную гипотезу, которая подтверждалась бы наличием пересекающегося взаимодействия. (Постарайтесь отвлечься от исследования Саймона и Руделла.)
11. Какое место (и почему) занимает эксперимент Йеркса и Додсона в системе экспериментальных схем?

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ: ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Для того чтобы при наличии двух независимых переменных проверить статистическую значимость двух результатов действия независимой переменной, а также взаимодействие между переменными, применяется F -критерий. Принципы его применения точно такие же, как и описанные в предыдущем приложении. Для того чтобы выявить, достаточно ли величина отношения превышает 1, чтобы отвергнуть нуль-гипотезу, производится сравнение межгрупповой оценки дисперсии генеральной совокупности с внутригрупповой оценкой.

Как получить внутригрупповую оценку, уже было показано. Межгрупповая оценка определяется отдельно для каждого из двух основных результатов действия и для взаимодействия. Таким образом, вычисляются три величины F ; каждая полученная величина сравнивается с табличным значением критерия для альфа-уровня, равного 0,05 или 0,01. Это значение критерия можно найти в статистической таблице 3.

Эксперимент с двумя независимыми переменными

Давайте по-другому рассмотрим четыре выборки наших данных по времени реакции. Допустим, что на самом деле эксперимент на время реакции проводился с двумя независимыми переменными: одной из них был тип стимула – свет или тон, другой – тип реакции: простая реакция или реакция выбора. Простая реакция означает нажатие левой кнопки, когда сигнал появляется слева, нажатие правой – когда он появляется справа. Вернемся к исходным обозначениям: условие А представляет простую реакцию на световой стимул; условие Б – простую реакцию на тон; условие В – реакцию выбора на свет; Г – реакцию выбора на тон. Опыт проводился на четырех группах по 17 испытуемых. Ниже приводятся средние времена реакций, полученные для четырех групп испытуемых.

Тип реакции	Тип сигнала		
	звук	свет	среднее
Простая реакция	162	185	173,5
Реакция выбора	250	265	257,5
Среднее	206,0	225,0	215,5

Различие, связанное с ответом (типом реакции), представлено в этом случае *различием между строками*, а различия, – вызванные стимулом, представлены *различиями между столбцами*. Таким образом, произведение реакции на стимул есть произведение строки на столбец (стр×стл). В матрице r строк и c столбцов, в нашем случае $r=c=2$.

Внутригрупповое среднее квадратичное

Для тех же четырех групп данных можно использовать предыдущие расчеты для вычисления среднего квадратичного внутри группы ($СКВ_{BG}$):

или

$$СКВ_{BG} = 4306 + 5808 + 5391 + 4673 = 20178.$$

Как вы заметили, индексы у слагаемых уже новые. $\sum x^2_{r1c1}$ означает, что (полученная внутри группы величина x^2 соответствует строке 1 (простая) и столбцу 1 (тон). Точно так же $\sum x^2_{r2c2}$ означает величину для строки 2 (выбор) и столбца 2 (свет) и т. д.

Здесь для нахождения среднего квадратичного можно снова применить формулу (7.6) (поскольку $r \times c = k$):

$$СКВ_{BG} = \frac{СК_{BG}}{N - rc}.$$

Из того, что 68 испытуемых делятся на 4 группы, как и ранее, следует

$$СКВ_{BG} = \frac{20178}{68-4} = 315.$$

Среднее квадратичное по строкам

Вначале найдем сумму квадратов по строкам и из нее найдем среднее квадратичное по строкам. Разности между средним по каждой строке и общим средним вычисляются следующим образом:

$$d_{r1} = M_{r1} - M_{общ}, d_{r2} = M_{r2} - M_{общ} \quad (8.2)$$

или:

$$d_{r1} = 173,5 - 215,5 = -42,0, d_{r2} = 257,5 - 215,5 = +42,0.$$

Сумма квадратов по строкам – это сумма квадратов этих d-значений, умноженная на произведение числа случаев в группе η и числа столбцов c :

$$СК_{стр} = nc(d^2_{r1} + d^2_{r2}) \text{ и т. д., если есть последующие строки.} \quad (8.3)$$

Здесь

$$СКВ_{стр} = 172(1764,0 + 176,40) = 119952$$

Число степеней свободы для строк равно их числу минус 1:

$$df_{cmp} = r - 1. \quad (8.4)$$

В нашем случае

$$df_{cmp} = 2 - 1 = 1.$$

И здесь также межгрупповое среднее квадратичное находится делением суммы квадратов на число степеней свободы. Поэтому для строк

$$СКВ_{стр} = \frac{СК_{стр}}{df_{стр}} \quad (8.5)$$

или:

$$СКВ_{стр} = \frac{119952}{1} = 119952.$$

Среднее квадратичное по столбцам

Совершенно аналогичные процедуры могут быть сделаны и относительно столбцов. Вначале

$$d_{c1} = M_{c1} - M_{общ}, d_{c2} = M_{c2} - M_{общ} \quad (8.6)$$

или:

$$d_{c1} = 206,0 - 215,5 = -9,5, d_{c2} = 225,0 - 215,5 = +9,5,$$

$$СК_{стл} = nr(d_{c1}^2 + d_{c2}^2) \text{ и т. д., если есть еще столбцы} \quad (8.7)$$

или:

$$СК_{стл} = 17 \cdot 2(90,25 + 90,25) = 6137,$$

$$df_{стл} = c - 1 \quad (8.8)$$

или:

$$df_{стл} = 2 - 1 = 1,$$

$$СКВ_{стл} = \frac{СК_{стл}}{df_{стл}}. \quad (8.9)$$

В нашем случае

$$СКВ_{стл} = \frac{6137}{1} = 6137.$$

Среднее квадратичное (строки × столбцы)

Для того чтобы найти сумму квадратов (СК_{стр×стл}), вы должны вначале найти разность между средним каждой подгруппы и общим средним, Затем сложить квадраты этих разностей и умножить полученную сумму на число случаев в группе. Наконец, вычесть из этого числа сумму квадратов по строкам и сумму квадратов по столбцам. Давайте теперь проделаем эти операции шаг за шагом:

$$d_{r1c1} = M_{r1c1} - M_{общ}, d_{r1c2} = M_{r1c2} - M_{общ},$$

$$d_{r2c1} = M_{r2c1} - M_{общ}, d_{r2c2} = M_{r2c2} - M_{общ}.$$

В нашем случае

$$d_{r1c1} = 162,0 - 215,5 = -53,5,$$

$$d_{r1c2} = 185,0 - 215,5 = -30,5,$$

$$d_{r2c1} = 250,0 - 215,5 = + 34,5,$$

$$d_{r2c2} = 265,0 - 215,5 = + 49,5,$$

$$СК_{стр \times стл} = n(d_{r1c1}^2 + d_{r1c2}^2 + d_{r2c1}^2 + d_{r2c2}^2) - СК_{стр} - СК_{стл}. \quad (8.10)$$

(Замечание: первая часть уравнения уже вычислялась с использованием уравнения 7.4.)

$$СК_{стр \times стл} = 17(2862,25 + 930,25 + 1190,25 + 2450,25) - 119952 - 6137 = 126361 - 119952 - 6137 = 272.$$

Прежде чем мы перейдем к последнему шагу вычисления среднего квадратичного ($СКВ_{стр \times стл}$), мы должны найти число степеней свободы для взаимодействия строк и столбцов. Вспомним, что мы сравниваем разности по одной независимой переменной, вызванные действием другой независимой переменной. Существуют $(r - 1)$ разностей по строкам и $(c - 1)$ при сравнении этих строк с разностями по столбцам. Таким образом, общее число df равно произведению $(r - 1)(c - 1)$. В нашем случае, где всего две строки и два столбца, взаимодействие (строки \times столбцы) равно 1:

$$df_{стр \times стл} = (r - 1)(c - 1) \quad (8.11)$$

или:

$$df_{стр \times стл} = (2 - 1)(2 - 1) = 1.$$

Среднее квадратичное по строкам и столбцам равно сумме квадратов по строкам и столбцам, деленное на соответствующее число степеней свободы:

$$СКВ_{стр \times стл} = \frac{СК_{стр \times стл}}{df_{стр \times стл}} \quad (8.12)$$

В нашем случае

$$СКВ_{стр \times стл} \frac{272}{1} = 272.$$

Вычисление F-отношения

Теперь у нас есть четыре оценки популяционной дисперсии σ^2_x . Это (1) внутригрупповое среднее квадратичное; (2) среднее квадратичное по строкам; (3) среднее квадратичное по столбцам и (4) среднее квадратичное – строки \times столбцы. Мы можем использовать внутригрупповое среднее квадратичное как знаменатель при вычислении F-отношения относительно каждого из остальных средних квадратичных. Введение знаменателя часто называют *показателем ошибки*, имея в виду несистематическое изменение, которое невозможно контролировать в экспериментальных условиях:

$$F_{стр} = \frac{СКВ_{стр}}{СКВ_{вг}}. \quad (8.13)$$

В нашем случае

$$F_{стр} = \frac{119952}{315} = 380,80.$$

Таким же образом,

$$F_{стл} = \frac{СКВ_{стл}}{СКВ_{ВГ}} \quad (8.14)$$

или:

$$F_{стл} = \frac{6137}{315} = 19,48.$$

И еще раз соответственно:

$$F_{стр \times стл} = \frac{СКВ_{стр \times стл}}{СКВ_{ВГ}} \quad (8.15)$$

или:

$$F_{стр \times стл} = \frac{272}{315} = 0,86.$$

Принятие или отвержение нуль-гипотезы

Аналогично тому, как это делалось в статистическом приложении к главе 7, мы воспользуемся Статистической таблицей 3 для нахождения критического Значения F. Для $F_{стр}$ имеется $1df$ в числителе и $64df$ в знаменателе. Табличное значение для отвержения нуль-гипотезы для 1 и $65df$ равно 7,04 на уровне 0,01. Очевидно, что полученная нами величина 380,80 позволяет на этом уровне отклонить нуль-гипотезу. Для $F_{стр}$ комбинация в числителе и знаменателе та же самая. И здесь полученная величина 19,48 позволяет отклонить нуль-гипотезу на альфа-уровне, равном 0,01.

Для $F_{стр \times стл}$ мы также ищем табличное значение для 1 и $65df$. Полученная нами величина 0,86 не позволяет отклонить нуль-гипотезу даже для альфа-уровня = 0,05. Критическое значение здесь равно 3,99. F, меньшее единицы, может быть получено лишь для выборочного распределения. В этом случае оно просто не может быть статистически значимым.

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсионный анализ можно подытожить в виде следующей таблицы. Обратите внимание, что степени свободы являются аддитивными так же, как и суммы квадратов.

Дисперсионный анализ.

Эксперимент на время реакции

с разными типами стимулов и видами реакций

Источник дисперсии	СК	df	СКВ	F	p
Реакции (строки)	119952	1	119952	380,80	<0,01
Стимулы (столбцы)	6137	1	6137	19,48	<0,01

Взаимодействие строки × столбцы	272	1	272	0,86
Внутригрупповая	20178	64	315	
Общая	146539	67		

Задача. Используйте данные из задачи в статистическом приложении к главе 7 и проведите дисперсионный анализ с составлением таблицы дисперсионного анализа. Снова данные получены для шести отдельных групп испытуемых. Одной переменной является величина награды, второй переменной – трудность задачи. Данные из главы 7 должны быть использованы следующим образом.

Трудность	Величина награды от низкой к высокой ·		
	А	Б	В
Легкая	Ур. 4	Ур. 5	Ур. 6
Трудная	Ур. 3	Ур. 2	Ур. 1

Ответ:

Источник дисперсии	СК	df	СКВ	F	p
Трудность (строки)	433,2	1	433,2	46,33	<0,01
Награда (столбцы)	15,8	2	7,9	0,84	
Взаимодействие (трудность × награда)	141,8	2	70,9	7,58	<0,01
Внутригрупповая	224,4	24	9,35		
Общая	815,2	29			