

СОЦИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 303.447.22

СЕРГЕЙ ДЕМБИЦКИЙ,

кандидат социологических наук, младший научный сотрудник отдела методологии и методов социологии Института социологии НАН Украины

Метаанализ: ключевые понятия и основы вычислений (на примере данных кросс-национальных исследований)

Аннотация

В статье рассматривается подход эмпирического синтеза, возникший в качестве альтернативы нарративным обзорениям и известный под названием “метаанализ”. Описаны отличительные черты, преимущества и этапы данного подхода. Особое внимание уделено понятию “величина эффекта”, видам эффекта и основным формулам подсчета. Раскрываются модели метаанализа: модель фиксированных эффектов и модель случайных эффектов. На основе практического примера с применением отношения шансов в качестве величин эффектов демонстрируется использование модели случайных эффектов. Проверяется гипотеза о том, влияет ли пол на шанс иметь работу за рубежом (в качестве эмпирической базы используются результаты четвертой волны Европейского социального исследования).

Ключевые слова: *метаанализ, величина эффекта, модель фиксированных эффектов, модель случайных эффектов*

Введение

Метаанализ можно рассматривать как форму опроса, в которой единицами наблюдения выступают не люди, а исследовательские отчеты. При его использовании, точно так же как и при опросе, разрабатывается исследовательский протокол и формируется выборка, после чего каждый отобранный отчет “опрашивается” исследователем, осуществляющим кодировку основных характеристик и статистических показателей. После этого собранные

данные подвергаются специальной статистической обработке с целью выявления общих паттернов [Handbook, 2002: p. 415]. Таким образом, метаанализ является прежде всего стратегией статистического синтеза результатов различных исследований.

До середины 1980-х — начала 1990-х годов задача интеграции результатов различных исследований решалась в рамках нарративных обзоров, заключающихся в том, что аналитик, основываясь на своем практическом и научном опыте, изучал отчеты исследований и делал выводы относительно рассматриваемой проблемы. Конечно же, такому подходу свойственны существенные недостатки, главными из которых являются:

- субъективность: различные аналитики могут использовать различные критерии, что потенциально ведет к различным выводам на основании одних и тех же данных;
- снижение пригодности подхода при увеличении количества анализируемых исследований: большее количество исследований предполагает большую нагрузку само по себе, что усугубляется увеличением вариативности рассматриваемых результатов.

По этим причинам начиная с середины 1980-х годов исследователи во многих сферах обратились к систематическим обзорам и метаанализу. Систематическое обзрение предполагает, во-первых, определение четких критериев отбора отчетов и, во-вторых, опору на статистические методы анализа (в подавляющем большинстве случаев для этого используется метаанализ). Это обеспечивает унификацию полученных результатов вне зависимости от личности ученого и позволяет работать с любым количеством информации. Естественно, на этапе определения критериев отбора отчетов, а также интерпретации итоговых статистических показателей некоторая доля субъективизма сохраняется. Вместе с тем рассмотрение специфики целостного процесса систематических обзоров не является целью данной статьи и дальнейшее внимание сосредоточено исключительно на метаанализе. Последний, несмотря на тесную связь с систематическим обзором, может выступать в качестве самостоятельной стратегии анализа данных [Borenstein et al., 2009: p. xxii–xxiii].

Следует упомянуть об отличительных чертах данной стратегии. Во-первых, метаанализ пригоден только для анализа данных эмпирических исследований. Во-вторых, такие исследования должны быть количественными. В-третьих, метаанализ пригоден для анализа итоговых статистических показателей. Так, тремя главными видами результатов количественных исследований, пригодными для использования в рамках этого подхода, являются статистические результаты сравнения средних, коэффициенты корреляции и таблицы сопряженности на основе дихотомических переменных [Handbook, 2002: p. 415]. Наконец, данная стратегия может быть использована лишь в тех случаях, когда анализируемые исследования посвящены сходным конструктам и взаимосвязям.

С помощью метаанализа, например, можно синтезировать данные разных стран о влиянии принадлежности/непринадлежности респондента к какой-либо религиозной конфессии на оценку сексуальных меньшинств (например, на основании сравнения средних значений). Такого рода синтез может включать и данные о связи уровня религиозности респондента с упомянутой оценкой, несмотря на отличия в математических основах анализа

(коэффициент корреляции вместо сравнения средних значений). Однако такой синтез непригоден для включения в анализ других форм консервативности, несмотря на их концептуальную близость и эмпирическую взаимосвязь с исходной — религиозной консервативностью.

Метаанализ открывает ряд существенных преимуществ. Первое связано со статистической значимостью результатов. Дело в том, что в качестве единиц наблюдения могут отбираться отчеты как тех исследований, что показали статистически значимые результаты, так и тех, что не продемонстрировали их. Часто отсутствие статистической значимости связано с малым размером выборки, а не с силой самого эффекта. Метаанализ позволяет избежать неправильных выводов относительно статистической значимости итоговых результатов там, где нарративное обозрение может привести к ошибкам. Показательным в этом смысле является исследование Ло [Lau et al., 1992], в котором были объединены результаты 33 независимых рандомизированных исследований (randomized trial), посвященных возможности превенции сердечного приступа. Только шесть из них показали статистически значимые результаты. В то же время вероятность ошибки результатов метаанализа составила менее 1%.

Второе преимущество связано с определением величины изучаемого эффекта. Одним из главных результатов метаанализа является получение средней величины эффекта, указывающей на силу взаимосвязи, подлежащей анализу. Величина эффекта является ключевым понятием метаанализа и будет рассмотрена далее.

Третье преимущество связано с тем, что метаанализ содержит инструменты, позволяющие определить степень согласованности результатов (так называемый анализ гетерогенности). В результате такой проверки результаты могут рассматриваться либо как гомогенные, либо как гетерогенные. Для гетерогенных результатов предусмотрены дополнительные инструменты анализа [Borenstein et al., 2009: p. 10–13].

Этапы метаанализа

Согласно Чи-Чену Боэну [Bowen, 2008: p. 707–713], метаанализ включает следующие этапы: 1) концептуализация взаимосвязи между переменными, находящимися в фокусе исследования; 2) отбор исследований, в которых анализируется взаимосвязь, выделенная на предыдущем этапе; 3) разработка кодировочного бланка для регистрации характеристик отобранных исследований; 4) анализ каждого исследования на основе кодировочного бланка; 5) вычисление межкодировочной надежности в отношении результатов предыдущего этапа; 6) вычисление величины эффекта (effect size) для каждого исследования; 7) синтез эффективных размеров; 8) написание исследовательского отчета.

На первом этапе исследователь должен определить независимую (X) и зависимую (Y) переменные как в теоретических, так и в операциональных терминах. Это определение очерчивает границы для исследовательских отчетов, подлежащих рассмотрению. Переменные-посредники или характеристики исследования также находятся в фокусе интереса. Они представляют собой переменные, которые могут повлиять на направление и/или силу взаимосвязи между X и Y .

На втором этапе необходимо обнаружить и получить доступ ко всем или по крайней мере к максимально возможному количеству релевантных исследовательских отчетов. При наличии возможности необходимо включить в метаанализ неопубликованные исследования (тезисы, диссертации, технические отчеты и рабочие документы). Выборка в метаанализе относится к числу величин эффектов, имеющих в предыдущих исследованиях (одно исследование может включать более одной величины эффекта, подходящей для анализа). Рекомендуемый размер выборки составляет тридцать и более единиц.

Несмотря на то, что в каждом отобранном исследовании проверяется взаимосвязь между X и Y , условия, в которых измерялась эта взаимосвязь, могут варьировать от одного исследования к другому. Поэтому на третьем этапе осуществляется подготовка к фиксации таких условий. Для этого создается кодировочный бланк, представляющий собой набор всех релевантных переменных-посредников. В дальнейшем эти переменные могут быть использованы для объяснения противоречивых результатов в разных исследованиях. С целью надлежащей подготовки кодировочного бланка исследователь должен: 1) быть хорошо знаком со всеми включенными в метаанализ исследованиями; 2) использовать пригодную теорию в качестве руководства по определению переменных-посредников; 3) быть уверенным, что кодировочный бланк покрывает все релевантные характеристики рассматриваемых исследований.

На четвертом этапе фиксируются все важные характеристики каждого исследования. Эти характеристики могут измеряться с помощью как непрерывных, так и дискретных шкал. Дискретные шкалы отражают качественные различия между исследованиями (например, тип организации, в которой проводилось исследование), а непрерывные — различия, которые возможно измерить с помощью единиц одинаковой размерности (например, процент служащих мужского пола).

На следующем этапе необходимо вычислить межкодировочную надежность, являющуюся аналогом надежности кодировщиков в контент-анализе. Межкодировочная надежность представляет собой количественную оценку согласованности результатов, полученных в ходе определения переменных-посредников двумя независимыми исследователями. В случае дискретных переменных для ее вычисления можно использовать коэффициент Каппа¹, а в случае непрерывных — коэффициент корреляции Пирсона.

На шестом этапе осуществляется расчет величин эффектов. Цель их вычисления заключается в конвертации итоговых статистик индивидуальных исследований в единицы унифицированной размерности, которые могут быть интегрированы в один массив. Последнее открывает возможность исчерпывающего описания и статистических выводов относительно исследуемой взаимосвязи.

На седьмом этапе вычисляется взвешенное среднее значение величин эффектов. Также оценивается его сила, направление, 95-процентный доверительный интервал и гомогенность/гетерогенность всего массива. На основе полученных результатов делается итоговый вывод.

¹ Более детально см., напр.: [Cohen's kappa, s.a.].

На последнем этапе осуществляется написание исследовательского отчета, отражающего процесс метаанализа и его результаты. Обычно в него включают аннотацию, вступление, описание методов, результатов и проблемных вопросов.

Дальнейшее внимание в статье сфокусировано на шестом и седьмом этапах, то есть на математических основах метаанализа.

Величина эффекта (effect size)

Величина эффекта является измерением силы и направления взаимосвязи между переменными. Теоретически любая метрика может быть использована для определения величины эффекта, если она принимает во внимание величину и направление взаимосвязи. Благодаря этому открывается возможность синтеза результатов исследований (фактически соответствующих величин эффектов), опирающихся на различные измерения сходных конструкторов (например, результаты различных методик), а также проанализированных с помощью разных статистических методов (например, с помощью таблиц сопряженности, с одной стороны, и коэффициентов корреляции — с другой) [Corcoran, Littel, 2010: p. 300].

Отличительной чертой величины эффекта является то, что подавляющее большинство его видов выражаются в единицах стандартного отклонения, то есть являются стандартизированными (или же могут быть конвертированы в соответствующий вид). В некоторых случаях можно использовать и “сырые” величины, например непосредственную величину отличий в средних значениях. Это, однако, оправданно лишь в тех случаях, когда во всех включенных в метаанализ исследованиях используется одна и та же измерительная шкала.

В рамках данной статьи внимание будет уделено трем общепринятым и повсеместно используемым величинам эффектов: на основании стандартизированных различий средних значений (*d*-Коена), коэффициентов корреляции (*r* и *z*-Фишера) и таблиц сопряженности, состоящих из дихотомических переменных (Odds Ratio¹ и Log Odds Ratio).

Преимуществом указанных статистик является их взаимная конвертируемость, открывающая возможность синтеза данных, существенно отличающихся по своей форме (см. рис.)².

Непрерывные данные. В данном случае специфика вычисления величины эффекта (*d*) определяется тем, какие группы сравниваются — независимые или связанные. Базовые формулы для обоих случаев совпадают, отличается обобщенная оценка стандартного отклонения распределения разностей средних значений выборок (S_{within}):

$$1.1. d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{within}},$$

где \bar{X}_1 и \bar{X}_2 — средние значения сравниваемых групп;

1 Отношение шансов.

2 Формулы для конвертации приведены в Приложении.

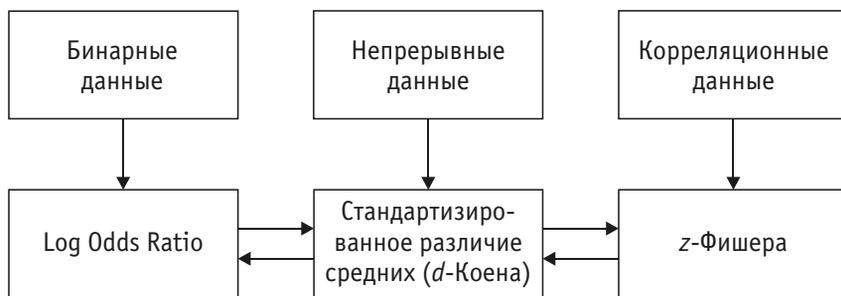


Рис. Конвертация между различными величинами эффектов¹

1.2. Независимые группы:
$$S_{within} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot s_1^2 + (n_2 - 1) \cdot s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}},$$

где n_1 и n_2 — размеры сравниваемых выборок, s_1 и s_2 — стандартные отклонения сравниваемых выборок.

1.3. Связанные группы:
$$S_{within} = \frac{S_{diff}}{\sqrt{2(1-r)}},$$

где r — корреляция между парами наблюдений, а S_{diff} — стандартное отклонение разностей пар наблюдений.

Важной для дальнейшего проведения метаанализа является информация о дисперсиях величин эффектов различных исследований (V_d). Она важна потому, что исследования с применением выборок большего размера дают более точную информацию. Последнее предусматривает взвешивание каждой величины эффекта, обратно пропорциональное его дисперсии, что обеспечивает большее влияние на итоговые результаты более точных исследований. В случае стандартизированных различий средних значений дисперсия вычисляется следующим образом:

1.4. Независимые группы:
$$V_d = \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} + \frac{d^2}{2(n_1 + n_2)};$$

1.5. Связанные группы:
$$V_d = \left(\frac{1}{n} + \frac{d^2}{2n} \right) \cdot 2(1-r).$$

Бинарные данные. Формат такого рода данных обычно используется для анализа результатов экспериментальных исследований и представляется в виде таблицы (см. табл. 1).

Таблица 1

Условные обозначения данных для экспериментальных/квазиэкспериментальных исследований

Группа	События	Не-события	Итого
Экспериментальная	A	B	n_1
Контрольная	C	D	n_2

¹ Схема взята из: [Borenstein et al., 2009: p. 46].

Базовой статистикой в данном случае является отношение шансов (*Odds Ratio*):

$$2.1. Odds Ratio = \frac{AD}{BC}.$$

На практике же используется натуральный логарифм отношения шансов:

$$2.2. Log Odds Ratio = \ln(Odds Ratio);$$

$$2.3. V_{Log Odds Ratio} = \frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D}.$$

Логарифмическое преобразование необходимо для обеспечения симметрии в анализе. Обратимся к следующему примеру. Допустим, в первом исследовании отношение шансов определенного события равно 2 : 1 в пользу экспериментальной группы. При этом во втором исследовании отношение шансов этого же события равно 2 : 1 в пользу контрольной группы (см. табл. 2–3). В случае одинакового веса (то есть при одинаковом размере выборки) эти исследования должны уравновешивать друг друга, что приведет к комбинированному эффекту, демонстрирующему отношение шансов, равное 1. Однако в первом случае отношение шансов будет равно 2, а во втором — 0,5. Соответственно, комбинированный эффект двух исследований будет равен $(2 + 0,5) / 2$, то есть 1,25. В случае же логарифмического преобразования соответствующие значения будут равны 0,693 для первого случая и $-0,693$ — для второго. Соответственно, их комбинированный эффект будет равен 0. При обратном преобразовании будет получена искомая величина, то есть 1.

Таблица 2

Результаты первого исследования

Группа	События	Не-события	Итого
Экспериментальная	100	50	150
Контрольная	75	75	150

Таблица 3

Результаты второго исследования

Группа	События	Не-события	Итого
Экспериментальная	75	75	150
Контрольная	100	50	150

Корреляционные данные. Коэффициент корреляции Пирсона (r) может быть использован в качестве величины эффекта, поскольку является стандартизированным и интуитивно понятным показателем. Оценка дисперсии при этом осуществляется следующим образом:

$$3.1. V_r = \frac{(1-r^2)^2}{n-1},$$

где n — размер выборки.

Вместе с тем в большинстве метааналитических исследований коэффициент корреляции не используется, поскольку его дисперсия сильно зависит от величины самой корреляции. Поэтому r -Пирсона преобразовывается в коэффициент z -Фишера, который и используется для синтеза данных [Borenstein et al., 2009: p. 21–44]:

$$3.2. z = 0,5 \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right);$$

$$3.3. V_z = \frac{1}{n-3}.$$

Интерпретация величины эффекта. Правила интерпретации направления величин эффектов понятны из контекста приведенного выше материала. Далее приведены стандарты для интерпретации силы различных величин эффектов (см. табл. 4), предложенные Яковом Коэном [Cohen, Littel, 2010: p. 302].

Таблица 4

Стандарты интерпретации величин эффектов

Вид величины эффекта	Малый эффект	Средний эффект	Большой эффект
Стандартизованное различие средних значений	0,2	0,5	0,8
Отношение шансов	1,5	2,5	4,3
Коэффициент корреляции	0,1	0,25	0,4

Модели метаанализа

После того как для всех исследований были подсчитаны величины эффектов, последние необходимо объединить в один массив и проанализировать, что позволит сделать окончательный вывод относительно существования или отсутствия связи между переменными. В метаанализе используется базовая идея выборочного исследования, согласно которой исследователь исходит из существования генеральной совокупности всех возможных исследований, характеризующейся истинным средним значением или истинной величиной эффекта, а выборка исследований, используемая в целях исследовательского синтеза, необходима для оценки этой истинной величины.

В математическом смысле основная идея метаанализа заключается в том, что на основе имеющихся величин эффектов рассчитывается взвешенное среднее значение и строится его 95-процентный доверительный интервал. Если этот интервал включает 0, то делается вывод о том, что нет влияния/взаимосвязи между анализируемыми переменными, если же 0 не попадает в 95-процентный доверительный интервал, делается вывод о существовании влияния/взаимосвязи между переменными.

Но прежде чем осуществить финальный синтез, нужно определить, какую модель метаанализа необходимо использовать в данном случае: модель фиксированных эффектов или модель случайных эффектов.

Согласно модели фиксированных эффектов предполагается, что существует одна истинная величина эффекта, отраженная всеми исследованиями, включенными в метаанализ. Главные допущения этой модели заклю-

чаются в том, что факторы, обуславливающие величину эффекта в различных исследованиях, одни и те же, а наблюдаемые различия вызваны исключительно случайными ошибками.

В свою очередь, в модели случайных эффектов утверждается, что истинная величина эффекта может варьировать от одного исследования к другому. Это означает, что факторы, обуславливающие величину эффекта, могут меняться в разных исследованиях. Соответственно, наблюдаемые различия при этом будут определяться как случайными ошибками, так и реально существующими различиями.

При выборе модели кроме упомянутого фактора (причина в различиях между наблюдаемыми различиями в величинах эффектов) следует также руководствоваться и тем, каким образом планируется обобщать результаты исследования. Применение модели фиксированных эффектов подходит лишь для тех случаев, когда результаты обобщаются для одной генеральной совокупности, которую нельзя разделить на контрастные подгруппы. Следовательно, если необходимо сделать более широкое обобщение, касающееся отличающихся групп, следует использовать модель случайных эффектов. По очевидным причинам понятно, что модель фиксированных эффектов находит применение значительно реже, чем модель случайных эффектов.

Каждая из представленных моделей предусматривает свою процедуру синтеза величин эффектов.

Расчеты в модели фиксированных эффектов. Прежде всего для каждого индивидуального исследования необходимо подсчитать его вес, обратно пропорциональный дисперсии величины эффекта этого исследования:

$$4.1. W_i = \frac{1}{V_{Y_i}}.$$

Далее рассчитывается взвешенное среднее:

$$4.2. M = \frac{\sum_{i=1}^k W_i Y_i}{\sum_{i=1}^k W_i}.$$

Дисперсия взвешенного среднего обратнопропорциональна сумме весов:

$$4.3. V_M = \frac{1}{\sum_{i=1}^k W_i}.$$

Отсюда стандартная ошибка взвешенного среднего равна:

$$4.4. SE_M = \sqrt{V_M}.$$

Наконец, зная стандартную ошибку, можно рассчитать 95-процентный доверительный интервал:

$$4.5. C.i. = M \pm 1,96 SE_M.$$

Дополнительно, для проверки нулевой гипотезы (о том, что истинное значение равно 0) можно рассчитать эмпирическое Z-значение.

$$4.6. Z = \frac{M}{SE_M}.$$

В одних источниках (см., напр.: [Bower, 2008: p. 711–712]) говорится о том, что достаточно узнать, попадает ли 0 в 95-процентный доверительный интервал. В других анализ завершается проверкой нулевой гипотезы на основе нормального распределения, согласно которой взвешенное среднее не отлично от 0 [Borenstein et al., 2009: p. 66].

Расчеты в модели случайных эффектов. Формулы для взвешенного среднего, его дисперсии, стандартной ошибки и 95-процентного доверительного интервала аналогичны формулам, используемым в модели фиксированного эффекта (формулы 4.2–4.5). Проверка нулевой гипотезы также осуществляется аналогичным образом (формула 4.6).

Отличия же в расчетах связаны с оценкой дисперсий величин эффектов и соответственно — расчетом весов исследований¹. Если в модели фиксированного эффекта оцениваются только случайные ошибки (или внутригрупповая дисперсия), то в модели случайного эффекта совокупная дисперсия состоит из внутригрупповой (V_{Y_i}) и межгрупповой дисперсии (T^2):

$$5.1. W_i^* = \frac{1}{V_{Y_i}^*};$$

$$5.2. V_{Y_i}^* = V_{Y_i} + T^2;$$

$$5.3. T^2 = \frac{Q - df}{C},$$

где df — количество исследований;

$$5.4. Q = \sum_{i=1}^k W_i Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^k W_i Y_i\right)^2}{\sum_{i=1}^k W_i};$$

$$5.5. df = k - 1, \text{ где } k \text{ — количество величин эффектов;}$$

$$5.6. C = \sum W_i - \frac{\sum W_i^2}{\sum W_i}.$$

Практический пример:

пол респондента и его шансы на занятость за рубежом

Далее приведен пример использования модели случайных эффектов. Она выбрана как из концептуальных, так и из дидактических соображений. Первые связаны с существенной неоднородностью величин эффектов в различных исследованиях — их отличия нельзя объяснить исключительно случайными ошибками. Вторые — с тем, что модель случайных эффектов более сложная в смысле подсчетов. После ее освоения модель фиксированных эффектов не представит сложности для исследователя.

В качестве эмпирического материала взяты данные четвертой волны Европейского социального исследования. Анализируется связь пола с тем,

¹ Есть некоторые отличия и в условных обозначениях. Так, в модели случайных эффектов вес каждого исследования обозначается не W_i , а W_i^* . Аналогично, дисперсия эффективного размера обозначается не V_{Y_i} , а $V_{Y_i}^*$.

Таблица 5

Показатели, необходимые для осуществления метаанализа

Страна	OR	lnOR (Y _i)	Y _i ²	V _{Y_i}	W _i	W _{Y_i}	W _{Y_i} ²	W _i ²	Q	df	C	T ²	V _{Y_i} *	W _i *	Y _i W _i *
Бельгия	1.54	0.432	0.187	0.043	23.38	10.10	4.36	546.62	71.97	29	614.77	0.07	0.11	8.86	3.83
Болгария	1.23	0.207	0.043	0.043	23.32	4.83	1.00	543.82	71.97	29	614.77	0.07	0.11	8.86	1.83
Швейцария	1.51	0.412	0.170	0.037	26.92	11.09	4.57	724.69	71.97	29	614.77	0.07	0.11	9.35	3.85
Кипр	2.00	0.693	0.480	0.075	13.36	9.26	6.42	178.49	71.97	29	614.77	0.07	0.14	6.90	4.78
Чехия	1.29	0.255	0.065	0.036	27.94	7.12	1.82	780.64	71.97	29	614.77	0.07	0.11	9.44	2.41
Германия	2.15	0.765	0.585	0.052	19.05	14.57	11.15	362.90	71.97	29	614.77	0.07	0.12	8.20	6.28
Дания	1.20	0.182	0.033	0.060	16.60	3.02	0.55	275.56	71.97	29	614.77	0.07	0.13	7.70	1.40
Эстония	3.54	1.264	1.598	0.040	25.27	31.94	40.37	638.57	71.97	29	614.77	0.07	0.11	9.10	11.50
Испания	1.00	0.000	0.000	0.030	33.47	0.00	0.00	1120.24	71.97	29	614.77	0.07	0.10	10.01	0.00
Финляндия	1.65	0.501	0.251	0.050	20.04	10.04	5.03	401.60	71.97	29	614.77	0.07	0.12	8.34	4.18
Франция	1.84	0.610	0.372	0.046	21.51	13.12	8.00	462.68	71.97	29	614.77	0.07	0.12	8.63	5.26
Великобритания	1.71	0.536	0.287	0.036	27.79	14.90	7.98	772.28	71.97	29	614.77	0.07	0.11	9.44	5.06
Греция	1.29	0.255	0.065	0.054	18.64	4.75	1.21	347.45	71.97	29	614.77	0.07	0.12	8.07	2.06
Хорватия	2.14	0.761	0.579	0.061	16.51	12.56	9.56	272.58	71.97	29	614.77	0.07	0.13	7.64	5.81
Венгрия	1.90	0.642	0.412	0.066	15.17	9.74	6.25	230.13	71.97	29	614.77	0.07	0.14	7.36	4.72
Ирландия	1.35	0.300	0.090	0.024	41.94	12.58	3.77	1758.96	71.97	29	614.77	0.07	0.09	10.65	3.20
Израиль	1.01	0.010	0.000	0.036	27.56	0.28	0.00	759.55	71.97	29	614.77	0.07	0.11	9.44	0.09
Литва	1.91	0.647	0.419	0.038	26.12	16.90	10.93	682.25	71.97	29	614.77	0.07	0.11	9.27	6.00
Латвия	2.35	0.854	0.729	0.040	25.22	21.54	18.39	636.05	71.97	29	614.77	0.07	0.11	9.10	7.77
Голландия	2.24	0.806	0.650	0.049	20.33	16.55	13.34	421.48	71.97	29	614.77	0.07	0.12	8.41	6.78
Норвегия	1.39	0.329	0.108	0.278	3.59	1.18	0.39	12.89	71.97	29	614.77	0.07	0.35	2.87	0.95
Польша	2.05	0.718	0.516	0.049	20.58	14.78	10.61	423.54	71.97	29	614.77	0.07	0.12	8.41	6.04
Португалия	1.45	0.372	0.138	0.045	22.33	8.31	3.09	498.63	71.97	29	614.77	0.07	0.11	8.70	3.24
Румыния	1.36	0.307	0.094	0.051	19.60	6.02	1.85	384.16	71.97	29	614.77	0.07	0.12	8.27	2.54
Россия	5.31	1.670	2.789	0.131	7.62	12.73	21.25	58.06	71.97	29	614.77	0.07	0.20	4.98	8.31
Швеция	1.67	0.513	0.263	0.038	26.54	13.62	6.98	704.37	71.97	29	614.77	0.07	0.11	9.27	4.75
Словения	2.04	0.713	0.508	0.114	8.80	6.27	4.47	77.44	71.97	29	614.77	0.07	0.18	5.44	3.88
Словакия	2.66	0.978	0.956	0.034	29.50	28.85	28.22	870.25	71.97	29	614.77	0.07	0.10	9.63	9.41
Турция	0.79	-0.236	0.056	0.139	7.17	-1.69	0.40	51.41	71.97	29	614.77	0.07	0.21	4.79	-1.13
Украина	2.06	0.723	0.523	0.043	23.00	16.63	12.02	529.00	71.97	29	614.77	0.07	0.11	8.86	6.40
Σ	—	—	12,967	—	639.07	331.58	244.01	15526.32	—	—	—	—	—	245.99	131.21

имел ли респондент работу за рубежом. Этот аспект частично проливает свет на то, остается ли мужчина более активным “добытчиком”, чем женщина. И если да, то в какой мере.

Соответствующие вопросы имеют дихотомический вид (мужчина/женщина и имел/не имел за последние 10 лет какую-либо оплачиваемую работу в другой стране на протяжении не менее 6 месяцев). Исходя из этого, в качестве величины эффекта используется натуральный логарифм отношения шансов. Выборка состоит из 30 величин эффектов, по количеству стран участниц четвертой волны Европейского социального исследования.

Очерченное метааналитическое исследование необходимо начать с вычисления отношения шансов для каждой страны (*Odds Ratio*, формула 2.1), их натуральных логарифмов (*Log Odds Ratio*, формула 2.2) и внутригрупповых дисперсий ($V_{LogOddsRatio}$ или V_{Y_i} , формула 2.3). Результаты этих и других вычислений, касающиеся каждой страны в отдельности приведены далее (см. табл. 5). Также там приведены и суммы, необходимые для итоговых подсчетов.

Расчеты на уровне единиц наблюдения (то есть уровне отдельных стран) будут продемонстрированы на примере Бельгии. Базовая таблица сопряженности имеет вид, представленный в таблице 6.

Таблица 6

Исходные данные в Бельгии для вычисления отношения шансов

Пол	Имел (-а) работу за рубежом	Не имел (-а) работы за рубежом	Итого
Мужской	64	728	792
Женский	41	719	760

Отсюда:

$$Odds Ratio_1 = \frac{64 \times 719}{41 \times 728} = 1,54;$$

$$Log Odds Ratio_1 = \ln(1,54) = 0,432;$$

$$V_{Log Odds Ratio_1} = \frac{1}{64} + \frac{1}{728} + \frac{1}{41} + \frac{1}{719} = 0,043.$$

После этого необходимо подсчитать вес каждого исследования (W_i) исходя из его собственной/внутригрупповой дисперсии (формула 4.1):

$$W_1 = \frac{1}{0,043} = 23,38.$$

Далее, используя формулы 5.3–5.6, можно оценить дисперсию, основывающуюся на различиях между странами (T^2):

$$Q = 244,01 - \frac{(331,58)^2}{639,07} = 71,97;$$

$$df = 30 - 1 = 29;$$

$$C = 639,07 - \frac{15526,32}{639,07} = 614,77;$$

$$T^2 = \frac{71,97 - 29}{614,77} = 0,07.$$

Теперь можно рассчитать совокупную дисперсию для каждого исследования, соответствующие веса и взвешенное среднее размеров эффектов (формулы 4.2, 5.1, 5.2):

$$V_{Y_1}^* = 0,043 + 0,07 = 0,11;$$

$$W_1^* = \frac{1}{0,11} = 8,86;$$

$$M = \frac{131,21}{245,99} = 0,53.$$

На завершающем этапе необходимо построить 95-процентный доверительный интервал и проверить нулевую гипотезу (формулы 4.3–4.6):

$$V_m = \frac{1}{245,99} = 0,004;$$

$$SE_m = \sqrt{0,004} = 0,06;$$

$$C.i. = 0,53 \pm 1,96 \times 0,06 = 0,53 \pm 0,12;$$

$$Z = \frac{0,53}{0,06} = 8,83.$$

Истинное значение среднего размера эффекта с вероятностью 95% попадает в интервал от 0,41 до 0,65, если использовать натуральный логарифм отношения шансов, и в интервал от 1,5 до 1,9, если использовать просто отношение шансов (в последнем случае среднее значение равно 1,7). Z -экспериментальное, равное 8,83, указывает на то, что вероятность равенства среднего взвешенного 0 не превышает 0,0001.

Следовательно, в странах Европы шансы иметь работу за рубежом на протяжении не менее 6 месяцев в среднем в 1,7 раза выше у мужчин, чем у женщин. Последнее является частичным подтверждением большей активности мужчин в роли добытчиков на современном этапе. Исключения составляют Испания и Израиль (шансы равны или практически равны), а также Турция (шансы женщин выше).

Вместе с тем среднее значение, равное 1,7, говорит об относительно малом различии. Для ответа на вопрос о том, сближаются ли мужчины и женщины по соответствующему параметру, необходимо обратиться к другим волнам Европейского социального исследования с целью проведения идентичного анализа.

Выводы

Приведенный выше материал показывает, что метаанализ представляет собой эффективный инструмент проверки исследовательских гипотез, не являясь при этом сложным в использовании и требовательным в смысле программного обеспечения. Так, большинство основных расчетов можно осуществить в программе Excel.

Кроме того, метаанализ пригоден не только для объединения результатов независимых исследований, посвященных одной тематике, но и для дизайна будущих исследований. Такого рода практика особенно распространена в биомедицинских науках, отдельные исследования которых часто проводятся на выборках, слишком малых для необходимого анализа. Поэтому результаты, полученные в отдельных медицинских учреждениях, удобно синтезировать с помощью метаанализа. При этом все исследования проводятся согласно единой процедуре, то есть построены для ответа на один и тот же исследовательский вопрос посредством одних и тех же методов [Leeuw, Нох, 2003: р. 335–336].

Наконец, метаанализ является подходом, позволяющим синтезировать результаты международных сравнительных исследований. Этот тип исследований априори удовлетворяет основному требованию использования метаанализа: концептуальной унифицированности. Идентичность используемого инструментария в различных странах тоже в значительной мере способствует его применению.

Также хочется отметить, что в рамках данной статьи не рассмотрен ряд важных методологических вопросов (в частности, анализ гетерогенности), правильное понимание которых является принципиальным условием успешного применения метаанализа. Эти вопросы будут рассмотрены в одном из ближайших номеров журнала.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Конвертация из Log Odds Ratio в d

$$d = \text{Log Odds Ratio} \times \frac{\sqrt{3}}{\pi};$$

$$V_d = V_{\text{Log Odds Ratio}} \times \frac{3}{\pi^2}.$$

Конвертация из d в Log Odds Ratio

$$\text{Log Odds Ratio} = d \times \frac{\pi}{\sqrt{3}};$$

$$V_{\text{Log Odds Ratio}} = V_d \times \frac{\pi^2}{3}.$$

Конвертация из r в d

$$d = \frac{2r}{\sqrt{1-r^2}};$$

$$V_d = \frac{4V_r}{(1-r^2)^3}.$$

Конвертация из d в r

$$r = \frac{d}{\sqrt{d^2 + a}},$$

где a — коррекционный фактор для случаев, где $n_1 \neq n_2$ (если n_1 и n_2 точно не известны, то a приравняется 4);

$$a = \frac{(n_1 + n_2)^2}{n_1 n_2};$$

$$V_r = \frac{a^2 V_d}{(d^2 + a)^3}.$$

Источники

Borenstein M. Introduction to Meta-Analysis / Borenstein M., Hedges L., Higgins J., Rothstein H. — New Jersey : Wiley, 2009.

Bowen C.-C. Meta-Analysis / C.-C. Bowen // Handbook of Research Methods in Public Administration / ed. by G. Miller, K. Yang. — Boca Raton ; London ; New York : CRC Press, 2008. — P. 705–720.

Cohen's kappa [Electronic resource]. — Access mode:
http://en.wikipedia.org/wiki/Cohen's_kappa.

Corcoran J. Meta-Analyses / J. Corcoran, J. Littel // The Handbook of Social Work Research Methods / ed. by B. Thyer. — Los Angeles ; London ; New Delhi ; Singapore ; Washington DC : SAGE, 2010.

Handbook of research design and social measurement / ed. by D.C. Miller, N.J. Salkind. — Thousand Oaks ; London ; New Delhi : SAGE, 2002.

Lau J. Cumulative meta-analysis of therapeutic trials for myocardial infarction / J. Lau., E. Antman, J. Jimenez-Silva, B. Kupelnick, F. Mosteller, T. Chalmers // New England Journal of Medicine. — 1992. — № 327. — P. 248–254.

Leeuw E. The Use of Meta-Analysis in Cross-National Studies / E. Leeuw, J. Hox // Cross-Cultural Survey Methods / ed. by J. Harkness, F. Van de Vijver, P. Mohler. — New Jersey : Wiley, 2003.