



ЦЕЛЕВАЯ ГРУППА ПО ВНЕДРЕНИЮ КДЕС ред. 2

**Руководство по методологическим
аспектам построения планов выборки
и весовой оценки**

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ

2. ВЫБОРКА В УСЛОВИЯХ НОВОЙ КДЕС

2.1. Последствия перехода для пороговой выборки

2.2. Последствия для панельной выборки

2.3. Простая случайная выборка

2.4. Последствия перехода для стратифицированных выборок

2.5. Вопрос ресурсов для перепланирования выборок

2.6. Практический метод перераспределения выборки

2.7. Каким может быть график перехода к новой КДЕС

3. ВЗВЕШИВАНИЕ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОЦЕНКЕ ПЕРЕМЕННЫХ В ТЕОРИИ ВЫБОРКИ) В УСЛОВИЯХ НОВОЙ КДЕС

3.1. Теория (о теории взвешивания см. Приложение А)

3.2. Применение в случае изменения классификации

3.3. Обобщение характеристик вышеописанных вариантов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

БИБЛИОГРАФИЯ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Внедрение пересмотренной классификации видов экономической деятельности КДЕС ред. 2 является одной из главных задач для всех государств-членов ЕС. Для ее выполнения потребуются значительные усилия по преобразованию регистров предприятий, обследований хозяйственной деятельности и национальных счетов. Она затронет и некоторые обследования домашних хозяйств. Национальные статистические органы столкнутся с рядом серьезных проблем, как-то:

- координация времени внедрения в государствах-членах ЕС;
- зависимость от статистики;
- перевод национальных счетов в пересмотренную КДЕС;
- перекодирование всех единиц регистров предприятий в соответствии с пересмотренной версией КДЕС;
- трудности, связанные с необходимостью ведения двух классификаций;
- оценка (взвешивание) в условиях новой КДЕС;
- одновременная оценка результатов по новой и старой версиям классификации;
- построение отраслевых весовых коэффициентов для краткосрочной статистики;
- построение ретроспективных рядов с использованием новой классификации.

Настоящий документ представляет третью часть в серии из четырех руководств, разработанных при содействии Целевой группы по внедрению КДЕС ред. 2:

1. Разработка плана внедрения
2. Внедрение КДЕС ред. 2 в регистры предприятий
3. Методологические аспекты построения плана выборки и весовой оценки
4. Методы ретроспективного анализа для реконструкции динамических рядов, прерванных в связи с изменением классификации

Цель данной серии руководств состоит в обеспечении специалистов национальных статистических органов рекомендациями, примерами принятой практики, «контрольными перечнями», методологией и другими аналогичными инструментами, необходимыми для осуществления комплексного проекта по внедрению КДЕС ред. 2. Настоящий документ подготовил Марк Вильямс (ОНС Великобритании) при содействии со стороны других членов Целевой группы. Данное руководство, как и другие части этой серии, при необходимости будет подвергаться пересмотру.

Электронная версия на веб-сайте “Operation 2007”:

<http://forum.europa.eu.int/irc/dsis/nacespacon/info/data/en/index.htm> будет регулярно обновляться.

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство посвящено проблемам, связанным с выборкой и оценкой. Сразу следует отметить, что для построения выборки и проведения оценки изменение классификации означает необходимость дополнительных ресурсов для:

- пересмотра методов планирования выборки и проведения оценки, вызванного изменением областей статистики (новые виды экономической деятельности и т.д.);
- специальной модификации методов выборки и оценки с целью обеспечения одновременных оценочных данных по старой и новой классификациям;
- (предпочтительно) увеличения общего размера выборки вследствие необходимости расчета достаточно достоверных оценок одновременно по новой и старой классификациям;
- чтобы компенсировать снижение точности из-за ошибочной классификации видов экономической деятельности в первые годы введения новой классификации;
- чтобы повысить уровень детализации, необходимый для новой классификации в соответствии с различными европейскими Постановлениями (например, Постановлениями о структурной и краткосрочной статистике). (Такое увеличение размера выборки может быть постоянным);
- оценки согласованности между оценочными данными, выполненными по старой и новой классификациям.

Объем работ по выборке и оценке в большой степени зависит также от уровня детализации ретроспективного анализа. С другой стороны, изменение КДЕС дает прекрасную возможность значительно усовершенствовать планирование выборки и оценки.

2. ВЫБОРКА В УСЛОВИЯХ НОВОЙ КДЕС

В настоящее время во всех обследованиях предприятий используется КДЕС ред. 1.1 со стратификацией выборки по отраслевому показателю. Теперь эти обследования подлежат перепланированию, поскольку в качестве отраслевой классификации для построения выборки будет использоваться КДЕС ред. 2. Существуют разные виды построения выборок. Сюда входят выборки с предельным порогом, с использованием группы постоянных единиц (панелей), простая случайная, стратифицированная случайная, систематическая выборки и т.д. Скорее всего, чаще других в национальных

статистических службах разных стран используются пороговые и стратифицированные выборки, а также сочетания этих двух типов.

2.1. Последствия перехода для пороговой выборки

В пороговую выборку включаются все единицы выше определенного порога и отсекаются единицы ниже этого порога. Порог устанавливается на основании какого-либо показателя, например, занятости или оборота, и в разных отраслях он может быть разным. Пороги предназначены для установления равновесия между числом единиц в совокупности и охватом экономической деятельности (например, порог может быть установлен для предприятий, вклад которых в товарооборот отрасли составляет 80% или более). Специалисты-методологи отдают заметное предпочтение случайной выборке, таким образом, в период смены отраслевой классификации возникает возможность перехода с пороговой выборки на случайную. Существуют две основные категории пороговой выборки, и ниже мы рассмотрим их по-отдельности.

Тип I – один порог для всех отраслей

Если порог не различается по отраслям, работы по переходу немного. Этот (единственный) порог можно оставить и в новой структуре кодирования. Единственное изменение, которое здесь понадобится, это принятие компьютерными системами перекодирования новых кодов. Будут, конечно, проблемы с разработкой ретроспективных данных, но они выходят за рамки выборки и рассматриваются в Руководстве, посвященном ретроспективному анализу.

Как известно, в новой отраслевой классификации есть дополнительные, ранее не охваченные 4-значные отрасли. Необходимо проявлять осторожность с допуском размера всей выборки, который может привести к изменению порога для всех отраслей. Потребуется информация регистра о количестве предприятий в каждой новой отрасли, которая поможет определить степень необходимости изменения предельного порога. Кроме того, можно использовать информацию регистра о соответствующих вспомогательных показателях (обороте, занятости). Данные о количестве предприятий должны быть подготовлены не позднее 2008 года.

Тип II – отдельный порог для каждой отрасли

Это более сложный случай из-за необходимости определения порогов в отраслях по новой отраслевой классификации. Здесь тоже понадобится информация регистра для проведения несложного анализа количества предприятий в каждой отрасли выше определенных порогов.

Эту информацию вместе с таблицами соответствия между КДЕС ред. 1.1 и КДЕС ред. 2 можно использовать для определения расчетных порогов для новых отраслей. После того, как выборка по новой КДЕС войдет в норму, эти первоначальные пороги, возможно, придется пересмотреть. Многие отрасли полностью совпадут, и с ними не будет никаких проблем, но нужно будет не упустить проблемы соответствия по другим

параметрам. Возможно, придется прибегнуть к итеративному методу, поскольку величины количества предприятий и соответствующих вспомогательных показателей могут различаться по отраслям в результате улучшения качества этой информации в регистре предприятий.

2.2. Последствия для панельной выборки

Выборка с постоянной группой единиц – это выборка, при которой в каждый период обследуются одни и те же единицы. Цель такого обследования заключается не в получении итоговых оценочных данных по совокупности, а, скорее, в оценке изменения данного показателя по периодам. Постоянные группы (панели) часто используются для измерения изменений в краткосрочной статистике. Результаты, полученные из панельных обследований, сопоставляются с контрольными итоговыми данными более достоверного годового обследования и ежегодно пересматриваются после выхода последних годовых данных. Многие из методов, используемых в пороговых выборках, применимы и к выборкам с постоянными единицами, поскольку у них схожие проблемы.

Одно можно сказать точно - изменение отраслевой классификации дает прекрасную возможность обновления и пересмотра панелей. Важно достичь хорошего охвата по отраслям новой классификации. Для оценки отсутствующих итоговых данных по новым отраслям или новым размерам могут понадобиться методы моделирования и эталонного тестирования.

2.3. Простая случайная выборка

Можно сделать выборку обследования случайной без применения стратификации. Действительно, можно применять отраслевую классификацию не к выборке, а к информации, полученной от респондентов, которую можно стратифицировать по отраслям.

Такую ситуацию можно рассмотреть на примере проводимого в Великобритании годового структурного обследования доходов, в котором используется случайная выборка с интервалом 100 из всех рабочих мест, зарегистрированных в системе «заработал – плати» налоговой службы Великобритании. Благодаря большому размеру выборки, включающей почти четверть миллиона наемных работников, полученная информация, которая затем стратифицируется по отраслям, имеет очень хорошее качество. Обследования такого типа, не использующие отраслевой классификации при планировании, очень легко проводить, поскольку работа с новой отраслевой классификацией не касается построения выборки, а начинается только на этапе пост-стратификации предприятий-респондентов. Безусловно, здесь могут возникнуть проблемы, связанные с необходимостью расчета ретроспективных рядов, но в данном Руководстве этот вопрос не рассматривается.

Особым случаем стратифицированной выборки считается простая случайная выборка, отбор в которой происходит по отраслевой классификации, но отсутствует стратификация по размеру предприятий. Ниже приводятся примеры стратифицированных выборок.

2.4. Последствия перехода для стратифицированных выборок

Многие государства-члены ЕС используют в своих обследованиях предприятий стратифицированную случайную выборку. В Великобритании стратификация обычно осуществляется по очень точному уровню детализации КДЕС ред. 1.1 и между четвертой и шестой размерной группой на основании численности занятых, полученной из регистра предприятий. Распределение общего размера выборки по стратам, как правило, осуществляется с помощью метода оптимального распределения Неймана (Нейман 1934), где размер выборки n_h в страте h равен:

$$n_h = n \frac{N_h S_h}{\sum_{h=1}^L N_h S_h}$$

где L является числом страт в совокупности, N_h - количество элементов в страте h совокупности, а S_h^2 - дисперсия элементов в страте h совокупности в соответствии с используемой в обследовании оценочной моделью.

При условии, что каждое предприятие в совокупности должно пройти переклассификацию и получить новый код КДЕС ред. 2, мы можем определить размер совокупности в каждой новой страте. Поскольку S_h^2 относится ко всей совокупности, мы обычно оцениваем ее по S_h^2 , т.е. дисперсии элементов в страте h выборки.

Однако это может оказаться неприменимым к некоторым из новых страт, следовательно, нужно будет искать другие методы. Один из вариантов заключается в получении таких оценок от соответствующих предприятий, составляющих каждую новую страту, на основании веса каждого предприятия в первоначальном обследовании. Однако в действительности оказывается, что значения S_h^2 слишком различаются в стратах, чтобы их можно было непосредственно использовать. Поэтому здесь необходимо прибегнуть к средней величине предыдущих дисперсий выборки или к моделированию оценок дисперсии на уровне страты по таким величинам регистра предприятий, как размер страты, а также занятость и оборот.

Такой способ с использованием моделирования кажется весьма пригодным для случаев, когда речь идет о восстановленных стратах, поскольку по характеристикам любой из страт можно создать новые «дисперсии». Если в регистре есть какая-либо подходящая вспомогательная информация (например, оборот, численность занятых), можно аналогичным образом использовать и другие возможности, например, Х-оптимальное распределение (Сэрндал и др., 1992).

Оптимальный размер выборки в страте h равен:

$$n_h = n \cdot \frac{N_h \cdot S_{xh}}{\sum_{h=1}^L N_h \cdot S_{xh}}$$

2.5. Вопрос ресурсов для перепланирования выборок

Для перепланирования выборок необходимы значительные ресурсы, поэтому, с практической точки зрения, нецелесообразно в период ожидания новой версии КДЕС менять все выборки. В этом случае для перехода от старой классификации к новой нужно искать альтернативные подходы.

2.6. Практический метод перераспределения выборки

В качестве одного из вариантов можно свести существующую выборку в таблицу в соответствии с новыми стратами, а количество единиц в каждой новой страте принять за новый размер выборки в этой страте. Конечно, это решение не самое оптимальное, но процедура распределения такова, что достаточно крупные отклонения от оптимального варианта лишь незначительно скажутся на качестве оценок. Более того, появится возможность выделения слабых участков новой выборки. Это вполне могут быть новые отрасли. Выборка может оказаться слишком малочисленной для обеспечения новых отраслей существенными результатами. В таких условиях было бы целесообразно хотя бы на один год применить избыточное планирование (ведущее к добавочным выборкам). Построение избыточной выборки – это процесс пополнения слабых участков выборки дополнительными единицами, что позволяет сохранить качество оценок в этих отраслях.

Эту оценку совмещения КДЕС ред. 1.1 и КДЕС ред. 2 можно проводить сразу после того, как все единицы регистра получают новые коды КДЕС. В Великобритании это станет возможным в начале 2008 года, что позволит с этого же времени начать работу над распределением выборки. Это означает, что к моменту, когда начнется настоящее планирование выборки по новой классификации, у нас уже будет проведен анализ, показывающий, где следует увеличить размер выборки хотя бы на короткое время (возможно, на один год), чтобы сохранить качество. В случае краткосрочной статистики это будет происходить в течение 2009 года. При использовании добавочных выборок хорошие оценки дисперсий выборки можно будет получить к концу этого первого года, что позволит к началу 2010 года добиться оптимального распределения на базе метода Неймана. Естественно, руководители НСО должны заключить соглашение о реализации такой избыточной выборки и иметь выделенные для этого средства. Возможно, государствам-членам не удастся осуществить данное соглашение. В таком случае первые периоды внедрения КДЕС могут оказаться трудными, с низкими результатами по некоторым отраслям из-за малых размеров выборки. Может быть, появится возможность перераспределить (новую) выборку, позаимствовав единицы у достаточно хорошо учтенных отраслей и дополнив ими неблагополучные отрасли. Ниже приводятся общие рекомендации по использованию добавочных выборок:

Добавочные выборки:

- Воспользуйтесь при распределении выборки итеративным методом и проведите анализ на основании новой информации.
- Проведите анализ количества предприятий в старой и новой кодировке регистра и выборках обследований.

- Найдите особенно малочисленные отрасли и попытайтесь перераспределить сюда часть выборки или увеличить размер выборки – здесь имеет значение время.
- При одновременном опубликовании старых и новых кодов может потребоваться увеличение на этот период общего размера выборки с целью обеспечения достаточной выборки для обеих систем.
- Если для оценки дисперсий в новых кодах информации достаточно, следует решать вопрос о полном перераспределении.
- Чтобы правильно представить план выборки, необходимо проявлять осторожность при ее взвешивании.

2.7. Каким может быть график перехода к новой КДЕС

Иногда имеет смысл обратиться к практическим примерам. Представьте, как можно было бы организовать переход к новой КДЕС краткосрочного обследования. Это можно проиллюстрировать на приведенном ниже графике.

Допустим, 2008 и 2009 годы станут минимальным периодом двойного кодирования и обновления как в старой, так и в новой КДЕС. Если продолжительность этого периода двойного кодирования и двойного обновления регистра превысит 2 года, можно будет проводить дальнейшую модификацию.

январь 2008 г.	Все предприятия в регистре предприятия кодируются по двум классификациям: КДЕС ред. 1.1 и КДЕС ред. 2.
в течение всего 2008 года	Продолжение планирования выборки по КДЕС ред. 1.1, но использование информации регистра для сведения в таблицу существующей выборки по новым странам в КДЕС ред. 2. Используйте эту схему в качестве первой попытки планирования выборки на новой основе. Для слабых, с точки зрения размера, страт оцените количество, необходимое для приемлемых результатов в новой КДЕС, и добейтесь одобрения для проведения этого пополнения выборки.
январь 2009 г.	Построение выборки по КДЕС ред. 2. Как указано выше, сначала это просто прежняя выборка, сведенная в таблицу по новым отраслям и новым странам, но уже включающая самые слабые в условиях новой классификации страты, улучшенные пополнением выборки.
в течение всего 2009 года	После получения от предприятий информации на новой основе можно приступить к расчету дисперсии элементов в выборке каждой страты. Эти дисперсии выборки используются как приближения дисперсии совокупности и делают возможным применение распределения по Нейману.
январь 2010 г.	Используя полученную в течение 2009 года информацию, можно гораздо более эффективно перераспределить выборку. Можно прекратить использование добавочной выборки, а обследование будет считаться проведенным в соответствии с КДЕС ред. 2

3. ВЗВЕШИВАНИЕ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОЦЕНКЕ ПЕРЕМЕННЫХ В ТЕОРИИ ВЫБОРКИ) В УСЛОВИЯХ НОВОЙ КДЕС

3.1. Теория (о теории взвешивания см. Приложение А)

В Приложении А представлено описание теории взвешивания. Это взвешивание в контексте оценки переменных в выборочных обследованиях, а не общее взвешивание индексов для образования более крупных агрегатов, как это происходит в краткосрочной статистике. В Приложении А в обобщенном виде представлена калибровочная оценка, применяемая в Национальной статистической службе Великобритании. Основная идея данной оценки заключается в нахождении весов для модификации обычной статистической оценки с целью получения откалиброванной оценки вспомогательной переменной без ошибок калибровки. Более подробное описание теории можно найти в Приложении.

3.2. Применение в случае изменения классификации

Мы выделили три возможных вида применения калибровочного взвешивания в условиях изменения классификации. Но сначала кратко остановимся на основных исходных условиях.

- Потребуется год, в течение которого совокупность будет классифицироваться по обеим системам на уровне единиц – допустим, это год 1 (год перехода). Следует иметь в виду, что поскольку в плане выборки используется только одна из этих систем (скорее всего, прежняя классификация), веса выборки (веса a) будут привязаны к этому плану.
- Обязательным условием будет рассчитать агрегаты по обеим (старой и новой) классификациям за все годы до переходного года. Это требование описано в следующем руководстве, посвященном ретроспективным рядам.
- В течение года 1 в выборке используется старая классификация, а в последующие годы новая.
- В течение переходного года агрегаты должны рассчитываться по обеим (старой и новой) классификациям.
- После переходного года агрегаты должны рассчитываться только в новой классификации.

Ниже следует описание этих трех видов взвешивания. Имейте в виду, что в каждом случае метод калибровки дает по одному весу (произведение a и g) для каждого предприятия. Это означает, что сводные данные в любой отрасли являются просто произведениями веса и переменной обследования, суммированными по всем соответствующим предприятиям этой отрасли.

Вариант 1

Год 1

- Рассчитать калибровочные коэффициенты (веса g) с использованием старой классификации.
- Получить результаты с помощью обычной оценки по старой классификации и с помощью оценки отрасли по новой классификации.

Год > 1

- Рассчитать калибровочные коэффициенты (веса g) с использованием новой классификации.
- Получить результаты с помощью обычной оценки по новой классификации.

За

- Полная совместимость с прежними рядами (до года 1, т.е. в ретроспективных рядах нет разрыва).
- Есть время для адаптации регистра предприятий к новой классификации
- Итоговые данные по эквивалентным классификациям (не претерпевшие изменения между СОК(2003) и СОК (2007)) останутся прежними.
- Взвешивание согласовано с планом (выборкой).

Против

- Возможен разрыв в динамических рядах из-за ввода новой классификации в следующий за переходом год; он зависит от величины расхождения между классификационными системами. Особенно значительными разрывы могут быть в малопредставительных стратах выборки.

Вариант 2

Год 1+

- Рассчитать калибровочные коэффициенты (веса g) с использованием новой классификации.
- Получить результаты с помощью обычной оценки по новой классификации и с помощью оценки отрасли по старой классификации.
- Дисперсии отраслей по старой классификации нужно рассчитать не так (отраслевые оценки), как для отраслей по новой классификации.

За

- Полная совместимость с новыми рядами (нет разрыва в последующих динамических рядах).
- Любой разрыв происходит один раз в переходном году.
- Взвешивание в последующие годы не отличается от взвешивания в год 1.
- Как и в первом варианте, итоговые данные по эквивалентным классификациям (не претерпевшие изменения между СОК(2003) и СОК (2007)) останутся прежними.

Против

- Может не произойти адаптации регистра предприятий к новой классификации, следовательно, в течение года 1 могут возникнуть проблемы с резкими отклонениями или другими необычными результатами.
- Взвешивание в год 1 несовместимо с планом (выборкой).
- Разрывы в динамических рядах, выполненных по старой классификации.

Вариант 3

Год 1

- Рассчитать калибровочные коэффициенты (веса g) с использованием обеих классификационных систем. В этом случае итоговые значения совокупности воспроизводятся путем суммирования взвешенной занятости (оборота) по обеим классификациям.
- Имейте в виду, что потребуется рассчитать дисперсии в обеих классификациях с использованием Общей системы оценки (ОСО) (Эстевао и другие, 1995 г.).

Год > 1

- Рассчитать калибровочные коэффициенты (веса g) с использованием только новой классификации.
- Получить результаты с помощью обычной оценки.

За

- Разрыв должен быть минимальным в обоих годах, т.к. результаты калибровки воспроизводятся в году 1 по обеим классификационным системам. Это зависит от некоторой корреляции между выходными переменными и выбранными вспомогательными переменными.
- Есть время (год) для адаптации регистра предприятий к новой классификации.
- Итоговые данные по эквивалентным классификациям (не претерпевшие изменения между СОК(2003) и СОК (2007)) останутся прежними.
- Взвешивание согласовано с планом (выборкой).

Против

- Если классификации различаются коренным образом, в год 1 может возникнуть проблема с предельными весами. (Например, в случае очень малой выборки по одной из новых классификаций в году 1, поскольку отбор осуществлялся по старой классификации).

3.3. Обобщение характеристик вышеописанных вариантов

Все три варианта можно с успехом использовать во время смены классификаций. Они перечислены в порядке возрастания риска и преимуществ. Основным недостатком **варианта 1** является то, что разрыв произойдет в следующем за сменой классификаций году, в то время как более разумно было бы, если бы он точно совпал с переходом. Основное преимущество этого варианта состоит в том, что для внедрения новой классификации до того, как ее будут использовать для взвешивания, отпущено максимальное количество времени.

Вариант 2 передвигает разрыв на год назад, что обеспечивает соответствие между годами 1 и 2; поэтому разрыв происходит в тот же период, в который меняется классификация. Здесь есть некоторый риск, связанный с использованием новой классификации в регистре предприятий на год раньше, чем в варианте 1.

Главный риск **варианта 3** заключается в том, что в 1 году появляются некоторые непредвиденные веса. Это особенно касается переменных, не согласованных (или неблагоприятно согласованных) с вспомогательной переменной (занятостью или оборотом).

Наиболее простым для государств-членов ЕС кажется вариант 1. Было бы неплохо провести необходимую работу в пользу выбора варианта 3, но это зависит от наличия нужных для этого ресурсов.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Теория взвешивания (в контексте оценки переменных с использованием выборочных обследований)

В настоящей главе рассматриваются некоторые возможности взвешивания, которые можно использовать в период перехода на КДЕС ред. 2. Для начала предлагается краткое описание калибровочной оценки, применяемой в Национальной статистической службе Великобритании.

Допустим, $\{1, k, \dots, N\}$ – это набор символов, однозначно определяющих N отдельных элементов целевой конечной совокупности U . Не нарушая общности, допустим, что $U = \{1, k, \dots, N\}$. Для измерения значений переменных J проводится обследование. Обозначим с помощью $\mathbf{y}_k = (y_{k1}, \dots, y_{kJ})'$ вектор значений $J \times 1$ переменных обследования для $k^{\text{го}}$ элемента совокупности.

Допустим, что главной целью обследования является оценка вектора совокупности итоговых значений

$$\mathbf{T}_y = \sum_{k \in U} \mathbf{y}_k = \mathbf{Y}'_U \mathbf{1}_N$$

где Y_U обозначает матрицу совокупности $N \times J$ значений y , полученных из

$$\mathbf{Y}_U = [\mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \dots, \mathbf{y}_N], \text{ а}$$

$\mathbf{1}_N$ обозначает вектор единиц $N \times 1$.

Допустим, что n отдельных элементов в U включены в выборку s ,

$$s = \{k_1, \dots, k_n\} \subset U,$$

отобранную для наблюдения в рамках обследования. Следовательно, цель обследования состоит в получении оценки T_y на основании имеющихся в обследовании данных $\{\mathbf{y}_k ; k_s\}$. Роль «стандартной» оценочной формулы итоговых данных, когда они являются единственными полученными в обследовании данными, выполняет оценочная формула Хорвица-Томпсона (Н-Т), которая определяется как

$$\hat{\mathbf{T}}_y = \sum_{k \in s} d_k \mathbf{y}_k$$

где $d_k = 1/\partial_k$ - вес выборки для единицы k , а ∂_k - это вероятность включения в выборку для единицы k . Правда, в большинстве обследований могут иметься в наличии некоторые вспомогательные переменные

$$\mathbf{x}_k = (x_{k1}, \dots, x_{kp})'$$

которые положительно согласованы с переменной y . Использование этой информации может способствовать повышению точности оценки целевого параметра T_y .

Среди прочих способов для этого можно использовать калибровку. Основная идея оценки калибровкой заключается в следующем. Несмотря на то, что нам известны итоговые данные совокупности для переменных x , предположим, что мы пытаемся оценить их по выборке, используя оценочную формулу Н-Т. Это привело бы к оценке

$$T_x \text{ путем } \hat{\mathbf{T}}_x = \sum_{k \in s} d_k \mathbf{x}_k .$$

Однако эти оценки $\hat{\mathbf{T}}_x$ часто не обеспечивают точного совпадения с соответствующими итоговым данным T_x совокупности, что ведет к, так называемой, “ошибке калибровки”

$$\hat{\mathbf{T}}_x - \mathbf{T}_x .$$

Изменим оценочную формулу, чтобы избежать этой “ошибки”, и используем “откалиброванную” оценочную формулу с измененными весами d_k выборки, что даст нам новые веса w_k , которые можно использовать в откалиброванной оценочной формуле

$$\hat{\mathbf{T}}_{xC} = \sum_{k \in s} w_k \mathbf{x}_k$$

где $\{w_k, k_s\}$ – это исследуемые веса без ошибки калибровки, т.е. удовлетворяющие

$$\hat{\mathbf{T}}_{xC} - \mathbf{T}_x = \sum_{k \in s} w_k \mathbf{x}_k - \mathbf{T}_x = \mathbf{0}$$

Такие условия называются “ограничениями калибровки”. Идея заключается в том, что, если “откалиброванные” веса $\{w_k, k_s\}$ способны снизить или устранить ошибку при “оценке” итоговых данных x , они, используя оценочную формулу калибровки, смогут также снизить ошибку при оценке итогов y :

$$\hat{\mathbf{T}}_{yC} = \sum_{k \in s} w_k \mathbf{y}_k$$

Большое число наборов весов $\{w_k, k_s\}$ может удовлетворить ограничения калибровки с учетом выборочных данных \mathbf{X}_s , весов $\{d_k, k_s\}$ выборки и итоговых данных T_x совокупности. Чтобы выбрать “подходящие” наборы весов, нужно рассматривать веса w_k калибровки в качестве модификаций весов d_k выборки, которые окажут на них наименьшее влияние. Это имеет основание, т.к. использование весов d_k придает соответствующей оценочной формуле Н-Т такие необходимые свойства, как отсутствие смещения плана выборки и согласованность (в том смысле, что при увеличении размера выборки оценочная формула сходится по вероятности к правильной цели T_y).

Девиль и Сэрндаль (1992) определили множество оценочных формул калибровки для T_y , где веса w_k выбраны таким образом, что установленные функции расстояния, измеряющие удаленность w_k от d_k , доведены до минимума. Их цель заключается в предельном сокращении

$$E_P \left(\sum_{k \in s} G_k(w_k, d_k) \right)$$

или таком же сокращении по каждой выборке s ,

$$\sum_{k \in s} G_k(w_k, d_k)$$

в случае, если

$$\hat{\mathbf{T}}_{xS} - \mathbf{T}_x = \sum_{k \in s} w_k \mathbf{x}_k - \mathbf{T}_x = \mathbf{0}$$

где

$$G_k(w_k, d_k)$$

является мерой расстояния между w_k и d_k , удовлетворяющей некоторым условиям регулярности, которые будут определены позднее, а EP обозначает математическое ожидание в отношении распределения вероятностей, вызванного планом выборки, который использовался для построения выборки s .

Один из распространенных вариантов для функции расстояний состоит в том, чтобы взять

$$G_k(w_k, d_k) = \frac{(w_k - d_k)^2}{q_k d_k} \quad k \in s$$

для определения некоторых известных постоянных $q_k > 0$, $k \in s$. В этом случае решение имеет вид

$$w_k = d_k \times g_k$$

где

$$g_k = 1 + q_k (\mathbf{T}_x - \hat{\mathbf{T}}_x)' \left(\sum_{i \in s} q_i d_i \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i' \right)^{-1} \mathbf{x}_k$$

С весами w_k итоговую оценочную формулу калибровки для всей переменной y_j обследования можно записать как

$$\hat{T}_{y_j C} = \sum_{k \in S} w_k y_{kj} = \hat{T}_{y_j} + (\mathbf{T}_x - \hat{\mathbf{T}}_x)' \hat{\mathbf{B}}_j$$

где

$$\hat{T}_{y_j} = \sum_{k \in S} d_k y_{kj}$$

является оценочной формулой Н-Т для

$$T_{y_j} = \sum_{k \in U} y_{kj} \quad \text{а}$$

$\hat{\mathbf{B}}_j$

определяется как

$$\hat{\mathbf{B}}_j = \left(\sum_{k \in S} q_k d_k \mathbf{x}_k \mathbf{x}'_k \right)^{-1} \left(\sum_{k \in S} q_k d_k \mathbf{x}_k y_{kj} \right)$$

БИБЛИОГРАФИЯ

- Estevao, V., Hidirolou, M. A. and Särndal, C. E. (1995) Methodological principles for a generalized estimation system at Statistics Canada. (Методологические принципы общей системы оценки в ЦСУ Канады) *J. Off. Stat.* **11** 181-204.
- Neyman, J. (1934) On the two different aspects of the representative method: The method of stratified sampling and the method of purposive selection. (О двух разных аспектах метода репрезентативной выборки: метод стратифицированной выборки и метод целенаправленного отбора) *J. R. Statist. Soc.* **97** 558-606.
- Särndal, C. E, Swensson, B. and Wretman, J. (1992) Model Assisted Survey Sampling. (Построение выборки обследования с помощью моделей) *New York: Springer.*