

Оценка распространенности употребления наркотиков. Использование современных методов моделирования*

Управление Организации Объединенных Наций по наркотикам и преступности

Уважаемые коллеги, предлагаемый Вашему вниманию документ представляет собой Модуль 2 Инструментария Глобальной программы по оценке масштабов злоупотребления наркотиками (ГПО), разработанный при поддержке Управления Организации Объединенных Наций по наркотикам и преступности (UNODC) в рамках деятельности, осуществляемой в контексте ГПО. Сложные способы математического моделирования требуют применения более специфических методов статистического анализа, чем обычные методы оценки на основе множительных коэффициентов — опорных данных и методы двойного охвата. В случае их применения настоятельно рекомендуется обратиться за помощью к опытным статистикам. Кроме того, к этим методам предъявляются более высокие требования с точки зрения сбора данных, будь то стандартные данные или данные, собираемые специально для оценки. Кратко описаны ковариантное моделирование, применяемое в методах двойного охвата, усовершенствованные исследования на основе событий — множительных коэффициентов, усеченное распределение Пуассона, модели обратного расчета и динамическое моделирование.

Ковариантные модели в методах двойного охвата

Кейт Тиллинг разработала новый вариант методики двойного охвата, которая позволяет включать различные переменные признаки (такие, как возраст, пол, место проживания и этническая принадлежность) в процедуру моделирования, с тем чтобы корректировать общую оценку распространенности и получать отдельные оценки по каждому признаку. Эта процедура моделирования позволяет выявлять неоднородность и вносить соответствующие коррективы. Обычно проблема неоднородности решается путем разбиения массива данных на подгруппы и использования отдельных моделей. Но по каждой подгруппе используется больше информации, и этот метод является осуществимым лишь в том случае, если имеется достаточно данных для применения моделей по каждой подгруппе. Ковариантная модель значительно более эффективна, однако процесс моделирования при этом усложняется и требует статистической поддержки (Tilling и Sterne, 1999 г.).

Модели с использованием событий и связанные с ними модели

Simeone с соавторами¹ предложили измененное и усовершенствованное исследование на основе множительных коэффициентов, которое они опробовали в Чикаго и которое используется теперь в одном из приграничных городов Мексики (информацию предоставила Елена Медина-Мора). В рамках этого метода в качестве множительного коэффициента и опорных данных используются «события». Прежде чем приступить к краткому описанию метода, следует рассмотреть различие между получаемыми данными, которые отражают число лиц, употребляющих наркотики, и данными, которые отражают

число повторяющихся событий, т.е. число случаев, когда эти лица (и другие) попадали в сферу обследования. Такими событиями обычно считаются обращения в учреждения или случаи смерти, например данные о неоднократном посещении лечебных учреждений отражают не только общее число лиц, посетивших лечебные учреждения за год, но также число посещений каждым человеком в течение этого года, в то время как некоторые «события», конечно же, являются не повторяющимися по своей природе (например, случаи смерти).

Результаты подсчета людей могут рассматриваться как упрощенная форма данных о событиях, когда применяется не процедура подсчета, а определение, содержащее формулировку «когда-либо/никогда (в течение соответствующего периода)». Если мы хотим получить данные анамнеза жизни или наркотизации потребителей наркотиков, иногда проще подготовить выборку событий, чем выборку людей. Например, если мы производим отбор людей в стационарных условиях, таких, как наркологическая клиника, «события-посещения», достаточно просто представить в виде случайной выборки всех посещений клиники или по крайней мере близкой к этому выборки.

Однако в случае использования выборки людей, даже если мы посчитаем каждого человека только один раз, независимо от общего числа посещений в течение данного периода, мы скорее всего будем опрашивать в основном тех, кто часто посещает лечебное учреждение, а не тех, кто посещает его лишь изредка. Кроме того, некоторые стандартные источники данных содержат сведения лишь о событиях и не могут содержать данные о числе лиц, что следует учитывать, принимая на вооружение этот метод.

В рамках исследования, которое проводилось в Чикаго, в качестве опорных данных использовалось число посещений ночлежек, число тюремных заключений и число обращений за медицинской помощью потребителями героина или крэк-кокаина. В качестве множительных коэффициентов использовались годовые коэффициенты посещения ночлежек, тюремного заключения и обращения

* Продолжение. Начало см. Наркология. — 2009. — № 5—6.

¹ Simeone et al. A plan for estimating the number of «hardcore» drug users in the United States. — Washington: Drug Policy Research Group, Office of National Drug Control Policy, 1997.

за медицинской помощью. Для расчета множительного коэффициента и корректировки опорных данных использовались сведения, полученные путем опроса выборки постояльцев ночлежек, заключенных и лиц, получавших специализированную наркологическую помощь. Чтобы определить, сколько случаев тюремного заключения, посещения ночлежек и обращения за медицинской помощью было связано с потребителями героина и крэк-кокаина, использовались сведения о потреблении наркотиков, сообщенные респондентами, в сочетании с данными анализа волос, который проводился с целью проверки и корректировки сведений, содержащихся в заявлениях.

Для получения «несмещенной» оценки частоты явления использовались усовершенствованные методы статистического анализа и моделирования. Поскольку смещения наблюдаются при любом обследовании, исследователи использовали информацию всех трех обследований для их взаимной корректировки и получения общей оценки частоты явления среди потребителей героина и крэк-кокаина.

Использование стохастических моделей усеченного распределения Пуассона, основанных на данных о количестве событий

Было предложено использовать методы усеченного распределения Пуассона. С помощью этих методов на основе информации о повторяющихся событиях оценивается размер популяции, для которой количество событий равно нулю. Следует иметь в виду, что этот метод, возможно, позволяет эффективнее использовать имеющиеся данные при том, конечно, условии, что подсчет был достаточно точным — для этого обычно требуется, чтобы респондент хорошо помнил все подробности. На самом деле модель усеченного распределения Пуассона является самой простой стохастической моделью, которая используется в этой области.

Ограничительные допущения

Для применения усеченного распределения Пуассона в качестве стохастической модели необходимо сделать ряд допущений, а именно:

- предположить, что повторяющиеся события не зависят от истории событий данного индивидуума, т.е. имеется такая же степень вероятности быть, например, арестованным в любой момент на протяжении всего исследования, независимо от наличия арестов в прошлом;
- предположить, что событие с равной степенью вероятности может произойти с любым из индивидуумов, хотя мы можем несколько ослабить это допущение, если располагаем достаточным количеством индивидуумов с общими характеристиками (но даже в этом случае необходимо включить определенное допущение относительно данных анамнеза жизни членов группы «нулевого посещения», так как если для некоторых индивидуумов вероятность ареста почти равна нулю, результаты их подсчета/оценки с помощью этой процедуры наверняка будут неверными).

Поскольку такие допущения являются необоснованными и их, по сути, невозможно проверить, этот метод оценки численности «скрытых» потребителей наркотиков можно назвать рискованным и, пожалуй, менее привлекательным, чем даже исследование по методу двойного охвата на основе двух источников.

Методы обратного расчета

Метод обратного расчета, разработанный в области эпидемиологии СПИД, основывается на том, что частота конечной стадии соответствующего заболевания (частота СПИД в случае с ВИЧ) и процесс инфицирования, приводящий к конечной стадии, связаны инкубационным периодом от момента инфицирования до начала конечной стадии. Зная два любых из этих трех компонентов, можно рассчитать третий. Обычно распределение инкубационного периода и частоты конечной стадии считаются известными, а процесс инфицирования, приводящий к наблюдаемой частоте заболевания, оценивается. Затем оценка процесса инфицирования используется в сочетании с той же информацией об инкубационном периоде для прогнозирования частоты и распространенности интересующей нас конечной стадии. В примерах, касающихся эпидемиологии злоупотребления наркотиками, конечной стадией наблюдаемого заболевания являлась смерть от передозировки опиатов, при этом тенденции во времени рассчитывались на основе стандартных статистических показателей смертности. Распределение инкубационного периода представляет собой распределение времени между началом и прекращением применения инъекций, при этом прекращение является результатом либо передозировки со смертельным исходом, либо фактического прекращения употребления наркотиков путем инъекций.

Для этого метода требуется значительный объем данных, включая надежные статистические показатели смертности для определения числа смертей в результате передозировки опиатов, данные об уровне смертности среди лиц, употребляющих наркотики путем инъекций, в результате передозировки опиатов или из-за других наркотиков и информацию о прекращении практики употребления наркотиков путем инъекций.

Динамические модели

И, наконец, еще одной стремительно развивающейся областью разработки методов оценки распространенности является область динамического моделирования. В целом, для этого метода требуется большой объем данных, которые можно охарактеризовать как информацию, являющуюся показателем наркотизма, из максимально возможного числа источников. Все эти данные анализируются в рамках одной динамической модели, главная структура которой определяет, каким образом данные в одной временной точке могут привести к данным, наблюдаемым в какой-то последующей временной точке. Эти специальные модели требуют умелой корректировки с учетом конкретных обстоятельств.

Экстраполяция с использованием одной местной оценки

Сначала будет рассмотрен самый простой случай — экстраполяция данных одного района на другой район, и этим другим районом является остальная часть страны.

Хотя в результате местного исследования была получена вполне приемлемая для Нового Южного Уэльса оценка в размере около 37 тыс. постоянных потребителей опиоидов, весьма интересной представлялась также экстраполяция этого вывода на всю Австралию. Это очень просто сделать, если показатель распространенности для штата Новый Южный Уэльс умножить на общую численность населения Австралии. При этом следует исходить из того, что уровень распространенности на 100 тыс. жителей в штате Новый Южный Уэльс является таким же, как в Австралии в целом. Таким образом, с учетом того, что в штате Новый Южный Уэльс проживает около трети населения Австралии, мы приходим к выводу, что в Австралии насчитывается 111 тыс. ($3 \times 37\,000$) лиц, регулярно употребляющих героин.

Проблема с этим подходом заключается в основном в том, что в нем не учитываются потенциальные региональные различия коэффициентов потребления героина, так как он основывается на том допущении, что доля людей, регулярно употребляющих героин в штате Новый Южный Уэльс, является такой же, как и в остальных регионах страны. В то же время хорошо известно, что уровень потребления героина в штате Новый Южный Уэльс, и особенно в Сиднее, всегда был значительно выше, чем в других районах страны. Общенациональные данные о поддерживающем лечении метадонотом и случаях передозировки героина со смертельным исходом неизменно свидетельствуют о том, что около половины всех случаев обращения за метадонотом и половина всех смертельных случаев в результате передозировки героина приходится на штат Новый Южный Уэльс.

Если выбирать одно из двух допущений относительно того, что число лиц, регулярно употребляющих героин, с географической точки зрения, пропорционально размеру населения в целом или числу зарегистрированных случаев передозировки героина, то второе допущение, безусловно, будет более предпочтительным, так как эта связь более специфична. В первом случае допускается, что, с географической точки зрения, постоянной величиной является распространенность употребления, а во втором — коэффициент передозировки со смертельным исходом.

Поэтому для оценки числа лиц, страдающих зависимостью от героина во всей Австралии, мы использовали множительный коэффициент (2,0). В результате число лиц, страдающих героинозой, зависимостью в

Австралии в целом, составило $2 \times 37\,000 = 74$ тыс. чел. Затем этот показатель использовался для расчета коэффициента распространенности среди населения в возрасте от 15 до 54 лет, которое почти полностью входило в группу риска передозировки со смертельным исходом. Таким образом, показателю величиной 74 тыс. чел. соответствует коэффициент 6,9 (на 1000 чел. в возрасте 15—54 лет).

Тематическое исследование 10.

Экстраполяция в рамках исследования

в штате Новый Южный Уэльс.

Простая экстраполяция одной оценки

с показателем числа лиц, употребляющих наркотики

Даже этот простой пример позволяет выделить ряд чрезвычайно важных моментов.

Во-первых, сразу обращает на себя внимание тот факт, что исследователи отказались от мысли просто перенести коэффициент распространенности злоупотребления наркотиками в Новом Южном Уэльсе (обозначается как «опорная точка») на остальную часть страны (иногда обозначается как «обследуемый» район), где он неизвестен.

В каких случаях региональный коэффициент распространенности можно рассматривать так же, как национальный коэффициент или коэффициент для другого района?

С учетом многих факторов, таких, как неоднородность социальных структур и демографических показателей, степень урбанизации и близость к маршрутам поставок наркотиков, предположение о том, что один район похож на другой, представляется слишком упрощенным. Вместо этого с целью экстраполяции в рамках исследования использовался обычный показатель злоупотребления наркотиками.

В табл. 10 представлен пример возможной структуры данных. В опорном районе известны общая численность населения, общее число смертельных случаев из-за передозировки и общее число потребителей наркотиков, что позволяет рассчитать коэффициент распространенности — например, на 100 тыс. чел. взрослого населения — смертных случаев от передозировки (показатель) и злоупотребления наркотиками. В обследуемом районе мы располагаем информацией, которая позволяет рассчитать требуемый показатель, т.е. коэффициент смертности из-за передозировки на 100 тыс. чел. взрослого населения, но при этом необходимо оценить коэффициент распространенности злоупотребления наркотиками.

Формально необходимо сделать следующее:

1) рассчитать коэффициент распространенности показателей наркотизма для опорного района и обследуемого района;

Структура данных для экстраполяции известных уровней распространенности наркотизма в опорном районе на обследуемые районы, где они неизвестны

Наименование	Население (численность)	Показатель злоупотребления наркотиками (смертные случаи от передозировки)		Распространенность злоупотребления наркотиками	
		(численность)	(коэффициент)	(коэффициент)	(численность)
Опорная точка: Новый Южный Уэльс	Известна	Известна	Расчетный (а)	Расчетный (с)	Известна
Обследуемый район: Остальная часть страны	Известна	Известна	Расчетный (b)	Неизвестен (d)	Неизвестна
Итого	—	—	—	—	—

2) рассчитать коэффициент распространенности злоупотребления наркотиками для опорного района;

3) экстраполировать показатель опорного района на обследуемый район, исходя из предположения, что отношение уровня злоупотребления наркотиками и показателя остается неизменным для опорного и обследуемого районов;

4) рассчитать, если это целесообразно, фактическое число лиц, злоупотребляющих наркотиками, исходя из известного коэффициента злоупотребления наркотиками в обследуемом районе;

5) рассчитать общие коэффициенты распространенности, если это необходимо, сначала сложив расчетные количества потребителей наркотиков по каждому району, затем сложив показатели общей численности населения и, наконец, рассчитав отношение между ними.

Произведенные таким образом расчеты будут совпадать с расчетами, которые производились в рамках тематического исследования 10; они показывают также используемое допущение и позволяют обобщать процедуру различными способами, о чем сообщается во втором и третьем пунктах, ниже.

Во-вторых, очевидно, что, хотя в нашем случае использовался лишь один обследуемый район, в нижней части табл. 10 вполне можно перечислить несколько обследуемых районов при условии наличия информации, служащей показателями злоупотребления наркотиками, и получить различные оценки по каждой территории Австралии.

При наличии показателей наркотизма и информации о злоупотреблении наркотиками в верхнюю часть таблицы можно также включить еще несколько опорных точек для более широкого обоснования связи между распространенностью злоупотребления наркотиками и распространенностью смертных случаев из-за передозировки. Тогда возникает новый вопрос: как совместить информацию, полученную в результате добавления нескольких опорных точек. В этом случае мы имеем дело со стандартной задачей статистического регрессионного анализа, которую легко ре-

шить с помощью любой соответствующей компьютерной программы. В принципе, среднее отношение между двумя коэффициентами устанавливается для всех опорных точек, исходя из предположения, что во всех этих точках сохраняется одно и то же отношение.

В тематическом исследовании 10 приведенные в качестве примера расчеты существенно упрощаются, поскольку имеется только одна опорная и одна обследуемая точка.

В-третьих, очевидно, что используемый в этих расчетах показатель злоупотребления наркотиками является неспецифическим, т.е. подойдет любой показатель, независимо от того, как он был получен, при условии, что он имеет непосредственное отношение к злоупотреблению наркотиками и его связь со злоупотреблением наркотиками во всех опорных и обследуемых точках является постоянной или единообразной и что существует информация для единообразного и параллельного расчета этого показателя по всем опорным и обследуемым точкам.

Наконец, если для одного района, который может быть использован в качестве опорного, имеется несколько разных оценок распространенности, полученных в результате нескольких разных местных исследований, можно без труда включить каждую оценку коэффициента распространенности в табл. 10 в качестве отдельной опорной точки.

Прежде чем двигаться дальше, следует отметить, что, если используется более одной опорной точки в рамках регрессионного анализа, необходимо учитывать некоторые технические и статистические соображения. Эти соображения заключаются в следующем:

- следует ли использовать регрессию Пуассона, которая широко применяется при анализе коэффициента частотности и распространенности, или использовать анализ простой линейной регрессии; в последнем случае необходимо определить, будут ли использоваться в качестве данных сами коэффициенты или логарифмически преобразованные данные;
- можно ли установить весовой коэффициент для разных опорных точек, отражающий надежность

оценки распространенности злоупотребления наркотиками, которая служит исходной информацией для экстраполяции;

- являются ли соотношения между показателем наркотизма и коэффициентами распространенности злоупотребления наркотиками одинаковыми во всех точках получения данных, не слишком ли существенно отличаются некоторые из них и не следует ли их исключить и как это можно проверить. Это касается сходства не только между опорными точками, но и между опорными и обследуемыми точками — если некоторые обследуемые районы очень существенно выделяются по уровню наркотизма, результат экстраполяции может быть ненадежным или недействительным;

- является ли обоснованным допущение о наличии взаимосвязи между этими двумя коэффициентами распространенности, является ли оно достаточно веским, чтобы его можно было использовать в рамках регрессионного анализа, и как это можно проверить, предполагая такими данными.

В идеале эти вопросы следует обсуждать с опытным статистиком, и обычно их можно решить при участии такого специалиста.

Экстраполяция с использованием нескольких показателей наркотизма

Можно добавить еще одно обобщение к описываемому методу экстраполяции с помощью регрессионного анализа, в котором подчеркивается роль значения величины показателя наркотизма, использовавшегося в этом примере. Описываемый в этом разделе расширенный метод называют по-разному: обычно его называют методом *синтетической оценки* или *множественных показателей*, а иногда обозначают более специальным термином *регрессия основных компонентов*. Идея заключается в том, чтобы использовать различные показатели наркотизма, имеющиеся в опорных и обследуемых районах, с целью повышения степени предсказуемости распространенности злоупотребления наркотиками в обследуемых районах.

В рассматриваемом ниже тематическом исследовании 11 используются такие показатели, как производимые полицией изъятия наркотиков, количество обвинительных приговоров, связанных с наркотиками, количество обращений за наркологической помощью, результаты анализов на ВИЧ среди лиц, употребляющих наркотики путем инъекций, и количество смертных случаев, связанных с наркотиками. Все эти показатели представлены в расчете на 100 тыс. чел. всего (взрослого) населения, и они имеют по всем опорным и обследуемым точкам. Читателю, знакомому с методами регрессионного анализа, это сразу представляется как простое прогнозирование

коэффициента распространенности злоупотребления наркотиками с помощью уравнения множественной регрессии, включающего в себя 5 разных независимых переменных, — такой подход уместен для тех случаев, когда массив данных содержит большое число опорных точек. Однако, как правило, при проведении такого рода косвенной оценки количество опорных точек очень ограничено, вследствие чего прогноз на основе множественной регрессии крайне неустойчив, и поэтому требуется скорректированная методика регрессионного анализа.

Поскольку все показатели наркотизма, как представляется, непосредственно связаны с центральным индексом «злоупотребления наркотиками», отдельные показатели объединяются в единый «индекс» показателей по всем точкам получения данных, в результате чего, как представляется, образуется неплохой сводный набор показателей. Это достигается путем анализа основных компонентов, который предназначен именно для того, чтобы готовить полноценный единый сводный индекс набора показателей. Затем этот индекс используется в качестве предиктора в рамках регрессионного анализа, призванного установить связь с коэффициентами распространенности злоупотребления наркотиками, основанными на данных лишь от нескольких опорных точек, что позволяет получать более надежные прогнозы в отношении обследуемых районов.

Тематическое исследование 11.

Экстраполяция в рамках исследования в Соединенном Королевстве с использованием множественных показателей.

(Экстраполяция с использованием множества опорных точек)

Используемые в этом исследовании данные отражены в табл. 11, при этом 4 опорные точки, по которым имеются некоторые сведения о коэффициентах проблемного употребления наркотиков, предполагается использовать для экстраполяции на 7 обследуемых точек, разбросанных по всему Соединенному Королевству. Следует иметь в виду, что сами опорные точки также разбросаны по всей стране.

Цели

Европейский центр мониторинга наркотиков и наркомании (ЕЦМНН) подготовил методические указания относительно проведения оценки распространенности наркотизма на национальном уровне. В этом документе предлагаются методы оценки распространенности наркотизма в Соединенном Королевстве и содержатся замечания относительно предлагаемых методов и итоговых оценок. Для оценки распространенности использовалось три типа мето-

дов: метод множественных показателей, метод множительных коэффициентов, применяемых к учетным данным наркологических учреждений, оценкам распространенности ВИЧ и статистике смертности, и британские/шотландские обследования проблемы преступности. В настоящем случае рассматривается лишь метод множественных показателей.

Определения

Определение «проблемного» употребления наркотиков в настоящем исследовании согласуется с определением, использовавшимся рабочей группой ЕЦМНН, которое формулируется как *внутривенное употребление наркотиков или длительное/регулярное употребление опиатов, кокаина и/или амфетаминов. Употребление «экстази» и каннабиса не включается в это понятие. Это определение подходит для исследований, проводимых на основе обычных источников, в которых, как правило, отсутствует подробная информация о характере употребления наркотиков. Было бы неразумно, например, предлагать использовать определение лекарственной зависимости из последнего издания Международной классификации болезней (МКБ-10), которое содержит, в частности, формулировку комплекс поведенческих, когнитивных и физиологических явлений, развивающихся после неоднократного употребления вещества.*

Метод: многомерный показатель проблемного употребления наркотиков

Цель этого метода заключается в оценке числа проблемных потребителей наркотиков среди общей массы населения путем совмещения информации о распространенности, которая имеется лишь по некоторым районам (калибровочные выборки, или «опорные точки»), с «показателями» или «предикторами» употребления наркотиков, которые имеются по всем районам (Мариани и другие, 1994 г.). Впервые этот метод был использован в Соединенных Штатах (Вудворд и другие, 1984 г.), и он был подробно описан в других публикациях (Викенс, 1993 г.).

Ключевое допущение этого метода заключается в том, что соотношение между распространенностью (зависимая переменная) и предикторами (независимые переменные) в калибровочной выборке может переноситься на любые другие районы. Другое допущение состоит в том, что показатели наркотизма основываются лишь на одном факторе и для получения главного фактора, который объясняет наибольшую степень отклонений в показателях, может быть использован анализ основных компонентов.

Ниже представлено краткое описание этапов процесса анализа данных по Соединенному Королевству.

Этап 1. Позволил получить набор показателей или предикторов распространенности проблемного употребления наркотиков, которые были доступны по всем географическим районам страны. Соединенное Королевство было разделено на 11 регионов: региональные органы здравоохранения Англии (1—8), Уэльса (9) и Шотландии, разделенной на Стратклайд (10) и остальную часть Шотландии (11). При этом использовался прагматический подход, отражающий наличие требуемых данных.

Этап 2. На основе данных переписи населения были получены общие сведения о населении по каждому из 11 географических районов.

Этап 3. По всем районам Соединенного Королевства, в которых осуществлялся проект, были получены следующие переменные показатели злоупотребления наркотиками за предыдущий год:

- 1) число обвинительных приговоров по преступлениям, связанным с наркотиками;
- 2) число изъятий контролируемых наркотиков;
- 3) число лиц, проходивших лечение в связи со злоупотреблением наркотиками, согласно региональным базам данных о злоупотреблении наркотиками;
- 4) число случаев инфицирования ВИЧ в результате употребления наркотиков путем инъекций;
- 5) число смертных случаев, связанных с наркотиками.

Кроме того, использовались имеющиеся оценки распространенности злоупотребления наркотиками по четырем регионам: Северная Темза, Западный Мидленд, Уэльс и Стратклайд в Шотландии. Они использовались в качестве четырех опорных точек для экстраполяции. Эти данные и источники оценок отражены в табл. 11.

Этап 4. На следующем этапе происходит преобразование каждой переменной от А до Е и каждого показателя злоупотребления наркотиками в опорной точке в коэффициент в расчете на 100 тыс. чел.

Этап 5. Методом анализа основных компонентов и значения коэффициентов по пяти показателям получаем показатель злоупотребления наркотиками по каждому географическому району. Проведенная проверка результатов анализа преследовала цель убедиться в том, что полученный индекс отражает достаточную степень межрегиональной вариации переменных показателей (в данном случае свыше 45%), и определить, не требуется ли второй индекс. Первый компонент характеризовался высокой степенью корреляции с основными показателями: числом обвинительных приговоров (0,049), числом изъятий (0,842), числом лиц, проходивших лечение (0,789), числом инфицированных ВИЧ (0,147) и числом смертных случаев (0,864). При этом компонент 2 (не использовавшийся в этом анализе) более тесно

Показатели злоупотребления наркотиками по 11 регионам Соединенного Королевства и сведения о злоупотреблении наркотиками по четырем опорным регионам

Регионы	Численность населения	Показатели употребления наркотиков (см. легенду)					Число наблюдений употребления наркотиков
		A	B	C	D	E	
Англия	47 055 204	83 533	92 095	51 850	788	2371	44 410 13 130
Северная Темза ^a	7 190 479	17 696	21 168	7842	334	352	
Западный Мидленд ^b	5 150 246	7125	5398	4322	26	193	
Северный и Йоркшир	6 600 626	11 356	13 285	9722	37	344	
Трент	4 606 495	6451	7010	3580	67	207	
Англия и Оксфорд	4 521 912	3761	4183	3762	79	216	
Южная Темза	6 579 403	13 987	16 530	7774	122	346	
Юго-Запад	6 131 705	10 600	12 717	5890	60	311	
Северо-Запад	6 274 338	12 557	11 804	8958	63	402	
Уэльс	2 835 073	6110	5870	2282	14	139	8357
Весь Уэльс ^c	2 835 073	6110	5870	2282	14	139	
Шотландия	5 134 105	3008	13 452	8614	687 267		18 000
Стратклайд ^d	2 283 671	943	7989	4331	97	127	
Остальная территория Шотландии	2 850 434	2065	5463	4283	590	140	
Соединенное Королевство	55 024 382	92 651	111 417	62 746	1489	2777	

Примечания. А — число обвинительных приговоров по преступлениям, связанным с наркотиками, 1996 г.; В — число изъятий контролируемых наркотиков, 1996 г.; С — число лиц, проходивших лечение в связи со злоупотреблением наркотиками, в Англии и Уэльсе (региональные базы данных о злоупотреблении наркотиками, октябрь 1996 г. — март 1997 г.), а также в Шотландии (апрель 1995 г. — март 1996 г.); D — число случаев инфицирования ВИЧ в связи с употреблением наркотиков путем инъекций в Англии и Уэльсе (1996 г.) и в Шотландии (1995 г.); E — число смертных случаев, связанных с наркотиками, в Соединенном Королевстве, 1995 г.; ^a — демографическое обследование: употребление наркотиков путем инъекций когда-либо в прошлом (1991 г.); ^b — компьютерные учетные данные врачей общего профиля: экстраполяция данных о больных с диагнозом «злоупотребление наркотиками/наркотическая зависимость» (1996 г.); ^c — обследование «серьезных потребителей наркотиков» методом двойного охвата (1994 г.); ^d — прогнозирование с помощью компьютеризированной программы оценки распространенности наркотизма.

связан с показателями числа обвинительных приговоров и лиц, инфицированных ВИЧ.

Этап 6. В заключение использовался метод регрессионного анализа данных в опорных точках (на основе индекса расчетных показателей производилась регрессия известного коэффициента распространенности злоупотребления наркотиками); затем эта регрессионная модель используется для прогнозирования расчетного коэффициента распространенности злоупотребления наркотиками в каждом из семи обследуемых районов. После этого показатель распространенности преобразуется в оценку числа лиц, злоупотребляющих наркотиками, в каждом регионе.

В табл. 12 представлены данные для метода множественных показателей. Следует обратить внимание на два технических момента в этом примере. Во-первых, как показывает первоначальный анализ данных, служащих показателями наркотизма по 11 точкам сбора данных, число обвинительных приговоров, связанных с наркотиками, не согласуется со всеми другими показателями наркотизма главным образом вследствие необычайно низкой доли обвинительных приговоров в обоих районах Шотландии.

Это вполне вероятная ситуация, поскольку в условиях большого количества обвинительных приговоров может наблюдаться сокращение числа официально регистрируемых случаев употребления наркотиков, однако при этом возможно использование альтернативных методов анализа. Можно, в частности, просто исключить показатель числа обвинительных приговоров и использовать анализ основных компонентов для получения единого индекса остальных четырех согласующихся между собой показателей, а в остальном использовать прежнюю процедуру. В этом случае в табл. 12 будет включен индекс, полученный лишь на основе четырех показателей.

Однако в опубликованной работе рассматривается более сложный метод, предусматривающий определение двух сводных индексов на основе набора из пяти переменных с использованием анализа основных компонентов, требующего получения двух косвенно связанных компонентов, один из которых в основном охватывает «обвинительные приговоры», а другой — «лечение». Будет ли в рамках регрессионного анализа использоваться один индекс или оба, не принципи-

Данные по Соединенному Королевству и оценки распространенности, подготовленные на основе имеющихся множественных показателей, 1996 г.

Регион	Численность населения	Индекс показателей	Расчетный коэффициент наркотизма по данным наблюдений (%)	Экстраполированный коэффициент наркотизма (%)	Экстраполированное число потребителей наркотиков
Англия					(225 358)
Северная Темза ^a	7 190 479	57	0,618	0,573	41 213
Западный Мидленд ^b	5 150 246	19	0,255	0,187	9643
Северный Йоркшир	6 600 626	56		0,557	36 786
Трент	4 606 495	31		0,313	14 410
Англия и Оксфорд	4 521 912	28		0,279	12 600
Южная Темза	6 579 403	58		0,581	38 234
Юго-Запад	6 131 705	47		0,473	28 997
Северо-Запад	6 274 338	69		0,693	43 475
Уэльс					(12 629)
Весь Уэльс ^c	2 835 073	45	0,295	0,445	12 629
Шотландия					(30 221)
Стратклайд ^d	2 283 671	75	0,788	0,749	17 110
Остальная территория Шотландии	2 850 434	46		0,460	13 111
Соединенное Королевство					(268 208)
Примечания. Показатели в скобках являются итоговыми; ^a — демографическое обследование: те, кто когда-либо употреблял наркотики путем инъекций (1991 г.); ^b — файлы практикующих врачей: экстраполяция результатов диагнозов наркома-нии/наркотической зависимости (1996 г.); ^c — исследование «серьезных случаев употребления наркотиков» по методу двойно-го охвата (1994 г.); ^d — результаты прогнозов, составленных с помощью компьютерной программы оценки распространности наркотиков					

ально, однако, располагая для анализа лишь четыре-мя опорными точками, возможно, целесообразнее использовать лишь один индекс — пример такого исследования приводится в табл. 12. Так уж получилось, что применительно к этому набору данных общие результаты экстраполяции почти не меняются, независимо от того, какой из этих двух подходов будет применяться.

Нелишне еще раз подчеркнуть, что такие усложненные базовые процедуры не следует применять без помощи опытного статистика.

Во-вторых, можно прямо сопоставить экстраполированные (спрогнозированные) значения оценки распространенности наркотизма, вытекающие из регрессионной модели, по самим опорным точкам, с фактическими данными, получаемыми в этих точках. Этот метод позволяет провести дополнительную проверку того, насколько четко регрессионная модель определяет соотношение между злоупотреблением и показателями, и обычно называется *остаточным исследованием*. Исследователи указывают, что в данном исследовании значение коэффициента распространенности наблюдаемого злоупотребления наркотиками в Уэльсе не очень хорошо согласуется с моделью, и, поскольку оно составляет четверть показателя в опор-

ной точке, это должно послужить основанием для осторожного толкования полученных результатов.

Исследование остатков должно быть неотъемлемым элементом любой экстраполяции данных.

Ограничения

Этот метод основывается на том допущении, что ненаблюдаемая распространенность согласуется с наблюдаемыми показателями и что связь между показателями и опорными точками является аналогичной в других районах. Однако это допущение и полученные результаты могут оказаться недействительными из-за других факторов, также влияющих на эти показатели. К этим факторам относятся:

1) число потребителей наркотиков, проходящих лечение, может быть ограничено возможностями лечебных учреждений или зависеть от степени полноты представляемой информации, которая может существенно различаться в пределах страны;

2) уровень правоохранительной деятельности и внимание, уделяемое преступлениям, связанным с наркотиками, могут быть неодинаковыми в пределах страны;

3) распространенность инфицирования ВИЧ среди лиц, употребляющих наркотики путем инъекций, зависит от региона;

4) сведения должны представляться с географической разбивкой по месту жительства, в то время как некоторые данные (например, полицейская статистика) представляются с разбивкой по районам их представления.

Решающее значение имеют надежность и действительность оценок в опорных точках.

Для исследования по Соединенному Королевству были использованы 4 опорные точки, данные по которым были получены различными методами, основанными на разных допущениях, которые невозможно было оценить. Кроме того, лишь две из четырех оценок относились к тому же периоду, что и показатели (1996 г.).

Один из ключевых выводов этого исследования заключается в региональной вариации оценок проблемного употребления наркотиков, которые были получены методом множественных показателей. Оценки колеблются в пределах от 19 потребителей наркотиков на 1 тыс. чел. в Западном Мидленде до 75 потребителей наркотиков на 1 тыс. чел. в Стратклайде (табл. 12). Анализируя эту информацию, следует помнить о том, что оценки основываются на имеющихся опорных точках, в которых могут быть представлены разные формы проблемного употребления наркотиков. В двух районах (Западном Мидленде и Уэльсе) наблюдаемая распространенность в опорной точке и прогнозируемые значения распространенности, подготовленные на основе модели множественных показателей, существенно различаются.

Выводы

Из всех методов, использовавшихся в экспериментальном исследовании, метод множественных показателей дал самую высокую в числовом выражении, но при этом, пожалуй, наиболее достоверную оценку проблемного употребления наркотиков в Соединенном Королевстве. Этот метод является эффективным с точки зрения затрат, поскольку не требует сбора новых данных, если только не требуется проведение отдельных исследований для оценки новых опорных точек. Единственная проблема, возникшая в ходе исследования, была связана с получением данных из различных правительственных и других ведомств. Субнациональные оценки были подготовлены по данным региональных органов здравоохранения, поскольку получить данные по менее крупным и более специфичным группам населения Соединенного Королевства не представлялось возможным (в сроки, отведенные для исследования). Региональные органы здравоохранения охватывают крупные разнородные группы населения как в сельских, так и городских районах, что сглаживает географические различия. В будущем следует изыскать другие пути выделения групп населения с целью выявления географических различий (например, для разделения населения внутреннего Лондона и внешнего Лондона от Региональ-

ного управления здравоохранения Темзы) и выделения оценок по другим крупным городам, таким, как Ливерпуль, Манчестер и Бирмингем.

В заключение в этом исследовании делается вывод о том, что возможно применение более дифференцированного подхода к проблеме злоупотребления наркотиками, хотя получение данных с более детализированной разбивкой по демографическим характеристикам потребует большого объема работы.

В опубликованном примере используется 7 обследуемых точек и 4 опорные точки. Хотя для Шотландии и Англии необходимо указать промежуточные итоговые значения, в рамках анализа основных компонентов следует использовать лишь данные по 11 районам, исключая какие-либо промежуточные итоговые значения по этим районам.

Вся информация, используемая в опубликованном исследовании, представлена в виде коэффициентов в расчете на 100 тыс. жителей каждого района (для анализа неважно, представлена ли информация в расчете на 100 тыс., 1 тыс. или 100 чел., при условии, что она представляет коэффициент, а не количество в абсолютном выражении), и в исследовании используются непосредственно коэффициенты. Вместо этого можно использовать логарифмически преобразованные коэффициенты. Хотя в данном примере это почти никак не отражается на экстраполированных величинах, при анализе коэффициентов зачастую целесообразнее с самого начала работать с логарифмически преобразованными данными, особенно если коэффициенты охватывают широкий диапазон значений. Наконец, вследствие применения этого метода оценки коэффициентов проблемного употребления наркотиков имеют значения выше нуля и равные нулю (т.е. являются технически правдоподобными).

Допущения

В заключение следует отметить, что применение синтетической оценки (или оценки множественных показателей) на практике может иметь множество нюансов в зависимости от характера имеющихся данных и целей, которые преследует данная оценка. Например, поскольку в рамках анализа используются лишь коэффициенты распространенности, они могут быть положены в основу экстраполяции, если в процессе их получения не были известны соответствующие абсолютные значения. Тем не менее, нижеследующие основные допущения являются совершенно очевидными во всех возможных вариантах:

1) анализ должен основываться на коэффициентах распространенности показателей и проблемного употребления наркотиков;

2) предполагается, что между этой распространенностью и набором показателей сохраняется устойчивая взаимосвязь и из этого следует также, что по-

казатели определяются и рассчитываются аналогичным образом во всех точках сбора данных;

3) экстраполяция является менее реалистичной и надежной, если некоторые точки сбора данных не укладываются в эту предполагаемую связь;

4) экстраполяция зависит от формы используемой регрессионной модели (пуассоновская, линейная, логарифмически преобразованная);

5) экстраполяция менее надежна, а получаемые прогнозы менее правдоподобны, когда используется более одного показателя, если только не существует множество опорных точек (на практике применяется правило «не менее трех опорных точек на каждый используемый индекс»);

6) для обеспечения анализа основных компонентов требуется достаточное количество точек сбора данных (на практике применяется эмпирическое правило «по крайней мере, в 2—3 раза больше, чем значение показателя»).

Точность оценок уровней распространенности

Косвенные методы оценки могут быть очень неточными. Поэтому важно каким-то образом оценить степень точности получаемых результатов. Статистики обычно проводят различие между надежностью и смещением. «Надежным» считается метод, который приносит те же результаты в случае его неоднократного и неизменного применения на той же группе населения. Результаты считаются надежными, если любые небольшие расхождения в разных случаях можно объяснить случайностью, т.е. поскольку в разные выборки, представляющие население в целом, выбирают разных лиц, и хотя выборки являются представительными для населения в целом, входящие в эти выборки лица могут случайно незначительно различаться. Наличие «смещения» означает, что независимо от степени надежности метода, всегда будет сохраняться тенденция к расхождению между получаемым результатом и истинной величиной. Степень смещения, возникающего вследствие нарушения предусмотренных методом допущений в реальных условиях проведения исследования, зависит от «робастности» метода, т.е. от того, насколько устойчивым является метод оценки при анализе ситуаций, на которые он не был рассчитан.

С одной стороны, надежность определяется характером самого метода оценки, но она в значительной степени зависит также от масштабов исследования — небольшие исследования обычно менее надежны, чем более крупные исследования. В случае применения косвенных методов оценки о степени надежности оценки коэффициента распространенности достаточно ясно свидетельствует отношение расчетного числа лиц, злоупотребляющих наркотиками, к числу зарегистрированных лиц, злоупотребляющих

наркотиками, которое было использовано в процессе подготовки оценки. В каждом конкретном случае методы, основанные на этом общем правиле наилучшего на данный момент варианта, конечно же, могут различаться, при этом могут возникать какие-то другие смежные факторы. Например, в рамках исследований, основанных на использовании множительных коэффициентов смертности, число смертей, как правило, умножается на 100 или больше, и такие исследования, как правило, являются менее надежными, чем основанные на множительных коэффициентах исследований, в рамках которых используются более общие базисные данные и более низкие множительные коэффициенты. Кроме того, чем больше данных и частичных совпадений между источниками данных обнаруживается в исследованиях по методу двойного охвата, тем более робастной является оценка при том, естественно, условии, что это исследование не является «смещенным».

Однако в том, что касается смещения, соображения носят иной характер. Изменение масштабов исследования почти никак не влияет на искажения оценок, полученных данным методом. Поэтому большинство широко используемых методов разрабатывались таким образом, чтобы давать несмещенные результаты при условии их правильного применения. Смещение возникает вследствие несоблюдения правил надлежащей практики применения процедур исследования, а также вследствие бесконтрольного нарушения допущений, на которых основывается статистический анализ. Вопросы надлежащей практики применения научно-исследовательских методов рассматриваются в двух последующих разделах руководства. Вопросы нарушения допущений, лежащих в основе анализа, рассматриваются в разделе «Робастность оценок распространенности», ниже. Вопросы использования формальных статистических процедур для определения доверительных интервалов оценки распространенности описываются также ниже.

Доверительные интервалы из теории статистики

Оценка доверительного интервала (ДИ) дает диапазон значений, в котором может находиться истинное значение (фактическая распространенность явления среди населения). Этот весьма наглядный метод определения надежности (очевидно, что чем шире интервал, тем менее точной является оценка) дает представление лишь о вариации элементов выборки (случайных отклонениях оценки от истинного значения). Для определения доверительных полос значений вокруг точечных оценок распространенности, получаемых большинством статистических методов, используются стандартные формулы; соответствующая компьютерная

программа выдаст их без всякого труда. Доверительный интервал может быть выражен через абсолютное число лиц, злоупотребляющих наркотиками (например, 12 000—27 000), или через множитель, применяемый в отношении оценки (например, 18 000 с точностью до множителя 1). Следует иметь в виду, что достоверность расчетов доверительного интервала зависит от обоснованности допущений, используемых в анализе и что доверительный интервал отражает лишь вариацию элементов выборки, а не смещение.

По этой причине и с учетом того, что в процессе применения косвенных методов оценки распространенности может возникать множество смещений, определение *доверительный интервал* является менее значимым, чем использование комплексных методов или сопоставление оценки распространенности с другими показателями.

Доверительные интервалы метода множительных коэффициентов/опорных данных

Произвести расчеты доверительного интервала в отношении оценки распространенности, полученной методами множительных коэффициентов, несложно, если оценка рассматривается в качестве процедуры пуассоновской (логарифмически прямо пропорциональной) регрессии. С помощью компьютерной программы расчета оценки доверительного интервала можно получить автоматически. В целом, при оценке числа лиц, злоупотребляющих наркотиками, в стране или регионе доверительный интервал (выраженный через показатель) указывает на то, что оценка становится менее надежной по мере возрастания величины множительного коэффициента, ненадежность которого при этом также возрастает. Степень ненадежности расчетов самого множительного коэффициента можно грубо определить по размерам выборочного исследования, в результате которого был получен множительный коэффициент: чем больше, тем лучше.

Информацию, требуемую для расчета доверительного интервала, можно получить далеко не всегда, и он приводится лишь в некоторых исследованиях, основанных на множительных коэффициентах — опорных данных. Однако это не такой уж серьезный недостаток, поскольку имеются и более значительные формы неопределенности в оценке, чем вариация элементов выборки, о чем говорится в разделе «Робастность оценок распространенности», ниже.

Доверительные интервалы метода двойного охвата

Для исследований по методу двойного охвата доверительный интервал можно легко рассчитать для модели любой сложности с помощью программного обеспечения, которое используется для подгонки этой

модели. Бишоп и другие приводят уравнения для расчета доверительного интервала вручную. Доверительные интервалы можно также рассчитать, используя подходы, основанные на определении «вероятностного интервала» или на «критерии согласия», при которых значения верхнего и нижнего пределов доверительного интервала определяют методом проб и ошибок, установив ближайшие значения для «не находившейся под наблюдением» группы, разница между которыми составляет 3,84 (95%) с точностью до множителя G2, что является показателем степени соответствия модели. Более подробную информацию об этом методе см. в работе Хука и Ригала (1995 г.). При проведении оценки методом повторного отлова статистические значения неопределенности возрастают в случае небольшого размера выборки в точках отлова, небольшой доли и количества соответствий между источниками данных и сложности модели, которая требуется для описания данных.

Следует еще раз отметить, что доверительный интервал не определяет степень пригодности модели и поэтому является не единственным фактором, который следует учитывать при определении степени точности оценки как мерила истинного размера соответствующей популяции.

Доверительные интервалы в отношении любой оценки обычно можно рассчитать аналитическими методами, о чем сообщается в настоящем разделе, либо, как это часто бывает, методами моделирования данных, которые предусматривают меньше допущений, чем аналитические методы. Хотя теоретически можно применять методы моделирования Монте-Карло и другие методы оценки степени надежности на основе имеющихся данных, на практике это происходит редко. Общие методы, основанные на обработке имеющихся данных, такие, как оценка с параметрической компенсацией погрешностей и оценка по методу расщепления выборки, являются надежными, но не всегда достаточно эффективными методами оценки надежности. В целом эти методы являются чрезвычайно трудоемкими и требуют так много работы, что выполнение самого анализа составляет лишь малую долю прилагаемых усилий. Поэтому эти методы используют чрезвычайно редко, а если это происходит, обязательно требуется помощь специалиста в разработке программы.

Робастность оценок распространенности

Стандартные методы обследования, применяемые для расчета доверительных интервалов, зависят от степени справедливости допущений любых используемых косвенных методов оценки. Однако важнейшим вопросом является не вариация элементов выборки, а

робастность, и основные проблемы связаны с отступлением от допущений.

Значительно выше вероятность того, что ошибки в итоговых исчислениях в основном связаны не просто с вариацией элементов выборки в традиционном статистическом смысле, а с несоответствием условий принятым допущениям. Эти несоответствия, как правило, являются причиной смещения результатов, которые иногда могут быть существенно искажены, и возникающую в результате этого проблему неточности процедур оценки невозможно устранить стандартными методами оценки доверительного интервала.

По традиции законы статистики редко используются в рамках методов множительных коэффициентов — опорных данных для определения доверительных интервалов.

Вместо этого верхнюю и нижнюю оценку распространенности получают путем изменения множительного коэффициента или опорного показателя на основе имеющейся информации об их неточности. Например, Хартнол и др. (1985 г.) брали множительный коэффициент смертности за 100 единиц (исходя из предположения, что коэффициент смертности составляет 1%), а затем повторили расчеты с множительным коэффициентом, составлявшим 50 единиц (исходя из предположения, что коэффициент смертности составляет 2%). Получаемый в результате диапазон оценок никак не связан с принципами доверительных интервалов, но вместо этого совершенно неформальным образом отражает неточность используемой информации.

С учетом числа допущений, на которых основывается метод двойного охвата, и возможности нарушений всегда сохраняется вероятность того, что используемая в рамках анализа модель будет неверной, несмотря на все усилия исследователя, и поэтому оценку нельзя считать истинным отражением степени распространенности. В соответствующих разделах, касающихся этого метода, был выделен ряд конкретных допущений, которые создают трудности, например:

- опасность использования лишь двухэтапной процедуры двойного охвата;
- обязательное допущение, что, по крайней мере, одно взаимодействие (самого высокого порядка) является недействительным.

В статистической литературе описан также стандартный критерий проверки фактической пригодности логарифмически прямо пропорциональной пуассоновской модели для описания данных (критерий Прегибона).

Мало выполнено формальных работ, в которых четко определялась бы степень зависимости этих раз-

нообразных косвенных методов оценки от нарушений установленных допущений, однако общее мнение сводится к тому, что при неблагоприятных обстоятельствах результаты оценки могут оказаться совершенно неверными. Поэтому обычно для решения этого вопроса применяется чрезвычайно простой подход, который заключается в определении конкорданции и сходимости результатов оценки, полученных разными косвенными методами. В целом точность этих подходов определяется лишь степенью сходимости их результатов с общеизвестной оценкой соответствующей ситуации. Следует еще раз отметить, что никаких формальных критериев для оценивания такой сходимости и согласования различных процедур оценки не существует, поэтому и их оценка также является неформальной.

С учетом того, что согласованность разных методов служит, пожалуй, наилучшим показателем получения удовлетворительной оценки, можно сформулировать следующие рекомендации:

- следует использовать комплексные методы:
 - по возможности, методы двойного охвата и анализа на основе множительных коэффициентов/опорных данных;
 - методы множественных множительных коэффициентов, которые, в идеале, получают от нескольких источников (в том случае, если используемая для получения множительного коэффициента выборка является смещенной);
- следует использовать разные модели в рамках анализа любого набора данных для получения нескольких вероятных ответов: в рамках метода двойного охвата проводятся сопоставления разных субоптимальных логарифмически прямо пропорциональных моделей;
- следует добиваться правдоподобия и последовательности оценок по разным формам поведения или разным подгруппам:
 - между распространенностью употребления наркотиков путем инъекций и распространенностью употребления героина должна быть определенная связь, за исключением случаев, когда имеются веские основания думать иначе (веским основанием может быть, например, тот факт, что главным способом употребления героина является курение);
 - модель, отобранная в процессе оценки методом двойного охвата, должна быть достоверной с точки зрения предложенных взаимодействий между источниками данных.