

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КОМИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОГО
САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА

«Согласовано»

Директор Департамента науки
и человеческих ресурсов
Министерства здравоохранения
Республики Казахстан

Телеуов М.К.

«*М.К. Телеуов*»

2013год



«Утверждаю»

Председатель Комитета
государственного санитарно-
эпидемиологического надзора
Министерства здравоохранения
Республики Казахстан

Бекшин Ж.М.

«*Ж.М. Бекшин*»

2013год



**Расчет основных показателей, применяемых
для анализа эпидемиологической ситуации по
ВИЧ-инфекции, и методика расчета прогноза
распространенности ВИЧ-инфекции в
возрастной группе 15-49 лет**

Методические рекомендации

Астана 2013

Министерство здравоохранения Республики Казахстан
ГУ «Республиканский центр по профилактике и борьбе со СПИД»

**Расчет основных показателей, применяемых для
анализа эпидемиологической ситуации по
ВИЧ-инфекции,
и методика расчета прогноза распространенности
ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет.**

Методические рекомендации

Астана 2013

УДК
ББК

Авторы: Тукеев М.С., Ганина Л.Ю., Елизарьева А.В., Балабаев Т.Ф.

Рецензенты:

Резник В.Л. - д.м.н., профессор кафедры «Гигиены, эпидемиологии и медицины труда» ВШОЗ МЗ РК.

Сапарбеков М.К. - д.м.н., профессор Научно-исследовательского кожно-венерологического института МЗ РК.

«Расчет основных показателей, применяемых для анализа эпидемиологической ситуации по ВИЧ-инфекции и методика расчета прогноза распространенности ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет методические рекомендации». – Астана.–2013. – 21с.

Настоящие Методические рекомендации содержат разъяснения по расчету основных показателей, применяемых для анализа эпидемиологической ситуации распространенности ВИЧ-инфекции, и методику расчета прогноза по распространению ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет в Республике Казахстан. Основные эпидемиологические показатели распространенности, как среди общего населения, так и населения 15-49 лет рассчитаны на основании утвержденных форм государственной и ведомственной статистической отчетности.

Для прогнозирования распространенности ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет в Республике Казахстан использован подход, основанный на временных рядах.

Рекомендации предназначены для специалистов службы СПИД и могут быть использованы при анализе эпидемиологической ситуации по некоторым другим инфекционным заболеваниям.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ.....	3
ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	7
1. Методика расчета статистических показателей по ВИЧ-инфекции	7
2. Методика расчета прогноза распространенности ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет.	15
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	20

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ВИЧ	Вирус иммунодефицита человека
СПИД	Синдром приобретенного иммунодефицита
МЗ РК	Министерство здравоохранения Республики Казахстан
РЦ СПИД	Республиканский центр по профилактике и борьбе со СПИД
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения
ООН	Организация объединённых наций
ЮНЭЙДС	Объединённая программа ООН по ВИЧ/СПИД
ГИК	Глобальный индекс конкурентоспособности
ПИН	Потребители инъекционных наркотиков
РС	Работники секса
МСМ	Мужчины, практикующие секс с мужчинами
ЛЖВ	Люди, живущие с ВИЧ
АРТ	Антиретровирусная терапия

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

Для оценки эпидемиологической ситуации ВИЧ-инфекции применяются абсолютные числа и относительные частотные показатели.

1. **Абсолютные числа** – могут дать первое общее представление о значимости проблемы (количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции, количество случаев СПИДа, количество смертей от СПИДа и т.д.).

2. **Относительные частотные показатели** являются мерой вероятности события. Они позволяют сравнивать, сопоставлять события, изменяющиеся во времени, пространстве, различных группах населения. Среди них важнейшими показателями считаются заболеваемость (**Z**) и распространенность (**P**).

Заболеваемость - медико-статистический показатель, определяющий число заболеваний, впервые зарегистрированных за календарный год среди населения. Выражается числом заболевших на 100, 1000, 10000, 100000 человек в год.

Распространенность - медико-статистический показатель, определяющий распространенность зарегистрированных заболеваний, как вновь возникших, так и ранее существовавших. Показатель распространенности рассчитывается на 100, 1000, 100 000 населения.

Пораженность – показывает число всех существующих в определенный момент времени случаев заболеваний ВИЧ-инфекцией, за вычетом умерших за этот же период.

Прирост – изменение, какого либо показателя к его базовому значению. Прирост бывает абсолютный и относительный. Данный показатель применяется для оценки эпидемиологической ситуации по ВИЧ-инфекции и прогнозирования заболеваемости. Если заболеваемость имеет тенденцию к снижению, прирост имеет отрицательную величину.

Темп роста – отношение величины показателя на данное время к его величине за непосредственно предшествующее такое же время или к его величине, за какое либо другое аналогичное время, принятой за базу сравнения.

Абсолютный прирост – разница между текущим показателем и базовым, измеряется в абсолютных цифрах (Например: рост/снижение на N количество случаев в текущем году и базовым).

Относительный прирост или **темп прироста** - отношение абсолютного прироста к уровню, принятому за базу. Относительный прирост вычисляется по формуле: число случаев, зарегистрированных в отчетном году минус число случаев, зарегистрированных в предыдущем году деленное на число случаев, зарегистрированных в предыдущем году.

Средний темп прироста (или снижения), показывает, на сколько процентов увеличивался (или снижался) уровень по сравнению с предыдущим в среднем за единицу времени. Средний темп прироста характеризует среднюю интенсивность роста.

Коэффициент смертности по причинам смерти - отношение числа умерших от указанных причин смерти к среднегодовой численности населения. В

отличие от общего коэффициента смертности он рассчитывается не на 1 000 человек, а на 100 тыс. населения.

Показатель смертности ЛЖВ от СПИД - отношение числа умерших от СПИД в отчетном году к численности популяции ЛЖВ на начало года. Рассчитывается на 1000 ЛЖВ.

Численность населения – абсолютная моментная величина, отражающая количественные размеры общества, проживающего на определенной территории.

Среднегодовая численность населения – среднеарифметическая величина численности населения на начало текущего года и на начало следующего года.

Прогноз - это расчет неизвестного показателя по заданным факторам на основании модели (многолетнего наблюдения). Прогнозы делятся на краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные, дальнесрочные.

Прогнозирование - это разработка прогноза.

ВВЕДЕНИЕ

ВИЧ-инфекция остается важнейшей проблемой общественного здравоохранения. Уровень распространения ВИЧ-инфекции в Казахстане остается низким и стабильным, однако фактические эпидемиологические данные свидетельствуют о дальнейшем распространении ВИЧ-инфекции. Снижение числа ежегодно выявляемых случаев не происходит. ВИЧ-инфекция продолжает распространяться в ключевых группах населения высокого риска (ПИН, их половых партнеров, МСМ, РС). Развитие эпидемии в Казахстане, как и во всем мире, характеризуется увеличением случаев инфицирования половым путем. В среднем 95% диагностированных случаев ВИЧ-инфекции выявлено в возрастной группе 15-49 лет.

В ежегодном послании президента РК Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050» новый политический курс состояния государства», к 2050 году поставлена цель о вхождении Казахстана в число 30-ти стран с самым благоприятным бизнес-климатом. Оценка конкурентоспособности стран проводится Всемирным экономическим форумом по глобальному индексу конкурентоспособности (далее - ГИК). Один из индикаторов ГИК - распространённость ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет.

Распространенность ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет в 2011-2015 годах предполагается удерживать на уровне 0,2%-0,6%. Ожидается, что распространенность ВИЧ-инфекции в динамике постепенно будет увеличиваться, как за счет выявления новых случаев, так при расчете используется накопительное число ВИЧ-инфицированных. При этом, численность населения в возрасте 15-49 лет в целом не претерпевает существенных изменений сторону увеличения.

В методических рекомендациях представлен расчет основных эпидемиологических показателей распространенности, как среди общего населения, так и населения 15-49 лет, на основании утвержденных форм государственной и ведомственной статистической отчетности. Произведен расчет прогноза распространенности ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет, основанный на временных рядах.

Мониторинг за распространением ВИЧ-инфекции позволяет выявить основные тенденции развития эпидемии и использовать полученные эпидемиологические данные. Составление прогноза необходимо для эффективного планирования ответных мер для решения проблем связанных с ВИЧ/СПИД.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Методика расчета статистических показателей по ВИЧ-инфекции.

1.1. Показатель заболеваемости

В 2011 году в Республике Казахстан было выявлено -2006 случаев ВИЧ-инфекции, показатель заболеваемости составил – 12,1 на 100 000 общего населения.

Методология расчета (1):

$$Z = Dz / N (1),$$

где, Z – показатель заболеваемости;
 Dz – число новых случаев за период времени;
 N – численность изучаемой популяции (населения).

Расчет показателя заболеваемости за 2011 год:

Период анализа - 2011 год:

$Dz = 2006$ – количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции в 2011 году.
 $N = 16\,549\,850^1$ – среднегодовая численность населения.

$$Z = 2006 / 16\,549\,850 * 100\,000$$

$$Z = 12,1$$

По данной методике показатель заболеваемости можно рассчитать для любой возрастной группы, используя для расчёта число зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции (СПИД) в данной возрастной группе и численность населения изучаемой возрастной группы.

Например, в возрастной группе 15-49 лет:

$Z = 1882$ – количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет в 2011 году.

$N = 9\,076\,875$ – среднегодовая численность населения в возрастной группе 15 – 49 лет.

$$Z = 1882 / 9\,076\,875 * 100\,000$$

$$Z = 20,7$$

Показатель заболеваемости, согласно расчету, среди населения 15-49 лет составил – 20,7 на 100 000 населения в возрастной группе 15-49 лет или 0,02%.

¹Данные агентства РК по статистике (www.stat.kz)

1.2. Показатель распространенности

По состоянию на 01.01.2012 года в Республике Казахстан было зарегистрировано – 17 763 случая ВИЧ-инфекции, показатель на 100 000 общего населения составил – 107,7, на 100 – 0,107 или 0,107%

Методология расчета (2):

$$P = D / N \times (10^n) \quad (2),$$

где, D – число всех существующих в определенный момент времени случаев заболеваний;

N – численность изучаемой популяции за изучаемый период.

Расчет показателя распространенности

Период анализа: 1987 – 2011 годы

D – 17763 – накопительное количество случаев ВИЧ-инфекции за изучаемый период, т.е. с 1987 по 2011 годы

N_1 - 16297981 - население за 1987 год

N_2 – 16675392 - население на конец 2011 года

$N = 16\,486\,687 = (N_1 + N_2) / 2$ - средняя численность населения за изучаемый период

$P = 17763 / 16\,486\,687 * 100\,000 = 107,7$ или 0,1%

По данной методике показатель распространенности можно рассчитать для любой возрастной группы, используя для расчёта число зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции (СПИД) в данной возрастной группе и численность населения изучаемой возрастной группы.

Например, в возрастной группе 15-49 лет:

D – 16808 - накопительное количество случаев ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15 – 49 лет за изучаемый период, т.е. с 1987 по 2011 годы

$N = 9076875$ - средняя численность населения в возрастной группе 15 – 49 лет за изучаемый период

$P = 16808 / 9076875 * 100\,000 = 185,2$ или 0,185%

Показатель распространенности, согласно расчету, среди населения 15-49 лет составил – 185,2 на 100 000 населения в данной возрастной или 0,185%.

1.3. Показатель пораженности

По состоянию на 01.01.2012 года в Республике Казахстан было зарегистрировано – 17 763 случая ВИЧ-инфекции, умерло – 3434, количество ЛЖВ на конец 2011 года составило 14 329 человек, показатель пораженности на 100 000 общего населения составил – 86,9, на 100 – 0,09 или 0,09%.

Методология расчета:

$$P = D / N \times (10n),$$

где, P – показатель пораженности

D – число всех существующих в определенный момент времени случаев заболеваний, за вычетом умерших за этот же период, т.е. количество ЛЖВ;

N – численность изучаемой популяции.

Расчет показателя пораженности

Период анализа: 1987 – 2011 годы:

$$D = n - y$$

n – 17763 – накопительное количество случаев ВИЧ-инфекции за изучаемый период, т.е. с 1987 по 2011 годы

y – 3434 накопительное количество умерших ВИЧ-инфицированных за изучаемый период, т.е. с 1987 по 2011 годы

$$D = 14329 = (17763 - 3434) - \text{количество ЛЖВ}$$

$N = 16\,486\,687$ - средняя численность населения за изучаемый период

$$P = 14329 / 16\,486\,687 * 100\,000 = 86,9 \text{ или } 0,09\%$$

По данной методике показатель пораженности можно рассчитать для любой возрастной группы, используя для расчёта число зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции (СПИД) в данной возрастной группе и численность населения изучаемой возрастной группы.

Например, в возрастной группе 15-49 лет:

$$D = n - y$$

n – 16808 – накопительное количество случаев ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет за изучаемый период, т.е. с 1987 по 2011 годы

y – 3217 накопительное количество умерших ВИЧ – инфицированных в возрастной группе 15-49 лет за изучаемый период, т.е. с 1987 по 2011 годы

$$D = 16808 - 3217 = 13591 - \text{количество ЛЖВ в возрастной группе 15-49 лет}$$

$N = 9076875$ - средняя численность населения в возрастной группе 15 – 49 лет за изучаемый период.

$$P = 13591/9076875 * 100\ 000 = 149,7 \text{ или } 0,15\%$$

1.4. Прирост

Темп роста

Методология расчета (3):

$$ТП = Dz(\text{текущего года}) * 100 / Dz(\text{предыдущего года})(3),$$

где, ТП – темп роста

$Dz(\text{текущего года})$ – количество случаев, выявленных в текущем году
 $Dz(\text{базовый год})$ – количество случаев, выявленных в предыдущем году

Расчет темпа роста:

$Dz(\text{текущего года}) - 2006$ – количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции в 2011 году.

$Dz(\text{базовый год}) - 1988$ количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции в 2010 году.

$$ТП = 2006 * 100 / 1988 = 100,9$$

Абсолютный прирост

В 2011 году в Республике Казахстан было выявлено - 2006 случаев ВИЧ-инфекции, абсолютный прирост к 2010 году составил 18 случаев.

Методология расчета (4):

$$АП = Dz(\text{текущего года}) - Dz(\text{базовый год})(4)$$

где АП – абсолютный прирост

$Dz(\text{текущего года})$ – количество случаев, выявленных в текущем году
 $Dz(\text{базовый год})$ – количество случаев, выявленных в базовом году

Расчет абсолютного прироста

Период анализа: 2011 год

$Dz(\text{текущего года}) - 2006$ – количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции в 2011 году.

Dz (базовый год) – 1988 количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции в 2010 году.

$$AP = 2006 - 1988 = 18$$

По данной методике абсолютный прирост можно рассчитать для любой возрастной группы, используя для расчёта число зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции (СПИД) в данной возрастной группе.

Например, в возрастной группе 15-49 лет:

Период анализа: 2010 – 2011 годы:

Dz (текущего года) – 1882 количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет в 2011 году.

Dz (базовый год) – 1874 количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет в 2010 году.

$$AP = 1882 - 1874 = 8$$

В 2011 году в Республике Казахстан абсолютный прирост новых случаев ВИЧ – инфекции, выявленных в возрастной группе 15-49 лет, к уровню 2010 года составил – 8 случаев.

Абсолютный прирост можно рассчитать для анализа динамики других показателей (заболеваемости, распространенности).

Методология расчета:

$AP = P$ (текущего года) – P (предыдущего года), где P – показатель пораженности или превалентности.

Данная методика расчета AP применяется для любой половозрастной группы населения.

Расчет абсолютного прироста распространенности в возрастной группе 15-49 лет.

Период анализа: 2011 год.

P (текущего года) – 0,19 – показатель кумулятивной распространенности в возрастной группе 15-49 лет на конец 2011 года.

P (предыдущего года) – 0,17 – показатель кумулятивной распространенности в возрастной группе 15-49 лет на конец 2010 года.

$$AP = 0,19 - 0,17 = 0,02$$

Абсолютный прирост распространенности в возрастной группе 15-49 лет в 2011 году составил по отношению к 2010 году - 0,02.

Относительный прирост или темп прироста

В 2011 году в Республике Казахстан было выявлено - 2006 случаев ВИЧ-инфекции, относительный прирост к 2010 году составил 0,9%.

Методология расчета (5):

$$ОП = (Dz(\text{текущего года}) - Dz(\text{предыдущего года})) / Dz(\text{предыдущего года}) * 100(5),$$

где ОП – относительный прирост
 $D_i(\text{текущего года})$ – количество случаев, выявленных текущем году
 $D_i(\text{предыдущего года})$ – количество случаев, выявленных в предыдущем году

Расчет относительного прироста

Период анализа: 2011 год

$Dz(\text{текущего года}) - 2006$ – количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции в 2011 году.

$Dz(\text{предыдущего года}) - 1988$ количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции в 2010 году.

$$ОП = (2006 - 1988) / 1988 * 100 = 0,9\%$$

Средний темп прироста (или снижения)

Средний темп прироста новых случаев за 10 лет составил – 33,1%

Методология расчета:

$$СП = ОП(1) + ОП(2) + ОП(3) + ОП(4) \dots\dots + ОП(n) / n$$

где, СП - средний темп прироста;

ОП(1), ОП (2), ОП(3)...ОП(n) – относительный прирост по годам;

n – число наблюдений (лет) -1.

Расчет среднего темпа прироста или снижения

Период анализа: 2000 - 2010 годы

ОП(1) - 238,6% – относительный прирост 2001 года;

ОП(2) - - 37,4% - относительный прирост или снижение 2002 года;

ОП(3) – 1,5% - относительный прирост или снижение 2003 года;

ОП(4) -- 6,3% - относительный прирост или снижение 2004 года;
ОП (5) – 37,9% - относительный прирост или снижение 2005 года;
ОП (6) – 81,0% - относительный прирост или снижение 2006 года;
ОП (7) – 13,4% - относительный прирост или снижение 2007 года;
ОП (8)– 17,9% - относительный прирост или снижение 2008 года;
ОП (9) -- 10,8% - относительный прирост или снижение 2009 года;
ОП (10) -- 4,5% - относительный прирост или снижение 2010 года.
X – 10 лет

$$СП = (238 + (-37,4) + 1,5 + (-6,3) + 37,9 + 81 + 13,4 + 17,9 + (-10,8) + (-4,5)) / 10 = 33,1\%$$

1.5. Коэффициент смертности по причинам смерти

Коэффициент смертности по причине СПИДа в 2011 году составил 1,1 на 100 000 населения.

Методология расчета (6):

$S = y * 100000 / N$, где y – количество умерших от СПИДа в 2011 году(6),
 N – среднегодовая численность населения.

Расчет коэффициента смертности:

Период анализа - 2011 год.

y - 186 количество умерших от СПИДа в 2011 году
 N – 16549850 – среднегодовая численность населения
 $S = 186 * 100000 / 16549850 = 1,1$.

1.6. Показатель смертности ЛЖВ от СПИД

Показатель смертности ЛЖВ от СПИД в 2011 году составил – 14,4 на 1000 ЛЖВ.

Методология расчета (7):

$СЛЖВ = y * 1000 / N_{ЛЖВ}$, где y – количество умерших от СПИДа в 2011 году(7),
 D – численность популяции ЛЖВ на начало отчетного года.

Расчет показателя смертности ЛЖВ от СПИД:

Период анализа - 2011 год.

y - 186 - количество умерших от СПИДа в 2011 году

$$D = n - y$$

n - 15571 - накопительное количество случаев ВИЧ-инфекции на 01.01.2011 года
 y - 2813 - накопительное количество умерших ВИЧ-инфицированных на 01.01.2011 года

$D = 12958 = (15771 - 2813)$ - численность популяции ЛЖВ на начало 2011 года

$$S = 186 * 1000 / 12985 = 14,4.$$

2. Методика расчета прогноза распространенности ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет.

2.1. Описание прогноза

Цель прогноза: спрогнозировать показатели распространенности ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет в Республике Казахстан.

Временной горизонт: Прогноз по данным показателям осуществляется ежегодно на период с 2012 по 2015 год. При прогнозировании на дальнейший временной интервал следует пересмотреть предположения, лежащие в основе этого прогноза, обновить значения данных показателей за 2012 – 2015 годы, пересмотреть характер кривой аппроксимирующей данные наблюдения. В случае превышения допустимого уровня ошибок в прогнозе, а также значительного изменения ситуации, связанной с политикой тестирования и других факторов, влияющих на значения данных показателей, нужно также пересмотреть методику прогнозирования.

Методика: Для прогнозирования распространенности ВИЧ-инфекции в возрастной группе 15-49 лет в Республике Казахстан использован подход, предложенный в [6;7] основанный на временных рядах. Данный подход подразумевает, что «прошлое» продолжается в будущем. Для подготовки прогноза используются значения этих показателей за предыдущие временные периоды. Для выполнения прогноза, основанного на временных рядах, выбирается тип кривой наилучшим образом приближенный к исходным данным.

В 2006 году произошло изменение политики тестирования на ВИЧ-инфекцию, в результате которой произошло значительное увеличение количества лиц, протестированных на ВИЧ. За период с 2006 по 2011 год значительного изменения количества протестированных лиц не происходило. Так как количество протестированных лиц непосредственно влияет на количество зарегистрированных новых случаев ВИЧ-инфекции и, соответственно, на показатель распространенности, то в качестве исходных данных были взяты значения этих показателей за период с 2006 по 2011 годы. При дальнейшем прогнозировании для улучшения точности прогноза рекомендуется добавлять новые значения показателей в исходные данные.

Изучение параметров распределения данных показало, что изменение значений за рассматриваемый период было незначительным (изменения темпов прироста не превышало 20%). В то же время, показатель распространенности ВИЧ-инфекции имеет тенденцию к увеличению, следовательно, для прогнозирования использовался метод линейной регрессии, рекомендованный для применения рядом авторов в [6, 7]. В данном методе происходит приближение к

исходным данным с помощью уравнения прямой (8):

$$y = a + bt \quad (8),$$

где, y – прогнозируемая переменная (значения показателя распространенности); t – временной период ($t = 1$ соответствует 2006 году, $t = 2$ соответствует 2007 году, $t = 3$ соответствует 2008 году, ..., $t = 10$ соответствует 2015 году); a и b искомые коэффициенты регрессии. Коэффициент b определяется по формуле 9

$$b = \frac{n(\sum ty) - (\sum t)(\sum y)}{n(\sum t^2) - (\sum t)^2} \quad (9).$$

В формуле 9 суммирование ведется по известным значениям показателей, т.е. при подготовке прогноза на 2012, 2013, 2014, 2015 годы суммирование ведется по известным значениям показателя с 2006 года ($t=1$) до 2011 года ($t=6$).

Коэффициент a вычисляется по формуле (10)

$$a = \frac{\sum y - b \sum t}{n} \quad (10).$$

В формуле (10) суммирование происходит по тому же временному периоду, что и в формуле (9), т.е. при подготовке прогноза на 2012, 2013, 2014, 2015 годы суммирование ведется по известным значениям показателей с 2006 года ($t=1$) до 2011 года ($t=6$). Значение n равно количеству известных значений показателя (в нашем случае $n = 6$).

После вычисления коэффициентов a и b вычисляются прогнозируемые значения показателей y по формуле (8).

Результаты прогнозирования показателей распространенности ВИЧ-инфекции в возрасте 15-49 лет в Республике Казахстан приведены в таблице.

Таблица. Прогноз показателя распространенности ВИЧ-инфекции в возрасте 15-49 лет в Республике Казахстан.

Год	Период времени (t)	Значение показателя (в %)	Прогноз (в %)	Нижняя граница доверительного интервала ($\alpha=0,05$)	Верхняя граница доверительного интервала ($\alpha=0,05$)	Ошибка	Прослеживающий сигнал
2006	1	0,088	0,091	0,0787	0,1033	-0,003	-1
2007	2	0,110	0,110	0,0993	0,1219	0	-2
2008	3	0,132	0,130	0,1194	0,1410	0,002	-0,5988
2009	4	0,154	0,150	0,1396	0,1606	0,004	1,17647
2010	5	0,170	0,169	0,1581	0,1807	0,001	2
2011	6	0,185	0,189	0,1767	0,2013	-0,004	0
2012	7	–	0,208	0,1950	0,2222	–	–
2013	8	–	0,228	0,2131	0,2433	–	–
2014	9	–	0,248	0,2309	0,2647	–	–
2015	10	–	0,267	0,2486	0,2862	–	–

Примечание: прогнозные значения были округлены с точностью до 3-х знаков после запятой.

Для вычисления вручную коэффициента b в уравнение (8) (согласно формуле (10)) необходимо вычислить следующие выражения:

$$а) \sum ty = 1 \times 0,088 + 2 \times 0,110 + 3 \times 0,132 + 4 \times 0,154 + 5 \times 0,170 + 6 \times 0,185 = 3,28;$$

$$б) \sum t = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = 21;$$

$$в) \sum y = 0,088 + 0,110 + 0,132 + 0,154 + 0,170 + 0,185 = 0,839;$$

$$г) (\sum t^2) = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 6^2 = 91;$$

$$д) (\sum t)^2 = 21^2 = 441.$$

Подставляя выше найденные выражения в формулу (9) получаем

$$b = \frac{6 \times 3,28 - 21 \times 0,839}{6 \times 91 - 441} = \frac{2,061}{105} \approx 0,0196.$$

Подставляя найденное значение b в формулу (10), находим значение a .

$$a = \frac{0,839 - 0,0196 \times 21}{6} = \frac{0,4274}{6} \approx 0,0712.$$

Для вычисления прогнозных значений показателя распространенности ВИЧ-инфекции в возрасте 15-49 лет в Республике Казахстан нужно поставить найденные значения a и b в уравнение (8).

Для 2006 года ($t=1$) получаем прогноз $0,0712 + 0,0196 \times 1 = 0,0908 \approx 0,091$; для 2007 года ($t=2$) получаем прогноз: $0,0712 + 0,0196 \times 2 = 0,01104 \approx 0,0110$; для 2008 года ($t=3$) получаем прогноз: $0,0712 + 0,0196 \times 3 = 0,01104 \approx 0,0110$; ...; для 2015 года ($t=10$) получаем прогноз: $0,0712 + 0,0196 \times 10 = 0,02672 \approx 0,0267$.

Вычисления можно проводить вручную, так и с использованием программного обеспечения.

Метод линейной регрессии реализован в общедоступной программе MSeXcel, а также в специализированных статистических программах SPSS, SAS, Stata, WinQSB и др. Данные программы позволяют рассчитать доверительный интервал, прослеживающий сигнал. Значения доверительных интервалов в таблице рассчитаны с помощью программы SPSS.

2.2. Контролирование прогнозов на точность

В случае изменения политики тестирования на ВИЧ-инфекцию, возникновения крупномасштабных вспышек ВИЧ-инфекции, значительного изменения структуры выявления по путям передачи, необходимо пересмотреть вышеописанные данные, так как в этих случаях нарушается основная гипотеза, что «прошлое» продолжается в будущем.

Для приемлемости прогнозов в [6] предлагается два подхода. Первый подход основан на доверительном интервале.

В случае выхода значений показателя за границы доверительного интервала необходимо пересмотреть всю методику прогнозирования, включая период

исходных данных, по которым готовятся прогноз, методы прогнозирования и т.д. В примере, приведенном в таблице, ни одно значение показателя распространенности ВИЧ-инфекции в возрасте 15-49 лет в Республике Казахстан не вышло за границы доверительного интервала, что говорит об удовлетворительной точности прогноза.

Второй рекомендуемый подход контролирования прогноза на точность это – прослеживающий сигнал. Для вычисления прослеживающего сигнала необходимо вычислить среднее абсолютное отклонение по формуле (11).

$$MAD = \frac{\sum |Данные - Прогноз|}{n} \quad (11),$$

где, MAD – среднее абсолютное отклонение, «Данные» – известные значения показателей, «Прогноз» - высчитанные прогнозируемые значения показателей, n – количество наблюдений по которым есть и действительные и прогнозные значение показателей. В примере из таблицы n = 6. Суммирование ведется только по тем годам, где есть и действительные, и прогнозируемые данные. Количество элементов суммирования должно совпадать с числом n. Скобки || - означают операцию взятия модуля. В примере из таблицы MAD вычисляется следующим образом:

$$MAD = \frac{0,003 + 0 + 0,002 + 0,004 + 0,001 + 0,004}{6} = 0,00233.$$

Прослеживающий сигнал вычисляется по формуле (12).

$$TS = \frac{\sum (Данные - Прогноз)}{MAD} \quad (12),$$

где, TS – прослеживающий сигнал. Суммирование ведется только по тем годам, где есть и действительные и прогнозируемые данные. Количество элементов суммирования должно совпадать с числом n. Прослеживающий сигнал рассчитывается для каждой пары наблюдений, где есть и действительные и прогнозируемые данные кумулятивно, т.е. с использованием предыдущих наблюдений. Например, для рассматриваемого показателя: прослеживающий сигнал для периода 1 будет рассчитан только на основе данных, прогноза, MAD для данного 1; прослеживающий сигнал для периода 2 будет рассчитан на основе данных, прогноза, MAD для данных из временного периода 1 и 2; прослеживающий сигнал для периода 3 будет рассчитан на основе данных, прогноза, MAD для данных из временного периода 1, 2 и 3; и т.д. прослеживающий сигнал для периода 6 будет рассчитан на основе данных, прогноза, MAD для данных из временных периодов с 1 по 6.

Приведем вычисления значений прослеживающего сигнала из таблицы. Для периода t = 1: $MAD(1) = \frac{|0,088 - 0,091|}{1} = 0,003$; $TS(1) = \frac{(0,088 - 0,091)}{0,003} = -1$. Для периода

$$MAD(2) = \frac{|0,088-0,091|+|0,110-0,110|}{2} = 0,0015; TS(2) = \frac{(0,088-0,091)+(0,110-0,110)}{0,0015} = -2.$$

Для периода $t = 3$: $MAD(3) = \frac{|0,088-0,091|+|0,110-0,110|+|0,132-0,130|}{3} = 0,00167; TS(3) = \frac{(0,088-0,091)+(0,110-0,110)+(0,132-0,130)}{0,00167} = -0,5988.$ Для периода $t = 4$: $MAD(4) = \frac{|0,088-0,091|+|0,110-0,110|+|0,132-0,130|+|0,154-0,150|}{4} = 0,00225; TS(4) = \frac{(0,088-0,091)+(0,110-0,110)+(0,132-0,130)+(0,154-0,150)}{0,00225} = 1,17647.$ Для периода $t = 5$: $MAD(5) = \frac{|0,088-0,091|+|0,110-0,110|+|0,132-0,130|+|0,154-0,150|+|0,170-0,169|}{5} = 0,002; TS(5) = \frac{(0,088-0,091)+(0,110-0,110)+(0,132-0,130)+(0,154-0,150)+(0,170-0,169)}{0,002} = 2.$

Для периода $t = 6$: $MAD(6) = \frac{|0,088-0,091|+|0,110-0,110|+|0,132-0,130|+|0,154-0,150|+|0,170-0,169|+|0,185-0,189|}{6} = 0,00233; TS(6) = \frac{(0,088-0,091)+(0,110-0,110)+(0,132-0,130)+(0,154-0,150)+(0,170-0,169)+(0,185-0,189)}{0,00233} = 0.$

В случае превышения по модулю значение **4** в каком-либо временном периоде значений, нужно пересмотреть прогноз.

В случае прогнозирования значений рассматриваемого показателя (смотрите таблицу) модуль прослеживающего сигнала не превысил критического значения 4, что свидетельствует об удовлетворительной точности прогноза.

В случае нахождения прогнозов внутри доверительного интервала, а также нахождения модуля прослеживающего сигнала во всех временных периодах до 4, для улучшения точности прогноза рекомендуется ежегодно проводить новые расчеты прогнозов по предложенной здесь методике для улучшения точности прогнозируемых значений.

Список используемой литературы

1. Медик В.А., Токмачев М.С. Руководство по статистике здоровья и здравоохранения. М., Медицина, 2006 г., с. 349.
2. Методические рекомендации РЦ РЗ, МЗ РК «Расчет и анализ статистических показателей (индикаторов)» одобрены и утверждены экспертно-координационной комиссией РГП ПХВ «РЦРЗ» (протокол №2 от 24 ноября 2011г. Астана. – 2011. – 32 с.).
3. Ричард Диккер. Учебное пособие «Принципы эпидемиологии», второе издание, «Введение в практическую эпидемиологию и биостатистику».
4. Приказ агентства по статистике от 29 декабря 2011 года № 386 «Об утверждении методики расчета таблиц дожития с учетом влияния отдельных видов причин смертности на ожидаемую продолжительность жизни»
5. Эпидемиологический словарь. Четвертое издание. Под редакцией Джона М. Ласта для Международной эпидемиологической ассоциации 2009.
6. Ozcan, Yasar A. Quantitative methods in health care management: techniques and applications, 2005.
7. Власов В.В. Эпидемиология: Учебное пособие для вузов – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 464 с.: ил.