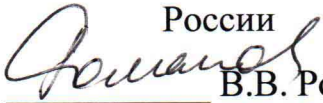


ФГУЗ ГОЛОВНОЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель руководителя ФМБА

России


В.В. Романов

«27» января 2011 г.

АНАЛИЗ
ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕЧЕНИЯ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПО ДАННЫМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Листов 16

Главный врач ФГУЗ ГЦГиЭ

ФМБА России


С.А. Богдан

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Кривенко О.В. – канд. техн. наук, начальник отдела информационных технологий и аналитики: введение, разделы 1, 2, 3

Аксенов Л.А. – заведующий эпидемиологическим отделом: введение, раздел 2

ВВЕДЕНИЕ

Основу эффективного управления системой госсанэпиднадзора ФМБА России составляет объективный и достоверный анализ интенсивности течения эпидемического процесса.

Более четверти века назад в Третьем Главном управлении при Минздраве СССР были заложены основы эпидемиологической кибернетики, позволившие создать Отраслевую автоматизированную систему управления санитарно-эпидемиологическим обслуживанием населения (ОАСУ САНЭПИД Здоровоохранение-3) [3, 4, 5, 8]. Эта система позволяла:

- оперативно выявлять вспышки и эпидемические подъемы заболеваемости;
- проводить текущий и ретроспективный анализ инфекционной заболеваемости с объективной и достоверной оценкой эпидемиологической ситуации по каждой нозоформе и контролируемой территории;
- прогнозировать многолетние обычные уровни инфекционной заболеваемости;
- осуществлять контроль санитарно-бактериологической обстановки.

С формированием на сайте ФГБУЗ «Головной центр гигиены и эпидемиологии ФМБА России» (www.gcgie.ru) базы данных инфекционной заболеваемости по формам государственной статистической отчетности, появилась возможность воссоздать подобную систему на современном научно-техническом уровне с оперативным обменом информации по сети Интернет.

Настоящие методические указания являются основой анализа интенсивности течения эпидемического процесса и предназначены для использования при разработке автоматизированных систем в системе ФМБА России.

1. ОСНОВЫ АНАЛИЗА ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕЧЕНИЯ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Известно, что в развитии эпидемического процесса, помимо природных факторов, определяющими являются социальные условия жизни и работы населения. При этом следует различать постоянно действующие (устойчивые) и случайные (переменные) факторы. Постоянно действующие факторы определяют складывающиеся в конкретной местности, так называемый, обычный уровень заболеваемости. Случайные факторы обуславливают, как правило, необычную заболеваемость (например, вспышки или эпидемические подъемы). С другой стороны, регистрируемые данные инфекционной заболеваемости представляют собой случайную величину со своим средним (математическим ожиданием) и разбросом (стандартным отклонением) [4].

В настоящей методике решается задача анализа интенсивности течения эпидемического процесса на основе объективной и достоверной оценки уровня инфекционной заболеваемости по данным статистической отчетности.

Чтобы данные заболеваемости при сравнении были сопоставимы (в особенности, для различных территорий или объектов), необходимо перейти от регистрируемых случаев (абсолютных значений) заболеваемости (З) к показателям заболеваемости (ПЗ) на 100 тыс. населения, рассчитываемым по формуле:

$$\text{ПЗ}_{ij} = \text{З}_{ij} \times 100000 / \text{Ч}_j \quad (1)$$

где: З_{ij} – абсолютные данные заболеваемости (обслуживаемого контингента, возрастной группы) i -й инфекционной болезнью на j -ой территории (объекте),

Ч_j – численность населения (обслуживаемого контингента, возрастной группы) на j -ой территории (объекте).

Как известно, для любой оценки необходима как сама измеряемая величина, так и норматив, с которым она сравнивается (своего рода, эталон).

Рассмотрим два принципиально различных норматива:

- обычные уровни заболеваемости (свойственные данной местности, социальным условиям жизни и работы населения, времени года),
- общие данные инфекционной заболеваемости (по региону, агентству, ведомству или в целом по стране).

Сравнение заболеваемости на конкретной территории или объекте с обычными уровнями обеспечивает оценку относительно своей предыстории, учитывающей специфику, свойственную данной местности (объекту) и проживающему (работающему) населению. Сравнение той же заболеваемости с общими данными (например, в целом по ФМБА России) обеспечивает абсолютную оценку заболеваемости в сопоставлении с остальными территориями.

Первый норматив для оценки $ПЗ_{in}$, а именно, обычные уровни заболеваемости i -й инфекционной болезнью, характерные для j -ой территории (объекта) обозначим: $ОУ_{ij}$. Расчет обычных уровней заболеваемости представлен в приложении 3.1.

Второй норматив, общий показатель инфекционной заболеваемости i -й инфекционной болезнью по региону, агентству, ведомству или стране обозначим: $ОПЗ_i$. Расчет общих показателей заболеваемости аналогичен вышеприведенному расчету частного показателя заболеваемости (1):

$$ОПЗ_i = ОЗ_i \times 100000 / ОЧ \quad (2)$$

где: $ОЗ_i$ – общие абсолютные данные заболеваемости (обслуживаемого контингента, возрастной группы) i -й инфекционной (на всей территории или группе объектов),

$ОЧ$ – общая численность населения (территории, обслуживаемого контингента, возрастной группы).

Сравнение регистрируемого показателя заболеваемости $ПЗ_{ij}$ i -й инфекционной болезнью на j -ой территории (объекте) с любым нормативом $Н$ выполняется с помощью нормированного показателя отклонения $НПО_{ij}$ [4]:

$$НПО_{ij} = (ПЗ_{ij} - Н) / \sigma(ПЗ_{ij})_Н \quad (3)$$

где: $\sigma(\text{ПЗ}_{ij})_H$ – стандартное отклонение (или разброс) показателя заболеваемости i -й инфекционной болезнью на j -ой территории (объекте) от норматива H ,

H – один из двух введенных нормативов сравнения: ОУ_{ij} или ОПЗ_i .

Расчет стандартных отклонений $\sigma(\text{ПЗ}_{ij})_H$ показателей заболеваемости приведен в приложении 3.2.

Нормированный показатель НПО_{ij} определяет степень отклонения показателя заболеваемости ПЗ_{ij} от норматива сравнения (обычные уровни ОУ_{ij} или общие данные заболеваемости ОПЗ_i). В отличие от часто используемых показателей отклонения по абсолютной разности, в процентах или размах, нормированный показатель является статистически корректной величиной, учитывающей случайный характер регистрируемых данных заболеваемости и их разброс. Различают текущие (ТОУ) и многолетние (МОУ) обычные уровни (см. приложение 3.1). ТОУ используются для выявления вспышек инфекционной заболеваемости. МОУ – для выявления эпидемических подъемов.

Значимость отклонения определяется в этом случае путем сравнения, полученного по формуле (3), значения НПО_{ij} с пороговым значением, зависящим от закона распределения и выбранной доверительной вероятности (или мощности критерия). Таким образом, можно проанализировать все регистрируемые данные заболеваемости и выявить ситуации, объективно требующие внимания специалистов и руководства. Назовем такие ситуации – управленческими.

Как правило, вводится несколько пороговых значений, позволяющих оценить значимость (или существенность) этих отклонений и ввести для них соответствующие категории. Управленческие ситуации должны быть доведены до лиц, принимающих решения (конкретные специалисты и руководители), и поставлены на контроль исполнения.

2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ И ИХ ДОВЕДЕНИЕ ДО ЛИЦ, ПРИНИМАЮЩИХ РЕШЕНИЕ

Технология решения и представления результатов оценки интенсивности течения эпидемического процесса выглядит следующим образом:

- 1) Расчет показателей заболеваемости ПЗ по каждой инфекционной болезни (по МКБ X), территории (объекту) и возрастной группе (контингенту) населения по формуле (1);
- 2) Расчет нормативов для оценки регистрируемой заболеваемости: обычных уровней ОУ, согласно приложению 3.1, и общих данных заболеваемости ОПЗ по формуле (2);
- 3) Расчет нормированных показателей отклонения НПО зарегистрированной заболеваемости от нормативов по формуле (3);
- 4) Оценка значимости (существенности) отклонения показателей заболеваемости ПЗ от нормативов, путем сравнения рассчитанного НПО с пороговыми значениями;
- 5) Ранжирование управленческих ситуаций (существенных отклонений показателей заболеваемости ПЗ от нормативов);
- 6) Доведение информации об управленческих ситуациях до лиц, принимающих решение;
- 7) Постановка управленческих ситуаций на контроль исполнения и последующее снятие с контроля.

Первые пять пунктов представленной технологической цепочки должны выполняться полностью в автоматическом режиме на основе имеющейся базы данных инфекционной заболеваемости.

Далее введем правила оценки показателей заболеваемости и их представление в отчетных документах на примере раздела 1 «Инфекционные

заболевания» формы 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях».

В табл. 1 представлены пять категорий оценки нормированных показателей отклонений НПО, в зависимости от четырех пороговых значений P_1 , P_2 , P_3 , P_4 . Для удобства восприятия категории оценки раскрашены по степени неблагополучия оцениваемой ситуации.

Таблица 1

№	Правила для показателей НПО	Категория оценки состояния заболеваемости	Цвет фона
1	$< P_1$	Благополучная	Зеленый
2	$\geq P_1$ и $< P_2$	Обычная	Белый
3	$\geq P_2$ и $< P_3$	Относительная неблагополучная	Желтый
4	$\geq P_3$ и $< P_4$	Неблагополучная	Коричневый
5	$\geq P_4$	Крайне неблагополучная	Красный

В табл. 2 приведен основной выходной документ по анализу инфекционной заболеваемости в целом по ФМБА России. Значения нормированных показателей отклонения по каждой возрастной категории (контингенту) раскрашены по правилам, приведенным в табл. 1, для значений порогов: $P_1 = -1,5$; $P_2 = 1,5$; $P_3 = 3,0$; $P_4 = 6,0$. Общая оценка заболеваемости по каждой болезни определяется по максимальному значению $НПО_{Oy}$ (от обычного уровня) или $НПО_{OПЗ}$ (от общего показателя заболеваемости по Российской Федерации). Эти и все другие значения в таблице приведены условно и используются только в качестве примера. В процессе просмотра, необходимо обеспечить фильтрацию содержимого строк по столбцам названий болезней и общей оценки заболеваемости.

Анализ заболеваемости для каждой инфекционной болезни по всем территориям (объектам) представлен в табл. 3. Отсутствие сельских жителей

Таблица 2

Анализ инфекционной заболеваемости в целом по ФМБА России в (период времени)

Название болезни	Показатели заболеваемости	Всего	детей до 17 л.	0-14 л.	детей до 1 г.	детей 1-2 г.	детей 3-6 л. всего	детей 3-6 л. в д/у	Сельск. жителей всего	детей сельск. жителей до 17 л.	Случ. смерти всего	Сл. смерти детей до 17 л.	Общая оценка заболеваемости	
Дизентерия	Абсолютная забол.	155	76	13	0	0	19	10	0	0	2	0	Неблагополучная	
	ПЗ на 100 тыс. нас.	132,0	4,9	0	0	0	12,7	6,8	0	0	1,8	0		
	Отклонение ПЗ от ОУ	НПО _{ОУ}	5,6	2,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	1,1	-0,1	-0,1	0,5		-0,1
		ОУ	30,9	42,1	14,03	0,06	0,04	14,9	3,0	0,1	0,1	0,9		0,01
	Отклонение ПЗ от ОПЗ _{РФ}	НПО _{ОПЗ}	1,8	4,2	-1,9	-0,1	-0,05	3,0	-0,1	-0,1	-0,7	4,1		-0,1
ОПЗ _{РФ}		49,01	35,11	25,52	0,05	0,03	7,4	11,2	0,05	0,34	0,05	0,01		
Болезнь ...														

Таблица 3

Анализ инфекционной заболеваемости (название болезни) по территориям (объектам) ФМБА России в (период времени)

Учреждения (территории)	Показатели заболеваемости	Всего	детей до 17 л.	0-14 л.	детей до 1 г.	детей 1-2 г.	детей 3-6 л. всего	детей 3-6 л. в д/у	Сельск. жителей всего	детей сельск. жителей до 17 л.	Случ. смерти всего	Сл. смерти детей до 17 л.	Общая оценка заболеваемости	
Учреждение 1	Абсолютная забол.	15	5	0	0	0	1	1	-	-	0	0	Крайне неблагоприятная	
	ПЗ на 100 тыс. нас.	16,0	4,9	0	0	0	2,7	3,8	-	-	0	0		
	Отклонение ПЗ от ОУ	НПО _{ОУ}	6,9	2,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	1,1	-	-	-0,1		-0,1
		ОУ	3,9	2,1	0,03	0,06	0,04	1,9	2,0	-	-	0,02		0,01
Отклонение ПЗ от ОПЗ _{ФМБА}	2,5	-0,2	-0,9	-0,1	-0,05	3,9	2,0	-	-	-0,1	-0,1			
Учреждение 2														
Общий показатель заболеваемости по ФМБА ОПЗ _{ФМБА}		5,61	5,11	0,52	0,05	0,03	0,4	1,2	0,05	0,34	0,02	0,01		

на территории (объекте), обслуживаемом учреждением 1, отмечено в таблице прочерками (в заболеваемости и в показателях оценки).

Аналогично табл. 2 выполняется анализ инфекционной заболеваемости по каждой территории (объекту или учреждению), только вместо ОПЗ_{РФ} (общих показателей заболеваемости по РФ), используется ОПЗ_{ФМБА} (ОПЗ по ФМБА).

Неблагополучные ситуации должны доводиться до лиц, принимающих решение (ЛПР) и ставиться на контроль исполнения. В табл. 4 приведен вид журнала контроля.

Таблица 4

Журнал контроля исполнения

Дата оповещения	Управленческая ситуация				Ответственный за управленческую ситуацию	Контрольная дата исполнения	Отметка об исполнении	Дата исполнения
	Болезнь	Территория (учреждение)	Период времени	Оценка заболеваемости				

Значения категорий оценки заболеваемости, по которым неблагополучные ситуации попадают в журнал контроля исполнения, а также пороговые значения Π_1 , Π_2 , Π_3 , Π_4 (см. табл. 1), можно менять (подбирать) в процессе эксплуатации системы.

3. ПРИЛОЖЕНИЕ

3.1. Расчет обычных уровней инфекционной заболеваемости

В общем случае, под обычным уровнем понимается заболеваемость, обусловленная постоянно действующими факторами, свойственными данной контролируемой территории (контингенту населения или объекту) в промежутке времени T_0 (базисный период), предшествующему рассматриваемому периоду T . Конкретная величина базисного периода T_0 определяется исходя из таких динамических характеристик инфекционной заболеваемости, как длительность инкубационного периода, наличие сезонности и многолетней цикличности, степень взаимосвязи заболеваемости во времени.

Расчет обычных уровней инфекционной заболеваемости зависит от поставленной задачи. Так, оперативно-текущий анализ заболеваемости в течение месяца (по дням или неделям) требует расчета текущих обычных уровней (ТОУ), а анализ месячной или годовой заболеваемости – многолетних обычных уровней (МОУ). Проведенное исследование данных заболеваемости по различным инфекционным болезням [4] позволило вывести следующую общую формулу вычисления уровней ($\hat{O}U_t$ – оценка или математическое ожидание) для интервала времени t (день, неделя, месяц или год) в виде модели авторегрессии:

$$\hat{O}U_t = \sum_{n=1, T_0} k_n \times O U_{t-n} \quad (4)$$

где: $O U_{t-n}$ – обычные уровни заболеваемости в предшествующие интервалы времени $t-n$ ($n = 1, T_0$),

k_n – некоторые коэффициенты.

Установление параметров и коэффициентов, входящих в формулу (4), выполняется на основе изучения автокорреляционных функций исследуемых временных рядов инфекционной заболеваемости [6]. Ниже, в качестве примера, приведены формулы вычисления месячных значений многолетних

обычных уровней (МОУ), полученные для следующих инфекционных болезней:

Дизентерия (учтено наличие сезонности и 5-летней цикличности, базисный период $T_0 = 62$ месяца):

$$\hat{M}OU_t = 1,23 MOU_{t-1} - 0,33 MOU_{t-2} + 0,60 MOU_{t-12} - 0,73 MOU_{t-13} + 0,20 MOU_{t-14} + 0,40 MOU_{t-24} - 0,50 MOU_{t-25} + 0,13 MOU_{t-26} + 1,00 MOU_{t-36} - 1,23 MOU_{t-37} + 0,33 MOU_{t-38} - 0,60 MOU_{t-48} + 0,73 MOU_{t-49} - 0,20 MOU_{t-50} - 0,40 MOU_{t-60} + 0,50 MOU_{t-61} - 0,13 MOU_{t-62}$$

Общие кишечные заболевания (учтено только наличие сезонности, базисный период $T_0 = 14$ месяцев):

$$\hat{M}OU_t = 1,12 MOU_{t-1} - 0,29 MOU_{t-2} + 1,00 MOU_{t-12} - 1,12 MOU_{t-13} + 0,29 MOU_{t-14}$$

Вирусный гепатит В (отсутствие сезонности и многолетней цикличности, базисный период $T_0 = 2$ месяца):

$$\hat{M}OU_t = 0,47 MOU_{t-1} + 0,53 MOU_{t-2}$$

Основная проблема при вычислении многолетних обычных уровней – это установление предыдущих значений MOU_{t-n} . Поэтому вначале должна быть выполнена процедура ретроспективного вычисления обычных уровней для интервалов времени $t-n$ ($n = 1, T_0$). Общая схема расчета MOU_{t-n} включает следующие этапы:

- 1) построение модели многолетних обычных уровней (4) на имеющихся данных заболеваемости;
- 2) вычисление $\hat{M}OU_{t-n}$ ($n = 1, T_0$), которые являются пока лишь оценкой истинных значений обычных уровней;
- 3) нахождение максимально отличающегося значения заболеваемости от вычисленных значений обычных уровней для каждого интервала времени $t-n$ ($n = 1, T_0$) по формуле (3); если не найдено ни одного отличающегося значения, то завершение вычислений (переход к этапу б);

- 4) замена максимально отличающегося значения заболеваемости на рассчитанное значение $\hat{M}OU$;
- 5) повтор выполнения этапов 1 – 4;
- 6) завершение цикла вычислений и приравнивание значений многолетних обычных уровней окончательно рассчитанным значениям $MOUt-n (n = 1, T_0) = \hat{M}OUt-n (n = 1, T_0)$.

Как видим, расчет многолетних обычных уровней достаточно сложный процесс, который нельзя выполнить без использования автоматизации. Что касается текущего обычного уровня (ТОУ), то, как показано в работе [4], его расчет выполняется по рекуррентной формуле:

$$\hat{T}OU_t = \frac{(T_0 - 1)}{T_0} \hat{T}OU_{t-1} + \frac{1}{T_0} TOU_{t-1} \quad (5)$$

где: t – дни или недели,

T_0 – базисный период, от 0,5 до 1,0 инкубационного периода инфекции, но не менее одной недели, для исключения влияния обращаемости населения в лечебно-профилактические организации по дням недели.

$\hat{T}OU_{t-1}$ – оценка ТОУ по модели (5).

3.2. Расчет стандартных отклонений показателей заболеваемости

Стандартное отклонение $\sigma(\Pi Z_{ij})$ для расчета нормированного показателя НПО_{ij} (3) вычисляется в зависимости от того, с каким нормативом выполняется сравнение: с обычными уровнями ОУ_{ij} или общим показателем заболеваемости ОПЗ_i.

3.2.1. Расчет стандартных отклонений от обычных уровней

В работе [7] показано, что для описания регистрируемых случаев заболеваний при обычном течении эпидемического процесса можно использовать пуассоновский закон распределения. Это означает, что дисперсия случайного числа заболеваний Z равняется его математическому ожиданию, то есть обычному уровню ОУ:

$$D(Z)_{OY} = M(Z) = OY$$

или для стандартного отклонения:

$$\sigma(Z)_{OY} = \sqrt{D(Z)} = \sqrt{OY} = OY^{0.5} \quad (6)$$

Таким образом, при сравнении регистрируемой заболеваемости с многолетними обычными уровнями, стандартное отклонение равно $MOY^{0.5}$, при сравнении с текущими обычными уровнями – $TOY^{0.5}$.

3.2.2. Расчет стандартных отклонений от общего показателя заболеваемости

При оценке отклонения показателей заболеваемости $ПЗ_{ij}$ (3) по i -ой инфекционной болезни на j -ой территории (объекте) от общего показателя заболеваемости $ОПЗ_i$ (по региону, ведомству или стране) следует рассчитать фактическую дисперсию показателей для всех территорий (объектов):

$$D(ПЗ_{ij})_{ОПЗ_i} = \frac{1}{J-1} \sum_{j=1, J} (ПЗ_{ij} - ОПЗ_i)^2 \quad (7)$$

где: J – общее количество территорий (объектов).

Окончательно для стандартного отклонения $\sigma(ПЗ_{ij})_{ОПЗ_i}$ от общего показателя заболеваемости $ОПЗ_i$ получим:

$$\sigma(ПЗ_{ij})_{ОПЗ_i} = \sqrt{D(ПЗ_{ij})}$$

Начальник отдела информационных технологий и аналитики



Кривенко О.В.

Заведующий отделом эпидемиологии



Аксенов Л.А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кривенко О.В. Типовые методы оценки контролируемых показателей при решении задач управления – Экологические системы и приборы, №12, 2002, с. 38-43.
2. Каспарова Т.Ю. Статистические методы в эпидемиологическом анализе. М., «Медикас», 1994
3. Девятов В.П., Аксенов Л.А., Кривенко О.В., Харитонов Н.С. Опыт решения на ЭВМ задач оперативного контроля и анализа санитарно-бактериологической обстановки – «Ж. микробиол.», 1992, № 3
4. Воробьев Е.И., Селидовкин Д.А., Романовский Г.В., Кривенко О.В. Основы эпидемиологической кибернетики: Учебно-методическое пособие – М.: Минздрав СССР, 1985
5. Леонтьева Л.Г., Романовский Г.В., Кривенко О.В. Оценка инфекционной заболеваемости при помощи нормированных показателей – «Ж. микробиол.», 1976, № 11
6. Бокс Д., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Выпуск 1. Прогноз и управление. М., 1974
7. Селидовкин Д.А., Романовский Г.В., Леонтьева Л.Г. «Математические основы количественной оценки интенсивности течения эпидемического процесса при оперативном слежении за инфекционной заболеваемостью» – «Ж. микробиол.», 1974, № 7
8. Решение задачи “Оперативное слежение за инфекционной заболеваемостью” в условиях АСУ» – Сб. докладов симпозиума «Опыт разработки и применения АСУ в ЗГУ МЗ СССР», М., 1973