

В.М.Дубянский, О.В.Малецкая**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ УГРОЗ
В СУБЪЕКТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ***ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт», Ставрополь*

Предложена методика оценки внешних и внутренних угроз биологической безопасности субъекта Российской Федерации, позволяющая интегрировать весь актуальный поток медицинской и географической информации и стратифицировать территорию в зависимости от величины биологической угрозы.

Ключевые слова: биологические угрозы, эпизоотия, ГИС, методика оценки.

V.M.Dubynsky, O.V.Maletskaya**Method of Biohazard Evaluation Regarding Internal and External Threats
at the Level of Constituent Entity of the Russian Federation***Stavropol Research Anti-Plague Institute, Stavropol*

Put forward is the method of evaluation of external and internal biosafety hazards at the level of constituent entity of the Russian Federation. It makes integration of the whole mass of medical and geographical information possible, and helps to stratify the territory depending upon the biohazard degree.

Key words: biological hazards, epizooty, GIS, method of evaluation.

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия территории Российской Федерации диктует необходимость учета всех существующих и возможных внешних и внутренних угроз – факторов риска биологической безопасности регионов.

В данной статье мы рассматриваем биологические угрозы, ответственные за внезапное обострение эпидемиологической обстановки. К таким угрозам относятся вариабельность биологических характеристик известных и появление новых возбудителей болезней, экстремальные события природного генеза, техногенные катастрофы, а также негативные явления в социальной сфере (межэтнические и военные конфликты), глобализация мировых экономических процессов, низкий уровень санитарно-гигиенических условий жизни населения.

Анализ доступных литературных сведений показал, что в настоящее время не существует единой методики оценки биологической опасности внутренних и внешних угроз с возможностью отражения этой оценки в геоинформационных системах (ГИС). Изучены алгоритмы оценки эпидемической угрозы при чуме и прогнозирования эпизоотической активности очагов чумы как примеры, в которых риски заражения человека и возможность возникновения эпизоотии имеют количественную оценку [3–5]. Частично используя эти алгоритмы, мы разработали методику оценки биологической опасности внутренних и внешних угроз в субъекте Российской Федерации, которая учитывает их разнообразие и нечеткую структурированность исходной информации.

Разрабатывая алгоритм оценки эпидемических рисков, мы исходили из положения, что расчеты и результаты оценки внутренних и внешних угроз в субъекте Российской Федерации будут производиться с использованием платформы ArcInfo не ниже версии 9.1.

Предлагается проводить оценку угроз по формализованной пространственно-временной шкале. За единицу пространственной шкалы принимается сектор первичного района, кодированный в соответствии с принципами паспортизации природных очагов чумы. Такое формальное деление территории дает возможность оценить, стратифицировать и прогнозировать, основываясь на постоянной географической привязке единицы пространственной шкалы. Принятый масштаб достаточен для визуализации полученных результатов в ГИС. Это выгодно отличает предлагаемый подход от широко используемого в эпидемиологии административного деления территории, так как административные единицы субъекта Российской Федерации не стабильны в пространственно-временном измерении. Вместе с тем, оценка угроз в административно-территориальных единицах субъекта Российской Федерации сохранится для обобщения информации или для тех случаев, когда ее использование является предпочтительным, что также включают возможности ArcInfo.

В качестве основы оценки биологической опасности различных факторов предлагается использовать матрицу, формирующуюся на основе стандартного потока медицинской информации. Условная шкала имеет диапазон 0–4 для удобства двоичного (0, 1) и

квартильного (1–4) исчисления веса предикторов. Для каждого сектора первичного района строится своя матрица (таблица), позволяющая рассчитать текущую биологическую опасность и отразить результат на карте субъекта Российской Федерации в ГИС ArcView.

Важным свойством предлагаемой матрицы является ее гибкая структура, способная использовать неопределенно большое количество предикторов, каждый из которых оценивается по конечному количеству параметров. Такой подход позволяет проводить оценку угроз с использованием той информации, которая доступна на момент проведения оценки. В таблице приводятся предикторы для таких видов внутренних и внешних угроз, как инфекционная заболеваемость, гидрологические природные явления, миграционные процессы, международное и внутреннее сообщение. Однако матрицу можно увеличить или уменьшить в зависимости от количества видов угроз и доступных предикторов.

В зависимости от целей исследования, ранжирование территории по степени биологической угрозы может быть направленным, т.е. возможно отбирать предикторы только для внешних или только для внутренних угроз и ранжировать территорию, например, по угрозе возникновения конкретной инфекции.

Итоговая оценка предикторов рассчитывается по формуле:

$$I = \sum p \cdot O,$$

где I – итоговая оценка предикторов, $\sum p$ – сумма оценок предиктора по колонке балльности, O – значение колонки балльности.

Итоговая информативность сектора рассчитывается по формуле:

$$P = \sum I / \sum K,$$

где $\sum I$ – сумма итоговых оценок предикторов по колонкам, $\sum K$ – количество всех предикторов в матрице.

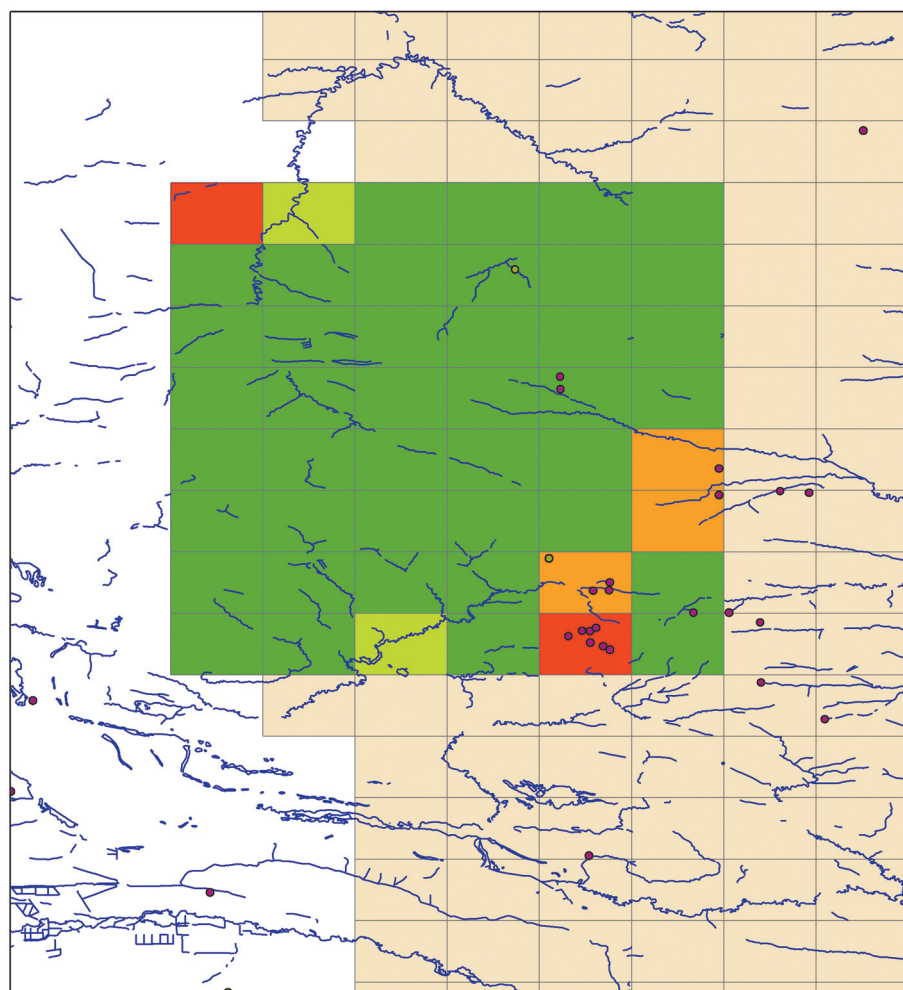
Затем вычисленные по формуле информативности для всех секторов сводятся в общий ряд и ранжируются по квартилям. Степень угрозы определяется квартилем, в который попадает значение информативности для сектора: до 1 – отсутствует или низкая; от 1 до 2 – средняя; от 2 до 3 – высокая; выше 3-го – очень высокая.

К таблице атрибутов слоя «Сектора первичных районов», разработанного для ГИС, присоединяется в виде библиотеки электронная таблица, состоящая из двух колонок: «Код сектора первичного района» и «Информативность». Градиенты заливки каждого сектора группируются в соответствии с квартилем, конечная картина выдается в виде цветной пространственной шкалы угроз: от уровня «зеленого» – низкая или отсутствует до «красного» – угроза очень высокая (рисунок).

Матрица для расчета биологической опасности сектора первичного района

Предиктор	Оценка				
	1	2	3	4	Итоги
Группа возбудителя болезни					1
Сектор входит в очаг да/нет	1				
Эпизоотия есть/нет	1				
Основной носитель вовлечен/нет	1				
Другие носители вовлечены/нет	0				
Численность основного носителя	1				
Численность второстепенных носителей		1			
Численность основного переносчика			1		
Численность второстепенного переносчика			1		
Миграционная активность блох	1				
Наличие постоянного населения	0				
Наличие временного населения	0				
Численность грызунов в населенных пунктах		0			
Численность блох <i>Pulex irritans</i> в населенных пунктах	0				
Численность блох в населенных пунктах	0		0		
Контакт человека с блохами в поле	0				
Охота на носителей опасных инфекционных болезней	1				
Наличие стогов	1				
Численность мышевидных грызунов			1		
Наличие колодцев или каптажей	0				
Крупные хозяйства КРС	0				
Крупные хозяйства МРС	0				
Крупные хозяйства смешанного рогатого скота	0				
Мелкие и частные хозяйства КРС	0				
Мелкие и частные хозяйства МРС	0				
Мелкие и частные хозяйства рогатого скота	0				
Наличие анофелогенных водоемов	0				
Наличие водоемов с вероятностью наводнений	1				
Наличие сибиреязвенных захоронений	1				
Наличие аэропорта	0				
Наличие международного аэропорта	0				
Наличие ж/д вокзала	0				
Наличие автовокзала	0				
Наличие насыпей путепроводов, дорог и пр.	0				
Проводятся ли в секторе земляные работы	0				
Проводятся ли в секторе сельскохозяйственные работы	1				
Сумма оценок предикторов	9	6	9	0	($\sum I$) = 24
Итоговая информативность сектора $P = \sum I / \sum K$					0,685714

Примечание. Заштрихованы ячейки, не предполагающие использования четырехбалльной шкалы для оценки.



Пример ранжирования территории субъекта РФ по степени потенциальной биологической опасности:

- Гидрография (линии)
- Гидротехнические объекты (точки)
- Населенные пункты (точки)
- Гидрография (линии)

Оценка биологической опасности сектора:

- Слабая или отсутствует
- Средняя
- Высокая
- Очень высокая

В качестве примера опишем группы предикторов, использованных для тестовой проверки пространственной оценки биологических угроз. Некоторые предикторы являются взаимосвязанными, т.е. наличие одного из них автоматически подразумевает наличие связанных.

Рассмотрим группу предикторов, оцениваемых по двоичной системе «Да = 1» и «Нет = 0». Результаты их оценки вносятся в колонку 1 таблицы.

Предиктор «Сектор входит в очаговую территорию»: ставится «1», если сектор входит в очаговую территорию, «0» – вне очаговой территории. «Наличие постоянного населения»: ставится «1», если постоянное население зафиксировано, «0» – отсутствует. Данный предиктор связан с предикторами «Наличие аэропорта», «Наличие международного аэропорта», «Наличие ж/д вокзала», «Наличие автовокзала». «Эпизоотия есть/нет»: «1» – при обнаружении эпизоотии на момент составления матрицы, «0» – не обнаружена. «Основной носитель вовлечен/нет», «Другие носители вовлечены/нет»: «1» – при вовлечении носителей в эпизоотию на момент составления матрицы, «0» – носители не вовлечены в эпизоотию. Эти предикторы связаны с предиктором «Наличие эпизоотии». «Возможность контакта человека с блохами в поле»: «1» – контакт возможен, «0» – невозможен. Предиктор имеет связь

с предиктором «Миграционная активность блох». «Наличие стогов»: «1» – наличие стогов установлено, «0» – стога отсутствуют. Связан с предиктором «Проводятся ли в секторе сельскохозяйственные работы».

Все связанные предикторы данной группы оцениваются аналогично.

Следующая группа – предикторы, оцениваемые по четырехбалльной шкале. Результаты оценки вносятся в колонки 1–4 таблицы.

Предиктор «Группа возбудителей болезней» классифицирует возбудителей инфекционных болезней. Оценка опасности выставляется в соответствии с правилами ВОЗ, т.е. наиболее опасные возбудители оцениваются наивысшим баллом. Таким образом, при чуме знак «1» ставится в колонку балльности «4».

Предикторы, относящиеся к численности носителей и переносчиков («Численность основного носителя», «Численность основного переносчика» и т.д.), оцениваются по четырехбалльной шкале на основе квартильного анализа. Значения численности, входящие в интервал от нуля до первого квартиля включительно, отмечаются в колонке «1»; от первого до второго квартиля включительно – в колонке «2»; от второго до третьего квартиля включительно – в колонке «3»; выше третьего – в колонке «4».

В качестве предикторов можно использовать стандартные коэффициенты, используемые для оценки эпизоотического и эпидемического потенциалов природных очагов чумы. В первую очередь, имеются в виду эпидемический потенциал энзоотичной территории и индекс эпизоотичности. Рассчитанные индексы ранжируются и делятся на квартили. Эти предикторы также относятся к группе оцениваемых по четырехбалльной шкале.

Характеристику отдельных предикторов можно получить из паспортной информации сектора первичного района, или непосредственно из пополняемой информации ГИС. Для этого на сетку первичных районов последовательно накладываются значимые слои ГИС для заполнения матрицы угроз. В матрице отмечается наличие или отсутствие угроз в строке соответствующего предиктора (наличие родников, наличие рек с возможностью паводков и пр.), если они попадают в пределы требуемого сектора первичного района.

Для камерального заполнения матрицы угроз весьма важным источником информации является использование методов дистанционного зондирования земной поверхности. В отличие от редко обновляемых географических карт, космические снимки земной поверхности позволяют получать актуальную географическую информацию и отслеживать вновь происходящие изменения в секторе.

Предложенная методика количественной оценки биологической опасности внутренних и внешних угроз в субъекте Российской Федерации позволяет стратифицировать территорию с учетом всей имеющейся информации. Безусловно, она носит предварительный характер. В перспективе предполагается ее развитие, в частности переход на расчет информативности в виде информационной формулы Кульбака [2, 3].

Работа выполнена по государственному контракту № 64-Д/2 от 25.08.2010 в рамках федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2013 годы)».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. Л.: Медицина, Ленинградское отделение; 1978. 296 с.
2. Гублер Е.В., Генкин А.А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Л.: Медицина, Ленинградское отделение; 1973. 141 с.
3. Дубянский М.А., Кенжебаев А., Степанов В.М., Асенов Г.А., Дубянский Л.Д. Прогнозирование эпизоотической активности чумы в Приаралье и Кызылкумах. Нукус: Каракалпакстан; 1992. 240 с.
4. Онищенко Г.Г., Кутырев В.В., редакторы. Природные очаги чумы Кавказа, Прикаспия, Средней Азии и Сибири. М.: Медицина; 2004. 191 с.
5. Ривкус Ю.З., Наумов А.В., Хотько Н.И., Гельдыев А. Эпидемиология и профилактика чумы. Ашгабад: Магарыф; 1992. 239 с.

References (Presented are the Russian sources in the order of citation in the original article)

1. Gubler E.V. [Computational Methods for Analysis and Identification of Pathological Processes]. L.: Meditsina; Leningrad. Dep; 1978. 296 p.
2. Gubler E.V., Genkin A.A. [Application of Statistical Non-Parametric Criteria in Medico-Biological Investigations]. L.: Meditsina, Leningrad. Dep.; 1973. 141 p.
3. Dubyansky M.A., Kenzhebaev A., Stepanov V.M., Asenov G.A., Dubyanskaya L.D. [Prognostication of Plague Epizootic Activity in Sub-Aral and Kyzyl Kum Areas]. Nukus: Qorlqalpogiston; 1992. 240 p.
4. Onishchenko G.G., Kutyrev V.V., editors. [Natural Plague Foci of Caucasus, Caspian Sea Region, Central Asia, and Siberia]. M.; 2004. 191 p.
5. Rivkus Yu.Z., Naumov A.V., Khot'ko N.I., Gel'dyev A. [Plague Epidemiology and Prophylaxis]. Ashghabat: Magaryf; 1992. 239 p.

Authors:

Dubyansky V.M., Maletskaya O.V. Stavropol Research Anti-Plague Institute. Sovetskaya St., 13–15, Stavropol, 355035, Russia. E-mail: snipchi@mail.stv.ru

Об авторах:

Дубянский В.М., Малецкая О.В. Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт. 355035, Ставрополь, ул. Советская, 13–15. E-mail: snipchi@mail.stv.ru

Поступила 22.12.11.