

УДК 616.9-036.21:002.5

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНОГО ОЧАГА С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

Дулицкий А.И., Коваленко И.С.

Современные географические информационные системы (ГИС) получили широкое распространение в управленческой, хозяйственной, научной деятельности различных ведомств (по чрезвычайным ситуациям, в сельском хозяйстве, геологической разведке, военном деле, природопользовании и т.д.) как инструмент анализа, позволяющая моделировать различные пространственные ситуации на местности. Однако с помощью ГИС еще недостаточно изучены или вообще не изучались возможности анализа многих сторон специфических экологических процессов, одним из которых является эпизоотический процесс.

Эпизоотический процесс – это непрерывный процесс возникновения и распространения инфекционных болезней животных, развивающихся при наличии источников, факторов передачи возбудителя инфекции и восприимчивого поголовья.

Для оценки этого явления важным является осуществление мониторинга природно-очаговых территорий. Анализ результатов мониторинга эпизоотологической ситуации на очаговых территориях проводился и ранее, однако к настоящему времени накопились значительные объемы материалов, и ограничиться их обработкой обычными математическими и статистическими методами недостаточно, т.к. эпизоотический процесс – процесс многофакторный и многовекторный.

Информацию о динамике эпизоотического процесса получают при целенаправленном лабораторном исследовании материала (млекопитающие, эктопаразиты, погадки, экскреты, вода, почва и др.), собранного в природе, а также косвенно - при регистрации случаев природно-очаговых заболеваний среди людей. По своей эффективности и достаточности (объективности) основными лабораторными методами, используемые для диагностики эпизоотологического процесса, являются бактериоскопический, бактериологический (вирусологический) и серологический.

Эпизоотический процесс – явление системное, поэтому любой результат исследования занимает определенное место в пространственно-временной структуре природного очага. При его изучении чаще всего используется случайный-выборочный метод, по результатам которого сложно воссоздать полную картину эпизоотического процесса. Этот метод дает возможность оценить время прохождения и фазу процесса по следующим главнейшим параметрам:

- географический адрес полученной информации,
- наличие (выделение) возбудителя,

- титр реагента (числовое значение концентрации) в положительной диагностической серологической реакции,

- видовой и групповой (по степени чувствительности к возбудителю) состав теплокровных хозяев, от которых получен инфицированный материал.

Целью работы явилось изучение возможности использования ГИС-технологий для изучения пространственно-временной структуры очага природно-очаговой инфекции (на примере туляремии).

Крымской противочумной станцией с 1978 по 1997 гг. исследовано бактериологическим и серологическим методами 45080 экземпляров 27 видов мелких млекопитающих – преимущественно грызунов и насекомыхядных, в том числе на туляремию – 34650 экземпляров. При этом получено 372 (~1,1%) положительных результата.

Вся имеющаяся информация упорядочена в виде электронных баз данных в форматах Excel и ArcView. Создание электронно-картографических слоев проведено по следующим параметрам:

- видовые (хозяина, возбудителя),
- временные (год, месяц),
- территориальные (район, азимут, удаление),
- экологические (станция),

-микробиологические методы исследования (серологический, бактериологический) и т.д.

Собранные материалы характеризуют: динамику процесса по годам, видам основных и второстепенных носителей, активности эпизоотийных проявлений, по положительным (отрицательным) находкам при использовании различных лабораторных методов.

Использование ГИС открывает и другие возможности. В частности, используя фрагментарные материалы и метод выборочно-случайного обследования территории, можно реконструировать и проанализировать территориально-временной "срез" состояния природного очага, приблизительную картину его формирования и векторность.

Для этого использовался следующий алгоритм. Сначала на электронную карту нанесли информацию за конкретный период (календарный год) работы, затем создали отдельные "слои" по видам хозяев, нозоформам, методам лабораторного исследования, по временным отрезкам (месяцам). В результате полученные данные отображали в виде картограмм, сопровождаемых диаграммами с попарными количественными характеристиками взаимоотношений различных взаимозависимостей исследуемого эпизоотического процесса.

Послойный (вид – месяц) анализ базы показывает изменение как фаунистического, так и долевого состава теплокровных носителей, что дает возможность судить о фазе развития эпизоотического процесса. Аналогичное сопоставление слоев (месяц – точка) показывает динамику распространения по территории и прохождения фаз эпизоотического процесса в определенной точке. Фрагменты такого анализа осуществлялись и ранее, но с большими затратами времени, и были статичными.

В режиме ГИС-анализа информация воспринимается в динамическом состоянии. При дальнейшем пополнении объема и содержания информации аналогичного характера гипотеза по реконструкции эпизоотического процесса может проверяться и модифицироваться – расширяться и корректироваться.

Изучение развития эпизоотического процесса, который начинается, как правило, не в виде взрыва, вспышки, а в виде возгорания на ограниченной площади (картосхема 1), во многом зависит от условий внешней среды, в связи с чем, при дальнейшей работе в этом направлении в число учитываемых параметров будут включены дополнительные физические и климатические факторы.

Эпизоотический процесс распространяется в биогеоценозе с различной скоростью и охватывает варьирующие по площади территории. ГИС-технологии позволяют путем наложения указанных временных (месячных) слоев, вычленить участки микроочагов, проследить их развитие и разрастание.

Это следует из анализа последовательных месячных карт-слоев точек, в которых были обнаружены возбудитель туляремии или его следы по анализу данных за 1989 г. Сравнение январской и февральской картограмм показывает, что в этот промежуток времени эпизоотический процесс распространился из Первомайского р-на в Раздольненский и далее в Черноморский р-н (очаг № 1, картосхема I-II). В это же время очаг в Джанкойском районе передвинулся на границу Нижнегорского и Советского р-нов (очаг № 2, картосхема I-II), а очаг из присивашской зоны – к югу, где надолго закрепился на границе Кировского р-на и территории Феодосийского горсовета (очаг №3, картосхема I-II). В то же время первичные очаги Керченского полуострова разрастаются и сливаются на большей части этой территории.

Дальнейший анализ картограмм положительных серологических находок показывает, что воздействие январского очага № 3 сохраняется вплоть до сентября включительно. Отсутствие положительных находок в марте и апреле связано, вероятно, не с последствиями предыдущей эпизоотии, а с зарождением очередной, так как наличие серологических находок низких титров при туляремии среди животных-хозяев I группы (в отличие от большинства других зоонозов) свидетельствует не о прошедшем, а о начинающемся эпизоотическом процессе. Этим же, по-видимому, объясняется отсутствие серологических находок на Керченском полуострове, так как интенсивная и разлитая зимняя эпизоотия, при которой все заразившиеся грызуны, оказавшиеся принадлежащими к I группе (высоковосприимчивые и высокочувствительные), вымерли.

Продуктивность используемой ГИС-технологии заключается в том, что при проведении пространственно-временного анализа эпизоотийной ситуации возможно получение прогностических результатов. Но для этого необходимо в дальнейшем решить ряд предварительных задач.

Необходим мониторинг природных очагов инфекций, включающий регулярное обследование территории Крыма по площадям, административным территориям, временным графикам. Это позволит более аргументировано прогнозировать ситуацию на основании получаемых при лабораторном исследовании фрагментарных, эпизодических территориальных проб инфицированного

материала. Задача эта сложная, т.к. связана с огромными трудовыми и финансовыми затратами. Однако, для значительного сокращения этих затрат в дальнейшем, используя данный подход, целесообразно и перспективно в течение 2-3 эпизоотических лет провести систематическое обследование территории полуострова для исчисления модельных зависимостей (констант), которые необходимы для создания алгоритмов вероятностных карт-прогнозов.

Приведенные результаты показывают, что возможно проведение более точного анализа пространственно-временной структуры природного очага с помощью ГИС-технологий. При этом, на наш взгляд, существенны следующие задачи и подходы:

- для создания модельных временных карт-слоев обследование природно-очаговой территории необходимо проводить через более мелкие по сравнению с используемыми, временные интервалы (декадные или даже недельные);

- в природном очаге возбудителя каждой нозоформы необходимо тщательное исследование так называемой "зоны зачернения", т.е. радиуса территории, на которой находится инфект в момент взятия пробы для лабораторного исследования, по отношению к точке его обнаружения;

- необходим картографический анализ соотношения очаговых территорий с физико-географическими особенностями мест их обнаружения (биоценотические связи; для прогноза направления распространения инфекта).

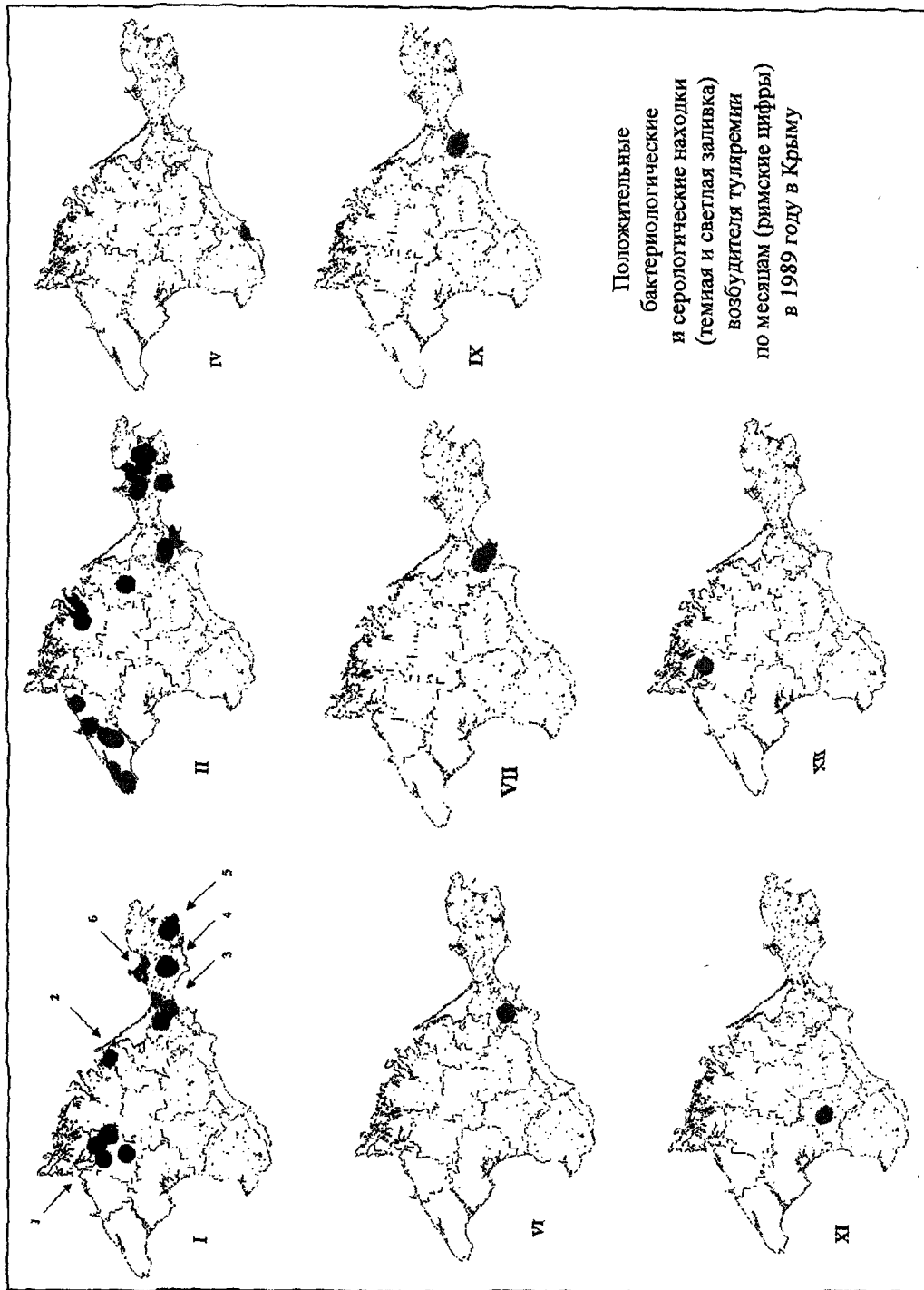
Полученные результаты позволяют судить о взаимодействии и взаимозависимости различных по площади и прохождению эпизоотических очагах.

Очаговая территория – крупное территориально-экологическое образование, стабильное по расположению и по времени (продолжительности) существования со сложившимся биогеоценозом, в состав которого входит в качестве компонента микроорганизм.

Использование ГИС показывает, что некоторые терминологические понятия (первичный очаг, микроочаг, элементарный очаг, затухающий очаг, свежий очаг и др.) имеют определенное смысловое значение, но не имеют постоянной географической привязки, поэтому они отражают не суть, а детали проявления эпизоотического процесса на очаговой территории.

Поскольку представленные факты сопровождаются биоценотической характеристикой разновекторного процесса, которым является эпизоотический, следует отметить, что ГИС-технологии можно использовать для анализа как однонаправленных, так и разновекторных взаимодействий.

Таким образом, использование ГИС-технологий, как вспомогательного метода анализа пространственно-временной структуры природного очага инфекции способствует лучшему пониманию его возникновения, распространения, затухания и других особенностей эпизоотического процесса.



Статья поступила в редакцию 19 мая 2003 г