

Евстафьев И.Л., Пышкин В.Б., Евстафьев А.И., Товпинец Н.Н.
ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Стремительный прорыв в развитии компьютерных технологий открыл новые горизонты перед эпизоотологией – наукой, стоящей на стыке зоологии, экологии и медицины. Одна из важнейших эпизоотологических задач – изучение природной очаговости. На территории Крымского полуострова, благодаря разнообразию климата и рельефа, флоры и фауны, сформировались разнообразные и уникальные природные биогеоценозы, в рамках которых сложились и активно функционируют природные очаги многих инфекций, представляющие реальную угрозу здоровью и жизни людей. Поэтому, перед экологами, и эпизоотологами в частности, встали задачи изучения особенностей структуры и закономерностей функционирования природно-очаговых биоценозов, оконтуривания занимаемой ими территорий, выявления реальных и потенциальных ядер природной очаговости. Решение этих, и целого ряда других задач, невозможно без применения новых современных средств и методов сбора, хранения и анализа информации.

Поэтому, в данной работе рассматривается использование электронных таблиц для создания баз данных по природным очагам и ГИС-технологий для их анализа, на примере очагов марсельской лихорадки. Марсельская лихорадка – природно-очаговая инфекция, заболеваемость людей которой регистрируется в Крыму с 1930 г., а в последние годы отмечена активизация ее очагов [1, 3]. Основным хранителем и переносчиком данной инфекции – собачий клещ *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806), а прокормители клещей всех фаз развития и резервуар возбудителя – собаки [2].

Для анализа распространения и численности иксодовых клещей, использована база данных по сборам иксодид на территории Крыма за период с 1986 по 2003 год. Сборы проводились авторами, специалистами Крымской республиканской, городских и районных СЭС и Крымской противочумной станции МОЗ Украины во время зоопаразитологических обследований населенных пунктов и открытых биотопов. В электронной базе, внесены данные сборов более 155 тыс. экз. иксодовых клещей из 5866 точек (около 400 населенных пунктов); осмотрено более 5,6 тыс. собак, 32 тыс. голов крупного и 200 голов мелкого рогатого скота. Из общего числа осмотренных животных заражено клещами *Rh. sanguineus* 3658 собак (зараженность 64,8%), 1470 коров (4,6%) и 45 коз (22,5%).

Анализ пространственно-координационной информации проводился с использованием пакета программного обеспечения фирмы ESRI – программы ArcView GIS 3.2a и модулей к ней.¹ Электронная база создана и статистически обрабатывалась в программном продукте Microsoft Office - Excel 2003.

До последнего времени вся информация хранилась на бумажных носителях, что делало практически невозможным проведения ее полноценного анализа. Внедрение в работу ПК и использование электронных таблиц в качестве накопителей поступающей информации, позволяет оперативно решать довольно широкий круг задач и, в частности, вводить в ячейки электронных таблиц числовую и текстовую информацию, просматривать, дополнять и обновлять их содержимое, проводить расчеты по созданным пользователем формулам или имеющимся в программном обеспечении ПК пакетов статистического анализа. Благодаря этому ускорился весь процесс обработки собранной информации и появилась возможность предпринимать сложный многомерный анализ данных, проводить моделирование изучаемых процессов.

На современном этапе, вся получаемая информация по основным участникам эпизоотического процесса, а именно: по мелким млекопитающим, как резервуарам возбудителей природно-очаговых инфекций и по членистоногим-эктопаразитам, выполняющим роль переносчиков, а нередко и хранителей возбудителей этих инфекций, накапливается в электронных базах данных и используется для решения экологических и эпизоотологических задач.

Однако все нарастающий поток получаемой информации потребовал применения новых методологических подходов и современных средств обработки и анализа данных. Так как решение ряда прикладных эколого- и медико-географических исследований, связанных с проведением аналитической обработки массивов пространственно-координационной информации, и в частности выявления закономерностей пространственно-временной организации природно-очаговых биоценозов, невозможно без использования технологий геоинформационных систем (ГИС-технологий), как технологической базы интеграции пространственно-координационной информации.

Основой для такой работы служат существующие обширные банки данных, характеризующие те или иные аспекты природных и хозяйственных условий, выполненные в виде отдельных электронных слоев-файлов и позволяющие легко проводить анализ отдельных показателей по любой комбинации признаков.

При изучении природных очагов марсельской лихорадки в Крыму и оценке их потенциала на различных административных территориях, необходимо, прежде всего, определение границ ареала клеща *Rh. sanguineus* и выявление закономерностей его пространственного распределения. Эта задача решалась на основе электронных баз данных при помощи программы ArcView путем создания соответствующих геоинформационных слоев-файлов в виде «слоенного пирога». На фоне базовых слоев («очертания Крыма» и «Административные районы») был создан слой, на который нанесены все точки сбора иксодовых клещей на территории АР Крым и поверх него – слой с местами обнаружения собачьих клещей (рис.1).

¹ Авторы выражают искреннюю благодарность Карпенко С.А. и сотрудникам Центра «Технологии устойчивого развития», за приобщение к миру геоинформационных технологий и обучение работы с ГИС-программами без чего невозможно было бы проведение данного исследования.

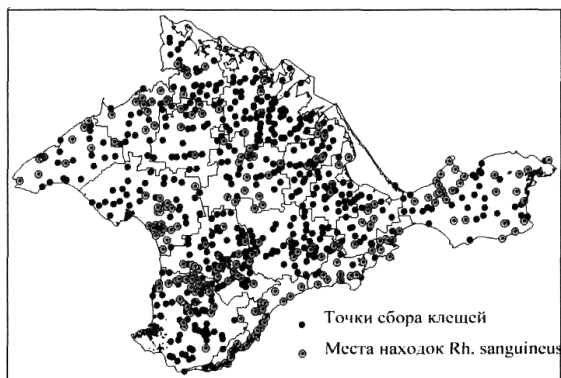


Рис.1. Точки сбора иксодовых клещей на территории АР Крым и места обнаружения собачьих клещей *Rhipicephalus sanguineus* за 1986-2003 г.г.

Приведенная информация показывает, что собачьи клещи отмечаются на всей территории полуострова. Однако, визуализированные на рис.1 данные не дают объективной информации о различиях в количественных показателях (числа собранных собачьих клещей) в различных населенных пунктах, что не позволяет в полной мере оценить значимость отдельных локальных популяций клещей в эпизоотологии марсельской лихорадки в Крыму. Поэтому на новом слое (рис.2) изображено пространственное распределение собачьих клещей исходя из количества клещей собранных в данной точке за все годы наблюдений.

Визуализация многолетних данных (рис.2) показывает крайнюю неравномерность распределения клещей по территории полуострова с образованием очагов повышенной численности в ряде приморских населенных пунктов: на Южном берегу, в Сакском районе, Евпатории, на Керченском полуострове и других местах.

Исследования показали, что в населенных пунктах с низкой численностью клещей (в которых обнаружено от одного до полусотни экз.), как правило, создаются локальные, ограниченные коротким временным периодом существования агрегации клещей. Они, по-видимому, состоят из потомства одной или нескольких самок, занесенных сюда бродячими собаками. Такие временные скопления клещей не могут играть определяющей роли в поддержании активности природных очагов марсельской лихорадки.

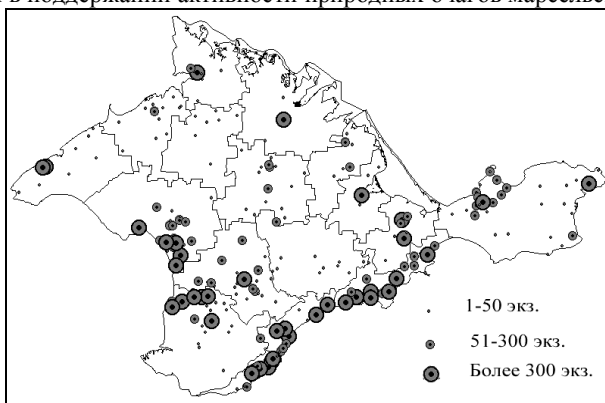


Рис.2. Пространственное распределение клещей по количественным показателям.

Привлечение к анализу различных физико-географических данных (температуры, влажности, осадков и др.) дает возможность полнее и шире познать закономерности распределения клещей, однако в одной статье рассмотреть все факторы не представляется возможным. В качестве примера, приведем результаты наложения топографического слоя (горизонталь 300 м над у.м.) и слоя древесной (лесной) растительности (рис.3). Анализ показал, что с повышением высоты местности, количество собранных собачьих клещей уменьшается, а в населенных пунктах, расположенных на высотах более 300 м над у.м., *Rh. sanguineus* встречается редко или вовсе отсутствуют.

Необходимо заметить, что при эколого-эпизоотологических исследованиях важно определить факторы физической среды, оказывающие то или иное воздействие на функционирование природно-очаговых биоценозов. Это необходимо для проведения мониторинговых исследований очаговых сообществ и разработки научно обоснованной прогнозной оценки уровня эпидопасности территории региона, охваченного мониторинговыми исследованиями.

Заболеемость людей марсельской лихорадкой (материалы отдела ООИ Республиканской СЭС), как результат вовлечения человека в циркуляцию возбудителя в очагах этой инфекции, носит преимущественно спорадический характер, а распределение случаев заболеваемости по территории полуострова крайне неравномерное (рис.4.).

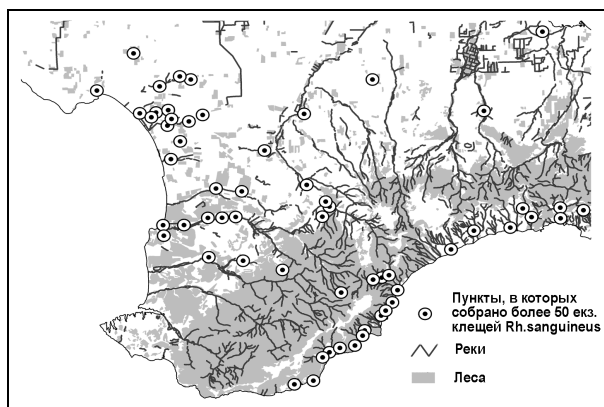


Рис.3. Хорологическое распределение собачьих клещей в предгорной и горно-лесной зонах Крыма.

Однако даже беглого сравнительного взгляда на рисунки с нанесенной заболеваемостью (рис.4.) и распределением клещей (рис.2.) по территории полуострова достаточно, чтобы отметить тесную связь этих показателей. Приведенные выше данные показывают, что число заболевших марсельской лихорадкой находится в тесной связи с показателями численности клещей *Rh. sanguineus*.

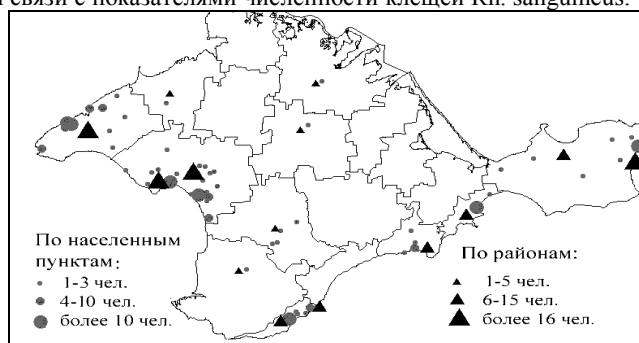


Рис.4. Показатели заболеваемости людей по населенным пунктам и административным районам и городам АР Крым за 1996-2003 г.г.

Не останавливаясь на различных аспекта причинно-следственных связей заболеваемости и численности клещей по территории, можно констатировать, что полноценное и длительное функционирование природных очагов марсельской лихорадки в Крыму, включающих популяции возбудителя (риккетсию *R. conorii*), переносчика (клещей *Rh. sanguineus*) и хозяев-прокормителей (собак), наиболее успешно в населенных пунктах приморских регионов.

Поэтому, следующим шагом анализа природных очагов марсельской лихорадки должно быть оконтуривание их границ. ГИС-технологии позволяют при помощи изолиний достигнуть необходимую степень генерализации, что особенно ценно при очерчивании контуров природных очагов инфекций по таким показателям, как лоймпотенциал очага, численность носителей и переносчиков возбудителей и др. Такие карты наглядно демонстрируют лучшие стороны современного компьютерного картографирования и позволяют по ним выделять наиболее эпидемически опасные территории для определения комплекса профилактических мероприятий с учетом социально-демографических факторов (плотности населения; доли населения, занятого в промышленности, сельском и лесном хозяйстве и т.д.).

По предварительным данным, на основе проведенного анализа хорологического распределения клещей и заболеваемости людей, можно заключить, что популяция возбудителя марсельской лихорадки занимает юго-западную, южную и юго-восточную часть Крымского полуострова (Рис.5). Она представлена в виде локальных очагов (ядер очаговости), с более или менее тесными связями участников эпизоотического процесса между собой. Из наиболее эпидзначимых локальных очагов, которые активно функционируют в последние годы, следует выделить: Черноморский, Евпаторийско-Сакский, Ялтинско-Гурзуфский, Судакский, Феодосийский и Керченский. Кроме того, потенциально опасной следует признать территорию Алуштинской зоны и приморскую и предгорную зону Бахчисарайского и Симферопольского районов.

Таким образом, применение ГИС-технологий в решении эколого-медицинских задач, позволяет использовать, совмещать и сравнивать обширный статистический материал не только по компонентам природно-очаговых биоценозов, но и с заболеваемостью людей этими инфекциями и многочисленными переменными факторами внешней среды для последующего статистического анализа и их картографического (наглядного) отображения. Возможность представления пространственно-координатной информации в картографическом виде, является одним из основных достоинств электронных карт.

Следующий этап эпизоотологического анализа – медико-географическое прогнозирование, является одним из наиболее важных этапов эпизоотологической работы. Методы, применяемые при создании прогнозов, базируются на стохастическом, вероятностном подходе к прогнозируемым явлениям, а одним из

важных инструментов медико-географического прогнозирования является прямая экстраполяция того или иного рода процессов в будущее. Поэтому, для проведения мониторинга (временного и пространственно-го) за природно-очаговыми биоценозами и составления эпизоотологических прогнозов, очень важно определить эталонные территории-аналоги, которые позволят экстраполировать полученную на них информацию на базовый регион. Предварительные данные, полученные благодаря применению ГИС-технологий, позволяют обоснованно определить Евпаторийско-Сакский и Черноморский очаги, как наиболее подходящие в качестве эталонных участков для изучения природной очаговости марсельской лихорадки и создания ее структурно-функциональной модели.

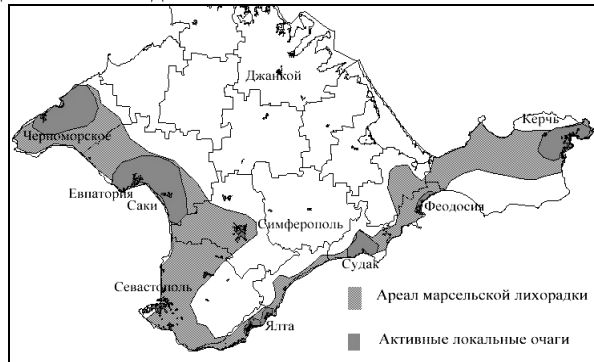


Рис.5. Ареал марсельской лихорадки в Крыму.

Эталонные участки служат основой для моделирования процессов природной очаговости, т. е. выявления эмпирических и теоретических зависимостей с помощью математических методов. В значительной степени ГИС-технологии со всем их арсеналом программного обеспечения и мощных средств анализа, позволяют в определенной мере соединить идеи математического и картографического моделирования, предоставляя экологам, эпизоотологам и медико-географам ценную информацию для дальнейших исследований. Моделированию и прогнозированию в эколого-эпизоотологических исследованиях должно принадлежать ведущее место, однако следует констатировать, что на сегодня еще не реализованы многие идеи картографического и математико-картографического моделирования применительно к экологии и эпизоотологии – это дело ближайшего будущего.

Таким образом, использование ГИС-технологий, как нового и дополнительного метода, применяемого в зоологических исследованиях, открывает новые возможности аналитической интерпретации получаемых результатов. Назрела острая необходимость создания карт, отражающих современную экологическую и эпизоотологическую ситуацию, которые должны войти в пакет карт комплексной экологической и медико-географической оценки территории, включающих в себя карты-слои по распространению и численному показателю иксодовых клещей, как основных хранителей и переносчиков зоонозных инфекций; карты градиентов тех компонентов внешней среды, которые оказывают влияние на состояние природно-очаговых биоценозов и влияющие на тесноту контакта населения с основными участниками эпизоотологического процесса и др.

Бесспорно, что на сегодняшний день, от степени компьютеризации зависит прогресс всего общества. Использование ГИС-технологий перед экологами и эпизоотологами открывает огромные возможности, которые предоставляет компьютерное картографирование. Однако для повышения эффективности работы в этой области необходим координирующий центр, специализирующийся по работе с ГИС-технологиями, что позволит сделать значительный прорыв в широком применении современных ГИС-технологий в экологических исследованиях и практической медицине.

Источники и литература

1. Богатырева Л.М., Захарова Т.Ф., Евстратов Ю.В.// К вопросу клещевого риккетсиоза (марсельской лихорадки) в Крыму // Санохр. тер-рии Украины и проф-ка ООИ: Мат. н.-п. конф., посв. 60-лет. УГПЧС. – Одесса, 1997. – С. 18–19.
2. Евстафьев И.Л., Товпинец Н.Н.// *Rhipicephalus sanguineus* (Ixodidae) в Крыму: экологические и эпизоотологические аспекты // Вестн. зоол. – 2002. – № 4. – С. 85–91.
3. Малый К.Д., Товпинец Н.Н., Евстафьев И.Л., Альянки Л.Н., Андрухив И.Ю., Кириченко В.Е., Гафарова М.Т., Гашко Е.Л., Леженцев Б.Н., Пеньковская Н.А. // Марсельская лихорадка в Крыму: изучение зараженности возбудителем клещей *Rh.sanguineus* // Материалы VIII съезда Всероссийского об-ва эпидемиологов, микробиологов и паразитологов. – М.-2002. – С. 358–359.

Ивус Г.П., Нажмудинова Е.Н.

БИФУРКАЦИЯ ПОЛЯРНОГО ФРОНТА В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

На территориях, где морские или океанические акватории пересекают либо соприкасаются с континентами, чаще всего, особенно в переходные сезоны, возникают две разнесенные друг от друга ветви полярного фронта. В весенний период северная ветвь фронта обычно отделяет воздух умеренных широт, вы-