

В.А.Сафронов<sup>1</sup>, А.С.Раздорский<sup>1</sup>, С.Ю.Скаленко<sup>1</sup>, А.А.Лопатин<sup>1</sup>, А.И.Ковтунов<sup>2</sup>,  
Н.В.Пискунова<sup>2</sup>, А.И.Кологоров<sup>1</sup>, Е.В.Куклев<sup>1</sup>, В.П.Топорков<sup>1</sup>

## ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫМИ ИНФЕКЦИОННЫМИ БОЛЕЗНЯМИ В СОЧЕТАННЫХ ОЧАГАХ НА ТЕРРИТОРИИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1</sup>ФГУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов;

<sup>2</sup>Управление Роспотребнадзора по Астраханской области

При помощи географической информационной системы проведен пространственный анализ многолетних сочетанных эпидемических проявлений некоторых природно-очаговых инфекционных болезней на территории Астраханской области. Предложен метод выявления участков территории устойчивой сочетанности и показана его высокая эффективность и прогностическая ценность. На основе полученных данных предложены меры по повышению эффективности эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекционными болезнями.

**Ключевые слова:** ГИС-технологии, пространственный анализ, эпидемиологический надзор, сочетанные природные очаги, природно-очаговые инфекционные болезни.

На территории Астраханской области имеются активные в эпидемическом и эпизоотическом отношении сочетанные природные очаги Крымской геморрагической лихорадки (КГЛ), лихорадки Западного Нила (ЛЗН) и Астраханской пятнистой лихорадки (АПЛ). За 1999–2008 гг. в области зарегистрировано 2044 больных АПЛ, 118 – КГЛ и 238 – ЛЗН. В отдельные годы спорадическая заболеваемость перерастала в эпидемические вспышки (ЛЗН – 1999 г., КГЛ – 2005–2008 гг.) с превышением средних показателей заболеваемости по Российской Федерации [2]. Данные о территории риска, факторах риска, времени и контингентах риска получены при выделении возбудителей природно-очаговых инфекционных болезней от грызунов, членистоногих, из объектов окружающей среды, а также по результатам серологических исследований крови больных [3]. Интегрированным выражением категорий эпидемиологического риска является инфекционная заболеваемость.

Изложенные данные свидетельствуют о том, что современная эпидемиологическая конъюнктура определяет необходимость постоянного интенсивного эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекционными болезнями на территории Астраханской области.

Эпидемиологический надзор за указанными инфекционными болезнями ориентирован на категории риска, обусловленные конкретной нозологической формой [1]. Вместе с тем в современных условиях требуется проведение эпидемиологического районирования территории и оптимизация эпидемиологического надзора, санитарно-профилактических и противоэпидемических мероприятий с учетом сочетанности категорий риска. Таким образом, эпидемиологический статус будет учтен в полной мере при дифференциации территорий на основе интегрированных показателей сочетанности эпидемических проявлений, что позволит сконцентрировать силы и

средства на сравнительно небольших территориях, характеризующихся высоким риском заболевания людей.

Цель работы – совершенствование эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекционными болезнями на основе использования методов пространственного анализа сочетанности эпидемических проявлений средствами географических информационных систем (ГИС).

### Материалы и методы

В качестве материалов для исследования использованы данные, из первичных учетных документов (форма 058/у и форма № 060/у за 10-летний период), представленные Управлением Роспотребнадзора по Астраханской области. За топографическую основу взята электронная карта Астраханской области в масштабе 1:1 млн, дополненная информация о точной численности населения во всех официально зарегистрированных населенных пунктах.

На этапе планирования исследования был определен порядок оцифровки данных путем ручного внесения обезличенных персонализированных значений из первичных документов в электронные таблицы с заранее обозначенными полями и допустимыми значениями. Всего обработана и внесена в исходную таблицу в виде отдельных строк информация по 2147 больным.

Для обеспечения достоверности анализа были использованы критерии внесения случаев регистрации инфекционных больных в рабочую выборку. Информация о больном исключалась из дальнейшей обработки, если для соответствующей записи выполнялось любое из 3 перечисленных условий: отсутствует адрес проживания больного и/или название населенного пункта и района для жителей области; не указана дата заболевания; нет информации о лабораторном подтверждении и/или окончательном

диагнозе. По указанным критериям отсеяно 4,9 % (n=103) записей исходной таблицы, что отражает уровень случайных ошибок при ведении журнала учета по форме 060/у.

Геокодирование (определение географических координат всех точек, соответствующих зарегистрированным больным, на основании адреса постоянного места жительства, указанного в учетном документе) проводилось на основе атрибутивной информации электронных карт Астраханской области и поисково-информационных картографических служб «Google. maps» и «Яндекс.Карты». Создание базы географических данных и пространственный анализ проводился при помощи компьютерной программы ArcGIS 9.3. Перед проведением пространственного анализа вся выборка была поделена на рабочую (90 % случаев) и тестовую (10 % случаев) части. Рабочая часть была подвергнута дальнейшей обработке, а тестовая использована на последнем этапе исследования для проверки прогностической ценности.

### Результаты и обсуждение

Картирование случаев регистрации больных КГЛ, ЛЗН и АПЛ при помощи ГИС выявило их неравномерное пространственное распределение. Пространственный анализ эпидемических проявлений перечисленных инфекционных болезней позволил уточнить географическое положение очагов, а также установить пространственную динамику распространения данных инфекционных болезней на территории Астраханской области.

Для выявления территорий приуроченности эпидемических проявлений КГЛ, ЛЗН и АПЛ по точкам, обозначающим места проживания зарегистрированных больных, были построены буферные



Рис. 1. Диаграмма территориальной сочетанности эпидемических проявлений ЛЗН (Лихорадка Западного Нила), АПЛ (Астраханской Пятнистой лихорадки) и Крымской геморрагической лихорадки (КГЛ)

зонам радиусом 3 км, размер которых выбран, исходя из средней протяженности населенного пункта Астраханской области.

Рабочая гипотеза исследования состояла в том, что на территории Астраханской области существуют сравнительно небольшие участки (менее 5 % от общей площади), в пределах которых регистрируется повышенная заболеваемость тремя природно-очаговыми инфекционными болезнями (КГЛ, ЛЗН и АПЛ), имеющими близкие эпидемиологические характеристики. Выделение таких зон устойчивости, многолетних сочетанных эпидемических проявлений, выявленных при помощи ГИС, является научным основанием для оптимизации эпидемиологического районирования и контроля за природно-очаговыми инфекционными болезнями.

Для проверки указанной рабочей гипотезы средствами ГИС было проведено пространственное сопоставление территорий повышенного риска инфицирования КГЛ, ЛЗН и АПЛ (рис. 1).

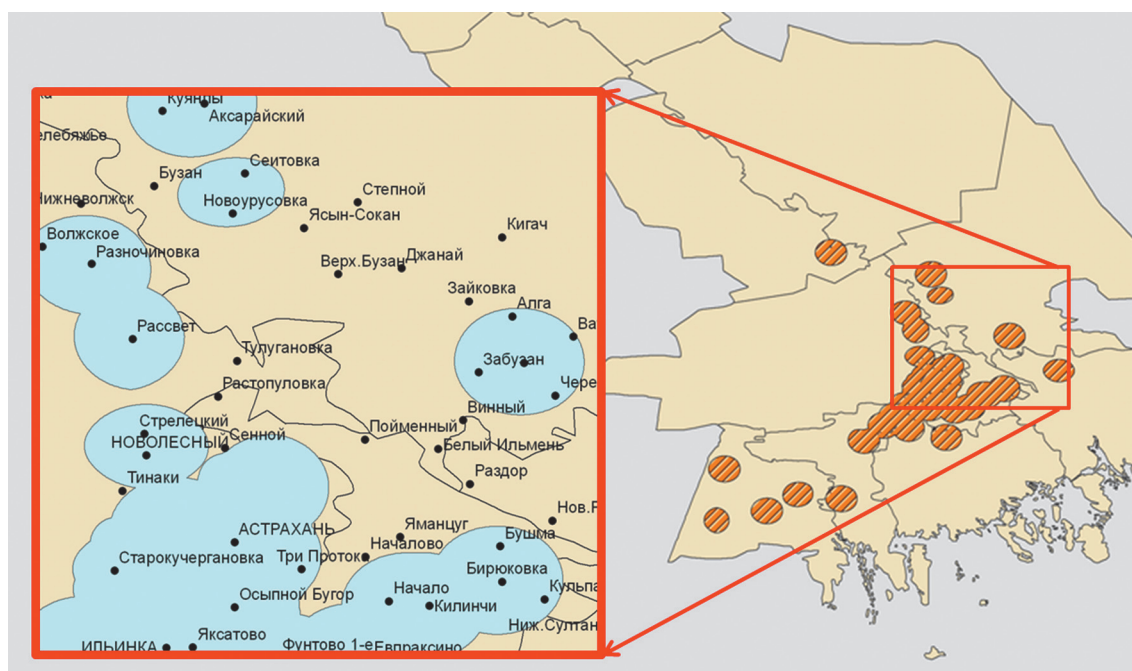


Рис. 2. Фрагмент территории Астраханской области с обозначенными участками сочетанных эпидемических проявлений и нанесенными названиями населенных пунктов

Сравнительная характеристика эффективности методов определения эпидемиологического риска для населения Астраханской области в отношении трех сочетанных природно-очаговых инфекционных болезней

Характеристики метода выявления сочетанности	Метод табличного поиска	ГИС-анализ
	Сочетанно пораженные населенные пункты	Населенные пункты в зоне сочетанности
Число населенных пунктов	15	101
Число жителей (без г. Астрахань)	50783	161826
Доля выявления больных	АПЛ, %	64 (n=932)
	ЛЗН, %	87 (n=187)
	КГЛ, %	56 (n=66)

\*В скобках n = абсолютное число больных.

Пространственный анализ выявил наличие 13 участков устойчивых сочетанных эпидемических проявлений трех перечисленных природно-очаговых инфекционных болезней (рис. 2). Общая площадь выявленной территории устойчивой сочетанности эпидемических проявлений составила 2028 км<sup>2</sup>, что составляет 4,6 % от территории Астраханской области. В пределах данной зоны располагается 101 населенный пункт с постоянно проживающим населением 161826 человек.

Для оценки эффективности полученной пространственной модели сочетанности в отношении возможности прогноза географического распределения случаев КГЛ, АПЛ и ЛЗН было проведено сравнение с традиционным способом определения сочетанной пораженности населенных пунктов. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице, из которой следует, что табличный поиск выявляет только 15 наиболее крупных населенных пунктов Астраханской области, население которых (50783 чел.) подвергается высокому риску в отношении трех инфекционных болезней. Пространственный анализ в ГИС, помимо 15 наиболее крупных, выявляет еще 86 населенных пунктов, население которых (111043 чел.) проживает в равных условиях повышенного риска инфицирования.

Выявление сочетанности эпидемических проявлений инфекционных болезней без использования ГИС основано на обнаружении населенных пунктов, в которых проживают больные различными нозологическими формами. Такой подход к оценке риска инфицирования имеет естественное ограничение, связанное с тем, что не учитывается наличие населенных пунктов, расположенных в непосредственной близости (3 км зона) с теми, в которых вероятность инфицирования уже реализовалась в виде заболеваний среди людей. Кроме того, табличный поиск выявляет наиболее крупные населенные пункты (в среднем в 2,1 раза крупнее) по сравнению с пространственным анализом, что увеличивает вероятность ошибки ассоциирования мест инфицирования и проживания зарегистрированного больного.

Как показано в таблице, в зоне сочетанных эпи-

демических проявлений регистрируются 56 % всех случаев КГЛ, 87 % ЛЗН и 64 % АПЛ на основании чего можно сделать вывод об определенной обобщающей ценности данной модели пространственного распределения в отношении указанных нозологических форм. Эффективность пространственного анализа в сравнении с методом табличного поиска определяется тем, что на территории участков сочетанности выявляется на 9 % больше больных ЛЗН, на 21 % – АПЛ и на 20 % – КГЛ.

Прогностическая ценность пространственной модели была определена на основе контроля попадания больных из тестовой выборки (10 % случайно отобранных больных, не участвовавших в построении буфера) в полученную зону сочетанности. Для АПЛ прогностическая ценность пространственной модели по результатам проверки составила 53 %, для ЛЗН – 86 % и для КГЛ – 58 %, что может быть использовано для прогнозирования уровня выявляемости указанных инфекционных болезней для Астраханской области в среднесрочной перспективе.

Учитывая высокую эффективность полученной пространственной модели, можно сделать вывод о том, что данный подход может служить основанием для сосредоточения мероприятий в рамках эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекционными болезнями. При этом увеличение обследовательской работы не потребует значительного финансирования, поскольку вновь выявленные населенные пункты расположены в непосредственной близости от уже известных.

Таким образом, эпидемиологическое благополучие на территориях с высоким риском заболевания людей риккетсиозными и вирусными инфекционными болезнями может быть обеспечено за счет выявления зон сочетанных эпидемических проявлений на основе ГИС-анализа и концентрацией лабораторных исследований и комплексного анализа полевого материала с одновременным адресным проведением профилактических мероприятий, направленных на снижение численности основных носителей и переносчиков возбудителей.

Работа выполнена по Государственному контракту № 64-Д от 29.06.2010 г. в рамках федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности (2009–2013 годы)».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павловский Е.Н. Основные положения учения о природной очаговости болезней. В кн.: Многотомное руководство по микробиологии, клинике и эпидемиологии инфекционных болезней. М.; 1965. Т. 5.
2. Путинцева Е.В., Смелянский В.П., Антонов В.А. и др. Прогноз эпидемиологической ситуации по лихорадке Западного Нила на территории Российской Федерации на 2010 год. Пробл. особо опасных инф. 2010; 2(104):14–7.
3. Сафронов В.А., Пискунова Н.В., Ковтунов А.И. и др. Новые информационные технологии в ретроспективном эпидемиологическом анализе на уровне субъекта Российской Федерации на примере Астраханской области. Пробл. особо опасных инф. 2010; 2(104):43–8.

V.A.Safronov, A.S.Razdorskiy, S.Yu.Skalenko,  
A.A.Lopatin, A.I.Kovtunov, N.V.Piskunova, A.I.Kologorov,  
E.V.Kouklev, V.P.Toporkov

**Geographical Information System for Epidemiological  
Surveillance of Natural Focal Infectious Diseases in Combined  
Foci in the Territory of the Astrakhan Region**

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov;  
Rospotrebnadzor Administration in the Astrakhan Region*

Spatial analysis of long-term combined epidemic manifestations of some natural focal infectious diseases in the territory of the Astrakhan region was carried out using geographical information system. Suggested is the method to detect territories where these combined epidemic manifestations are stable and its high effectiveness and predictive value are demonstrated. On the basis of received data suggested are the measures to increase the effectiveness of epidemiologic surveillance for natural focal infectious diseases.

*Key words:* GIS technologies, spatial analysis, epidemiologic surveillance, combined natural foci, natural focal infectious diseases.

**Об авторах:**

Сафронов В.А., Раздорский А.С., Скаленко С.Ю., Лопатин А.А., Кологоров А.И., Куклева Е.В., Топорков В.П. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: [microbe@san.ru](mailto:microbe@san.ru)  
Ковтунов А.И., Пискунова Н.В. Управление Роспотребнадзора по Астраханской области. 414050, Астрахань, ул. Н.Островского, 138.

**Authors:**

Safronov V.A., Razdorskiy A.S., Skalenko S.Yu., Lopatin A.A., Kologorov A.I., Kouklev E.V., Toporkov V.P. Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe". 410005, Saratov, Universitetskaya St., 46. E-mail: [microbe@san.ru](mailto:microbe@san.ru)  
Kovtunov A.I., Piskunova N.V. Rospotrebnadzor Administration in the Astrakhan Region. 414050, Astrakhan, N.Ostrovsky St., 138.

Поступила 24.06.10.