

Т.М. Ковалева

Математическое моделирование очагов заражения клещевыми зоонозами на территории Алтайского края

Алтайский край располагает значительными ресурсами для развития туристско-рекреационной деятельности, однако наибольшим потенциалом характеризуется его южная часть – предгорно-горные районы, покрытые в основном лесами и потенциально имеющие предпосылки для природноочаговых болезней. Привлечение новых и обустройство уже используемых территорий для целей туризма и рекреации вызывает проблемы обеспечения их экологического благополучия, в частности, в отношении медико-географической ситуации. Вероятность возникновения эпидемиологических вспышек природноочаговых заболеваний весьма высока. Она обусловлена увеличившимся за последнее время потоком организованных рекреантов и диких туристов, посетивших Алтайский край, а также активизировавшимися в последнее время планированием и строительством рекреационно-туристических объектов. Медико-географические исследования важны в проектно-планировочный период с целью выявления природных очагов с риском заражения эндемичными заболеваниями особенно для территорий, которые до настоящего времени целенаправленно не использовались для туризма и отдыха.

Современная экологическая обстановка в Алтайском крае в целом благоприятна для развития туристско-рекреационной деятельности. Однако можно выделить очаги с устойчивыми показателями заражения населения природноочаговыми болезнями, такими как клещевой энцефалит, сибирский клещевой тиф, описторхоз и др. Для исследования рассмотрим ситуацию по заболеваемости клещевыми

зоонозами в административных районах Алтайского края. **Клещевые зоонозы** – инфекционные и паразитарные заболевания животных и людей, при которых основными переносчиками вирусов и других возбудителей инфекций являются клещи. Для территории края характерными клещевыми зоонозами являются клещевой энцефалит, сибирский клещевой риккетсиоз, клещевой боррелиоз и эрлихиоз. Ограничимся рассмотрением клещевого энцефалита и сибирского клещевого риккетсиоза. На рисунках 1 и 2 представлена динамика заболеваемости населения рассматриваемыми видами клещевых зоонозов.

Статистические данные по заболеваемости, предоставленные ЦГСЭН, демонстрируют не только высокие показатели по заболеваемости населения в отдельные годы, но и указывают на необходимость учета данной информации при туристско-рекреационном планировании. В целях развития туризма в Алтайском крае привлекаются новые и обустройства уже используемые территории, при этом возникают проблемы обеспечения их экологической безопасности. При планировании туристско-рекреационных объектов проводится комплексная территориальная оценка природных условий и ресурсов: определяются антропогенная нарушенность природной среды, измененность естественных ландшафтов, эстетическая привлекательность территории.

Одним из ведущих показателей рекреационной оценки является комфортность территории, в том числе по уровню заболеваемости. Эти характеристики природных комплексов в значительной мере определя-



Рис. 1. Динамика заболеваемости населения Алтайского края клещевым энцефалитом, 1989–2002 гг. (по данным ЦГСЭН по Алтайскому краю)

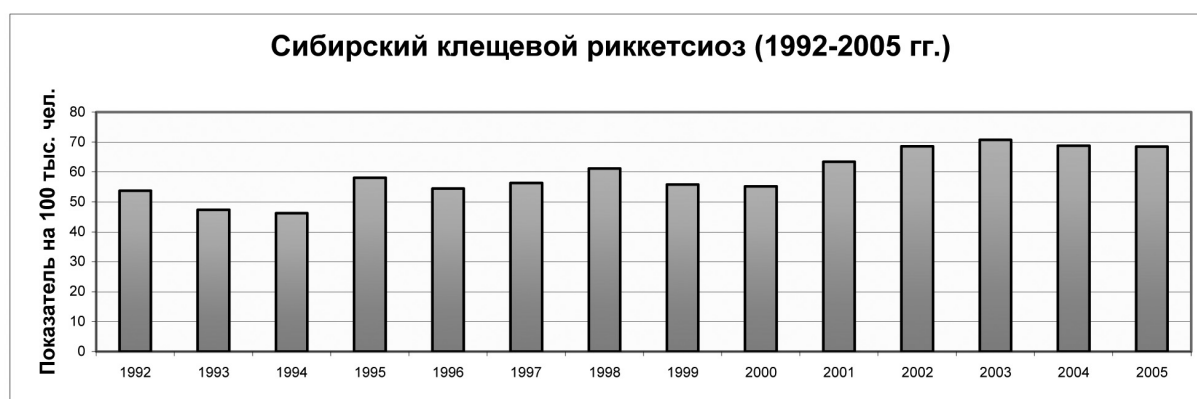


Рис. 2. Динамика заболеваемости населения Алтайского края клещевым риккетсиозом, 1992–2005 гг. (по данным ЦГСЭН по Алтайскому краю)

ют качество рекреационных ресурсов и перспективы их использования, обуславливают стратегию подходов к обоснованию и решению региональных рекреационных проблем.

На протяжении всего периода развития медико-географических исследований природноочаговых болезней одним из приоритетных методов является картографический, широко используемый как в исследовательских целях, так и для отображения полученных результатов. Он дает возможность не только наглядно представить сложившуюся эпидемиологическую обстановку на конкретной территории, отразить системную связь распространения болезней с природными и социально-экономическими условиями, но и выполнить оценку ситуации. Успешное применение геоинформационных систем в медико-географических исследованиях позволило ускорить обработку и рационально организовать хранение используемых данных, необходимых для составления карт, в оперативном режиме обрабатывать информацию по заболеваемости, на их основе моделировать пространственные структуры ареалов проявления эндемий.

Исследование проблемы оценки риска заражения клещевыми зоонозами инициировано учеными Института водных и экологических проблем (ИВЭП) г. Барнаула, занимающихся медико-географическими исследованиями в системе туристско-рекреационного планирования. Математический подход к рассмотрению данной проблемы придает теоретическому исследованию прикладной характер и обуславливает его практическое значение.

Для проведения исследования по очагам заражения клещевыми зоонозами выбран временной период 1990–2002 гг. (13 лет). Анализ производился для 60 административных районов Алтайского края. Все статистические данные по заболеваемости клещевым энцефалитом и сибирским клещевым риккетсиозом предоставлены Центром госсанэпиднадзора по Алтай-

скому краю (ЦГСЭН). Они были внесены в электронный вариант информационной базы, отсортированы и обработаны. По имеющимся данным учета заражения построены диаграммы, отразившие динамику заболеваемости населения типичными для края клещевыми зоонозами (рис. 1 и 2), что демонстрирует не только высокие показатели по заболеваемости населения в отдельные годы, но и указывает на необходимость учета данной информации при туристско-рекреационном планировании.

После обработки данных о местах заражения и количестве заболевших возникла необходимость расчета показателя частоты эпидемического проявления, характеризующая повторяемость заболеваний в административном районе. При этом определялся индекс частоты (ИЧ), который представляет отношение числа лет, в которых регистрировалась заболеваемость, к общему числу лет наблюдений. Для выбранного временного периода рассчитан индекс частоты заболеваемости клещевым энцефалитом и сибирским клещевым риккетсиозом для каждого района Алтайского края. При этом условились придерживаться следующей системы условных обозначений для ИЧ: от 0 до 0,49 – низкая частота эпидемического проявления; 0,5 – среднее проявление эпидемического процесса; от 0,51 до 1 – высокая частота эпидемического проявления. После расчета ИЧ для клещевого энцефалита и сибирского клещевого риккетсиоза данные по избранной оценочной шкале были нанесены на карты, визуальный анализ которых позволил оценить остроту рассматриваемой проблемы и продемонстрировал, что частота эпидемического проявления (рис. 3, 4) характеризует стабильность эпидемического фона в административных районах края.

Оценка риска заражения населения клещевыми зоонозами проводилась для всех районов Алтайского края, при этом особое внимание уделялось наиболее перспективным для развития туристической деятель-

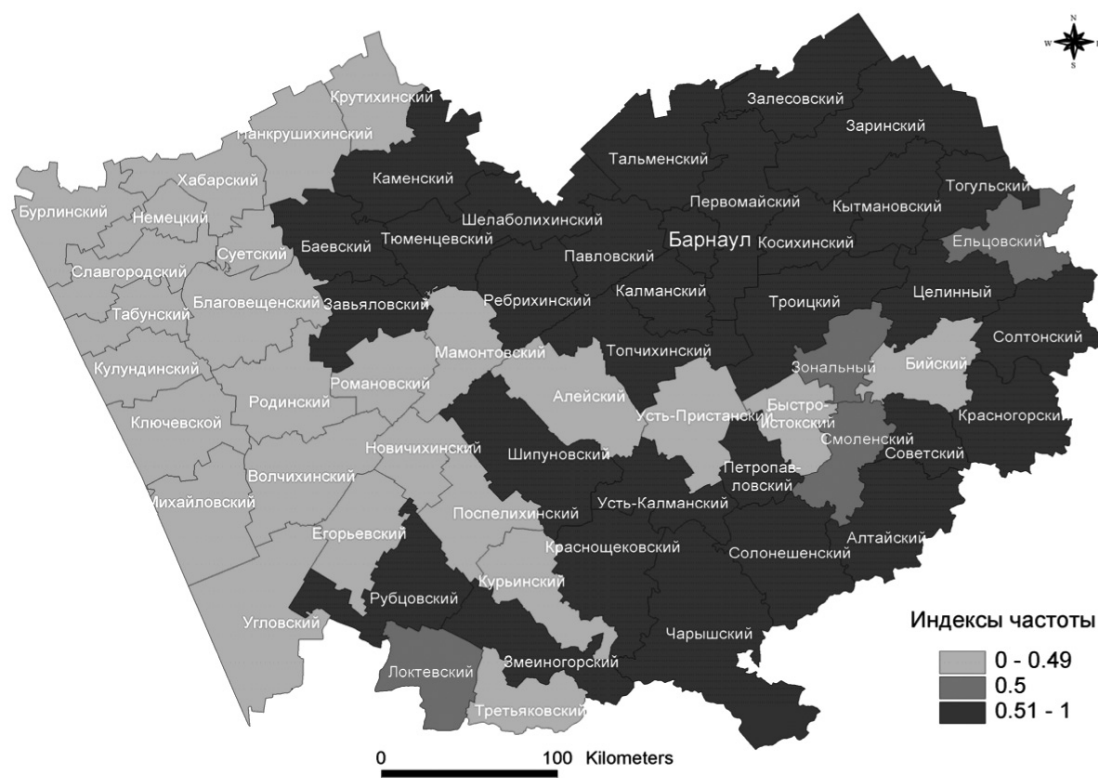


Рис. 3. Частота заболеваемости населения клещевым энцефалитом в районах Алтайского края, 1989–2002 гг. (по данным ЦГСЭН по Алтайскому краю)

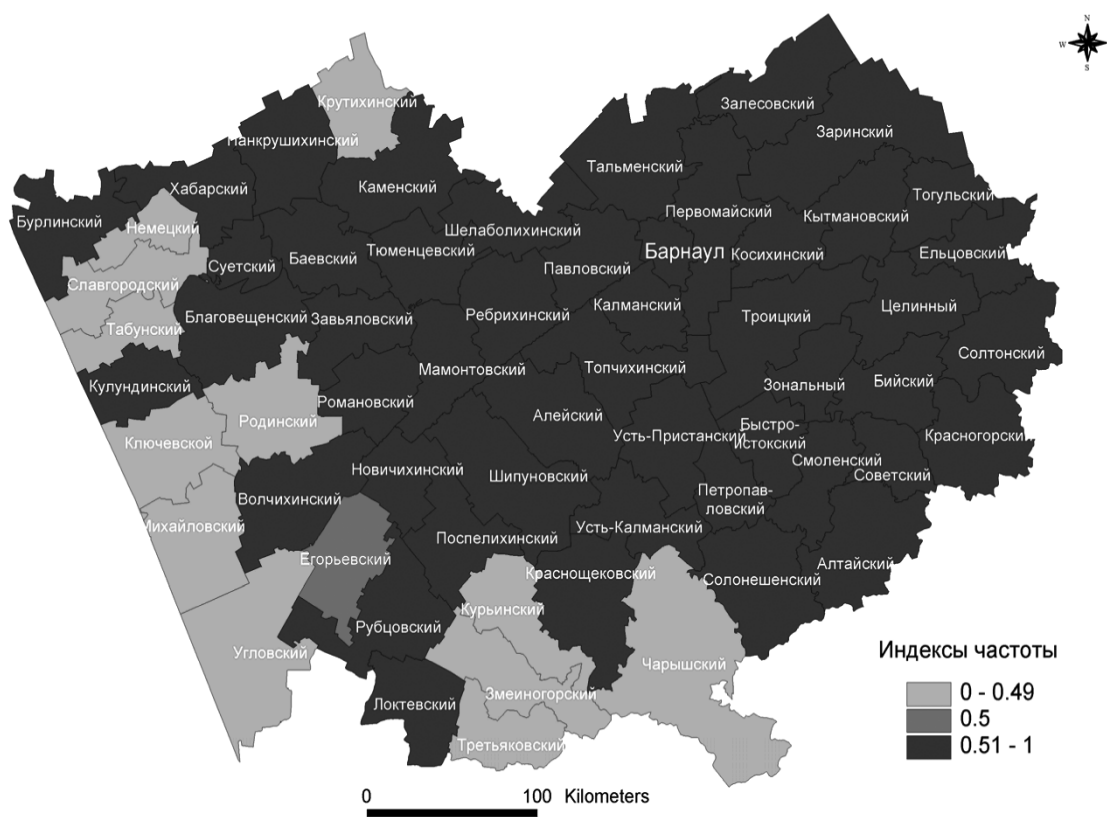


Рис. 4. Частота заболеваемости населения сибирским клещевым риккетсиозом в районах Алтайского края, 1990–2005 гг. (по данным ЦГСЭН по Алтайскому краю)

Таблица 1

Природно-географические показатели

№ п/п	Название района	КПР	КПР	KL	PR	PR
		СКР	КЭ		КЭ	СКР
1	Алейский	0,358	0,194	1,098	1,292	1,456
2	Алтайский	0,293	0,876	1,256	2,132	1,549
3	Баевский	0,559	0,380	1,462	1,842	2,021
4	Бийский	0,352	0,334	0,970	1,304	1,322
5	Благовещенский	0,347	0,056	0,792	0,848	1,139

Примечания: КПР – коэффициент природного риска заражения клещевыми зоонозами в административном районе (для СКР – сибирского клещевого риккетсиоза и КЭ – клещевого энцефалита); KL – коэффициент видового разнообразия клещей; PR = KL + КПР – совокупный природный риск заражения клещевыми зоонозами в административном районе.

ности (Алтайский, Смоленский, Солонешенский, Чарышский). Для этого использованы данные, отражающие природно-географические особенности территории, и медицинская статистическая информация по заболеваемости. При эпидемиологическом исследовании использовались картографо-математические методы и технологии.

Природно-географический комплекс исследования проводился по ландшафтной карте Алтайского края масштаба 1:500 000 на ландшафтных контурах – местностях. При этом осуществлен покомпонентный анализ каждого ландшафта на предмет предпосылок природноочаговых заболеваний. Каждый район Алтайского края представлен совокупностью ландшафтов, в каждом из которых отмечено наличие переносчика клещевого энцефалита (клещи вида X_PERSULC) и сибирского клещевого риккетсиоза (клещи 4 видов D_MARGINAT, D_PICTUS, D_SILVARUM, H_CONCINNA), а также видовое разнообразие клещей. Для повышения достоверности в исследовании учитывается современное антропогенное воздействие на территорию. Площадь местности с риском заражения уменьшается за счет учета распаханых и выгоревших земель. По имеющимся данным рассчитывался совокупный коэффициент природного риска заражения

клещевыми зоонозами, учитывающий видовое разнообразие клещей (PR).

Для временного периода 1990–2002 гг. по медицинским данным вычислялся совокупный показатель заболеваемости клещевым энцефалитом и сибирским клещевым риккетсиозом (PK и PC соответственно), учитывающий индекс частоты эпидемического проявления и показатель заболеваемости на 100 000 населения для каждого административного района Алтайского края.

Перед проведением исследования была выдвинута гипотеза о возможности оценки риска заражения населения клещевыми зоонозами, используя только природно-географический комплекс данных. Для проверки гипотезы по каждому району рассчитывался комплекс величин, необходимых для анализа взаимосвязи и соотношения медико-статистических и природно-географических показателей.

Рассчитанные независимо медико-статистические и природно-географические характеристики территории позволили вычислить корреляцию Спирмена-Кендалла, значение которой обосновывает четкую взаимосвязь рассматриваемых показателей, что указывает на наличие общей причины подобной динамики признаков. Вследствие чего подтвердилась гипотеза

Таблица 2

Медико-статистические показатели

№ п/п	Название района	ИЧ		Общая заболеваемость		PK	PC
		КЭ	СКР	КЭ	СКР		
1	Алейский	0,31	0,62	9,28	165,06	2,86	101,58
2	Алтайский	0,77	1,00	122,54	886,16	94,26	886,16
3	Баевский	0,77	1,00	273,72	2137,82	210,55	2137,8
4	Бийский	0,38	1,00	45,25	586,70	17,40	586,70
5	Благовещенский	0,15	1,00	7,97	1278,43	1,23	1278,4

Примечания: ИЧ (КЭ и СКР) – индекс частоты эпидемического проявления клещевого энцефалита и сибирского клещевого риккетсиоза в административном районе; PK и PC – совокупные показатели заболеваемости клещевым энцефалитом и сибирским клещевым риккетсиозом.

о правомерности оценки риска заражения клещевыми зоонозами по природно-географическим характеристикам территории, необходимой для анализа возможностей освоения в туристско-рекреационных целях ранее не использовавшихся районов края.

Кластерный анализ обработанных данных позволяет выделить районы с максимальным, умеренным и достаточно низким риском заражения клещевыми зоонозами. Дополнительно проведенный анализ ландшафтных контуров на наличие предпосылок к заражению в каждом административном районе уточняет полученные результаты и повышает значимость проведенного исследования. Визуализация результатов исследования на построенных картах позволяет сделать первоначальные выводы о степени риска заражения клещевыми зоонозами в конкретном районе.

Сейчас ведется анализ полученных при визуализации данных и поиск путей и методов построения

адекватной математической модели, наиболее точно описывающей реальную картину по заболеваемости. Для полноценного проведения исследования поставлены задачи по определению риска заболеваемости в ландшафтном контуре и административном районе, расчету достоверности для каждого ландшафта и других необходимых величин, таких как плотность заболеваемости по району, вероятности заражения и др.

Итогом работы является построение и полное описание математической модели очагов заражения клещевыми зоонозами в Алтайском крае, ее проверка, оценка эффективности и практическое применение в туристической деятельности для организации профилактических мероприятий в эпидемиологических очагах и координации туристско-рекреационной деятельности с целью максимального сокращения риска заболеваемости местного и приезжего населения.