

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ЗАРАЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ ПРИРОДНООЧАГОВЫМИ БОЛЕЗНЯМИ

Н.Ю. Курепина

Использование современных компьютерных технологий в комплексных медико-географических и эпидемиологических исследованиях позволяет выявить экологические условия возникновения природноочаговых болезней (ПОБ) у населения и установить закономерности их пространственного размещения. В работе дается описание механизма использования географических информационных систем (ГИС) при определении риска заражения населения ПОБ с целью его минимизации.

Ключевые слова: ГИС, геоинформационно-картографическое моделирование, медико-географическое картографирование, природноочаговые болезни, риск заражения, Алтайский край, медико-географическая информационная система (МГИС).

Территория Алтайского края характеризуется разнообразием природно-климатических условий, создавших предпосылки формирования ряда заболеваний человека с природной очаговостью (клещевых инфекций, гельминтозов, лептоспироза и др.). По заболеваемости отдельными природноочаговыми болезнями (ПОБ) край занимает лидирующее место в России, что указывает на актуальность данной проблемы для региона. Минимизация риска заражения населения ПОБ возможна за счет совершенствования методов исследования при использовании современных компьютерных средств и технологий.

Системный анализ причин возникновения ПОБ неразрывно связан с созданием разного рода моделей, в том числе и картографических, применение которых дает хорошие результаты в медицинской географии, использующей богатый в этом отношении опыт других наук. По словам известного ученого Б.Б. Прохорова «Модели используются как средство общения в интра- и экстрагеографических междисциплинарных исследованиях, выступая то в качестве краткого отчета об итогах изучения, то своеобразной записью гипотезы об объекте исследования, могущей стать инструментом синтеза результатов рассмотрения отдельных элементов, а также планом организации исследования» [1].

В России картографический метод исследования в решении медико-географических и эпидемиологических задач используется с середины VIII века. Медико-географические карты отображают особенности влияния географической среды на здоровье человека, закономерности распространения болезней и эпидемий, а также организацию здравоохранения. При картографическом от-

ражении инфекционных болезней, как правило, показывают степень риска заражения.

С внедрением компьютерных технологий и географических информационных систем (ГИС) появилась возможность применять математический аппарат моделирования тематического содержания карт и создавать типологические, синтетические и системные медико-географические карты высокого уровня.

Геоинформационное картографирование по-новому раскрыло возможности комплексного исследования закономерностей, анализа и познания экологических факторов возникновения и существования ПОБ человека. Автоматизировались процессы осуществления мониторинговых, прогнозных, оценочных и прочих видов работ. С ГИС упростилось выполнение следующих задач:

- представление на картах разного масштаба (в зависимости от конкретных условий) медико-экологической обстановки, в частности, по природным и природно-техногенным рискам и опасностям, различным заболеваниям;

- создание карт с определенным временным интервалом в зависимости от скорости изменения медицинской и/или экологической обстановки, а также создание этих карт в сжатые сроки при непредвиденных и быстро меняющихся ситуациях;

- быстрое сопоставление различных данных и создание карт для выяснения развития и возможных причин неблагоприятных ситуаций, а также для оперативного реагирования [2].

Существующие методы и подходы картографирования в России и за рубежом [3-12] демонстрируют широкие возможности проведения медико-географической оценки территории по ПОБ, однако современные компью-

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ЗАРАЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ ПРИРОДНООЧАГОВЫМИ БОЛЕЗНЯМИ

терные средства в данном направлении используются еще недостаточно полно.

В медико-географическом аспекте любая исследуемая территория, на которой существуют природные предпосылки ПОВ человека, является сложной по структуре системой. Системный подход при этом дает возможность найти упорядоченную структуру правил для выбора оптимального решения, уточнить взаимосвязь между переменными, описывающими состояние природной среды, и показателями здоровья, улучшить планирование предстоящих мероприятий. При этом существенная роль отводится комплексному анализу данных и математическому аппарату геоинформационного моделирования.

Медико-статистические данные обычно не в полной мере отражают степень напряженности эпидемиологической ситуации на исследуемой территории. Их информативность повышается в случае сопоставления с определенными характеристиками состояния окружающей среды: природными предпосылками болезней человека (абиотическими и биотическими), антропогенным и социально-экономическим факторами. В предлагаемой автором методике используется системный подход анализа территории по риску заражения населения ПОВ с помощью ГИС. Благодаря возможностям компьютерных технологий осуществляется:

- интеграция разнородных данных (характеристик природных условий, информации по антропогенному воздействию на медико-географическую ситуацию и эпидемиологических показателей в границах различного территориального деления, например, административного, природного регионального и топологического);

- определение количественных значений риска заражения населения ПОВ;

- получение оценочной картографической модели местности.

В эпидемиологии инфекционных болезней риск рассматривается как возможность (вероятность) наступления какого-либо неблагоприятного события [13].

Рядом известных ученых [14-17] была обоснована идея о том, что на начальном этапе медико-географической оценки территории по ПОВ человека следует использовать ландшафтный подход, т.е. в качестве базовой картографической основы – ландшафтные карты и карты физико-географического районирования, которые отражают пространственное размещение природно-территориальных комплексов и основные закономерности их дифференциации.

При геоинформационной картографической оценке рисков заражения населения ПОВ целесообразно использование ландшафтного подхода, как минимум, двухступенчатой типизации территории: региональной (масштаб 1:1 000 000 ÷ 200 000) и топологической (масштаб крупнее 1:200 000) вследствие разной медико-географической значимости отдельных групп факторов. Типы территорий регионального уровня соответствуют зональным особенностям климатических условий. Внутрорегиональная топологическая дифференциация позволяет показывать различия в структуре медико-географической ситуации на уровне отдельных районных структур (административных), что соответствует отражению закономерностей территориальной приуроченности ПОВ. Практически объектом оценки и картографирования выступают на региональном уровне ландшафтные типы территорий (провинция ÷ ландшафт/район), а на топологическом – непосредственно природные комплексы в соответствии с принятым уровнем детальности ландшафтных исследований и картографирования (местность ÷ фация).

Алгоритм геоинформационно-картографической оценки территории по риску заражения населения ПОВ состоит из двух этапов: постановочно-проблемного и инвентаризационно-аналитического [18].

На постановочно-проблемном этапе выполняются действия подготовительного характера: выбор объекта исследования и математической основы карты, анализ статистических данных ПОВ, типизация и отбор приоритетных показателей факторов окружающей среды, выбор ландшафтной основы. Использование ГИС на данном этапе позволяет анализировать наибольшее число значимых факторов, влияющих на экологическую цепь от природных предпосылок болезней человека до появления самой болезни, через их количественные показатели. В целом, эффективность геоинформационно-картографической модели зависит от того, насколько точно удалось установить и описать экологические механизмы действия каждого из факторов моделируемой экосистемы.

На инвентаризационно-аналитическом этапе медико-географического анализа территории выполняется расчет показателей эпидемиологического, потенциального и актуального рисков заражения населения ПОВ посредством ГИС-технологий. Показатели являются характеристиками площадных объектов, далее называемых нозоареалами и

понимаемых как «территория с возможностью возникновения заболеваний» [19].

Эпидемиологический риск заражения ПОб определяется произведением среднего уровня эпидемического фона (отношением числа случаев болезни, выявленных в определенной группе населения за рассматриваемый период времени, к общей численности населения) и индекса частоты (отношение числа лет, в которых регистрировалась заболеваемость, к рассматриваемому периоду). Он может быть рассчитан как для административно-территориальных единиц, так и для природных комплексов.

Для решения проблемы несовпадения границ единиц физико-географического деления и административных районов предусмотрен алгоритм расчета их соответствия. Административный район включается в расчет, если не менее 30 % его площади расположено в границах рассматриваемой природной территории. Общий показатель эпидемиологического риска этой территории вычисляется по среднему значению эпидемиологического риска учитываемых районов.

Потенциальный риск заражения населения ПОб для административных единиц и природных комплексов определяется по ареалам природных предпосылок заражения, которые устанавливаются в соответствии с легендой к ландшафтной карте. Количественное значение показателя риска вычисляется как отношение суммарной площади ареалов с природными предпосылками заражения к общей площади района (либо природного комплекса).

Антропогенная трансформация естественных экосистем непосредственно или косвенно влияет на все уровни и механизмы развития медико-географической ситуации, связанной с ПОб. Расчет *актуального риска* возникает с необходимостью уточнения территорий с природными предпосылками заражения в соответствии с показателями антропогенного фактора. Он вычисляется как отношение суммарной площади ареалов природных предпосылок заражения и учетом антропогенного фактора к общей площади административно-территориальной единицы (либо природного комплекса).

Комплексным оценочным показателем территории, характеризующим риск заражения населения ПОб, является *фактический риск*. Для административных единиц и природных комплексов его вычисляем как произведение значений актуального и эпидемиологического рисков. Для смежных административных территорий с однотипными ландшаф-

тами фактический риск определяется как среднее значение рисков для отдельных ландшафтов.

По вычисленным показателям фактического риска разрабатывается оценочная шкала и устанавливаются интервалы, характеризующие *степень риска*. Разбиение на интервалы выполняется встроенными средствами ГИС с использованием метода равных площадей. Число рангов выбирается в соответствии с общепринятыми методиками оценки риска и с учетом количества оцениваемых данных [20-21].

Рассмотренная выше методика была применена для территории Алтайского края при оценке риска заражения населения клещевым энцефалитом (КЭ) и сибирским клещевым риккетсиозом (СКР). Была создана медико-географическая информационная система (МГИС) «Клещевые зоонозы Алтайского края», база данных которой состояла из следующих компонент:

- базовой информации, включая набор тематических слоев на территорию Алтайского края и связанные с ними атрибутивные таблицы;

- набора данных, обрабатываемых в программе MS Access, в том числе, сведения по административным районам края и природным единицам;

- блока обработки статистических данных (по заболеваемости населения КЭ и СКР, площадных природных и антропогенных объектов), который для удобства просмотра и визуального анализа реализован в MS Excel.

Территория Алтайского края в МГИС была представлена 60 административными районами. Для визуализации всего комплекса разнородной информации (районов, природных единиц, статистических данных о заболеваемости и факторах среды) был выбран масштаб 1:500 000, и на его основе выполнена комплексная медико-географическая оценка каждого района. Атрибутивная информация по природным комплексам в МГИС имела детальность топологического уровня, что позволило рассчитать фактический риск для каждого ландшафта в границах административных районов. Показатели риска были дифференцированы по 5 уровням: высокий, средний, низкий, уровень спорадической вероятности заражения и уровень отсутствия риска. На основе полученных данных были построены картографические модели, результирующими из которых стали «Риск заражения населения Алтайского края клещевым энцефалитом» и «Риск заражения насе-

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ЗАРАЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ ПРИРОДНООЧАГОВЫМИ БОЛЕЗНЯМИ

ления Алтайского края сибирским клещевым риккетсиозом» в масштабе 1:1 000 000 [18].

В соответствии с физико-географическим районированием провинциального уровня региона для территорий с разной степени риска инфицирования был установлен его характерный растительный индикатор. Ландшафты Верхне-Обской физико-географической провинции, расположенной в лесостепной зональной области, оценены как территории с высоким риском заражения населения КЭ. Характерным растительным индикатором предпосылок риска здесь служат приобские сосновые боры. Такой же уровень риска имеют ландшафты Северо-Восточной Алтайской и Салаирской провинций Алтайской и Северо-Алатаусской зональных областей, индикатором выступают растительные сообщества горной черневой тайги.

Средний риск заражения населения КЭ установлен для Предсалаирской провинции лесостепной зональной области с характерным растительным индикатором – травяными осиново-березовыми перелесками, для Северо-Алтайской и Северо-Западной Алтайской провинций Алтайской зональной области – горной темнохвойной тайгой.

В ландшафтах степной зональной области (Кулундинская, Южно-Приалейская и Предалтайская провинции) установлен низкий риск заражения населения КЭ. Возможными местами расселения клещей для Кулундинской и Южно-Приалейской провинций являются сосновые боры в дельтах ложбин древнего стока и осиново-березовые с лиственницей леса в Предалтайской провинции. В отдельных ландшафтах риск заражения КЭ фактически отсутствует.

Высокий риск заражения населения СКР установлен для ландшафтов степной зональной области (Южно-Приалейская провинция), лесостепной (Верхне-Обская провинция) и Алтайской горной области (Северо-Восточная Алтайская провинция). Характерными растительными индикаторами концентрации клещей являются для Южно-Приалейской провинции остепненные типчково-ковыльные ассоциации, для Верхне-Обской – разнотравно-злаковая луговая лесостепь, а для Северо-Восточной Алтайской – разнотравно-злаковые луга.

Средний риск заражения установлен в Предсалаирской и Салаирской провинциях с наиболее типичной в отношении расселения клещей, переносчиков СКР, разнотравно-злаковые луга.

Низкий риск заражения населения данной инфекцией в Алтайском крае наблюдает-

ся в Кулундинской и Предалтайской степной зональной области. Характерным растительным компонентом здесь являются типчково-ковыльные сухие и разнотравно-типчково-ковыльные засушливые степи (Кулундинская провинция) и разнотравная типчково-ковыльная степь на равнинах и богато разнотравная степь в поймах малых и средних рек (Предалтайская провинция). В Северо-Западной Алтайской провинции клещи могут расселяться лишь в луговых разнотравных степях и разнотравно-злаковых лугах среднегорья.

Таким образом, в результате геоинформационно-картографического моделирования была выполнена оценка Алтайского края по риску заражения КЭ и СКР, результаты которой не противоречат ранее проводимым исследованиям на данной территории [22], а лишь уточняют их и детализируют. Это особенно важно в условиях разработки схем территориального планирования муниципальных образований края, проектируемых туристско-рекреационных объектов на территориях, обладающих благоприятными природными условиями для возникновения ПОБ.

В настоящее время на основе вышеописанной информационной системы и с использованием методики геоинформационно-картографического моделирования в ИВЭП СО РАН совместно со специалистами Алтайского медицинского университета ведется работа по созданию МГИС «Природноочаговые болезни населения Алтайского края». Данная МГИС содержит разновременную информацию о следующих ПОБ: лептоспирозе, туляремии, токсоплазмозе, гельминтозах (альвеококкозе, дифиллоботриозе, описторхозе, тениаринхозе, эхинококкозе), риккетсиозах (сибирском клещевом риккетсиозе и Ку-лихорадке) и вирусных инфекциях (клещевом энцефалите, омской геморрагической лихорадке, анаплазмозе), клещевом боррелиозе и бешенстве. В качестве картографической основы для анализа природных предпосылок перечисленных болезней человека будет использована ландшафтная карта 1:200 000 масштаба с операционной единицей ландшафтного уровня – местность. В результате будет выполнена оценка муниципальных образований (административных районов) Алтайского края по степени риска заражения населения данными ПОБ и определена система профилактических мероприятий с целью минимизации риска болезней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прохоров Б.Б. Медико-географическая территориальная дифференциация // Окружающая среда и здоровье человека. – М.: Наука, 1979. – С. 26-41.
2. Жалковский Е.А. // Геофизические исследования. – 2005. – Вып. 3. – С. 138-158.
3. Černý V. Some aspects of the tick-infestation of cultivated landscape // Theoretical Questions of Natural Foci of Diseases. – Prague, 1965. – P. 313-317.
4. Авцын А.П. Введение в географическую патологию. – М.: Изд-во "Медицина", 1972. – С. 17-24.
4. Армстронг Р.В. // Тезисы докладов XXIII Международного географического конгресса. – М.: 1976. – С. 86-87.
5. Райх Е.Л., Максимова Л.В., Саравайская Л.И. Опыт картографирования при изучении географии инфекционных болезней // Медико-географическое картографирование. – Л.: изд. ГО СССР, 1978. – С. 59-66.
6. Шошин А.А., Бяков В.П. Медицинская картография // Медико-географическое картографирование. – 1978. – С. 6-15.
7. Абдулазизов А.И., Эльдаров Э.М. // Медицинская география на пороге XXI века. Мат. X Всерос. конф. с межд. участ. (октябрь 1999 г., Санкт-Петербург) – СПб.: Изд. РГО, 1999. – С. 250.
8. Хлебков И.А. Системный анализ географических предпосылок болезней человека // Автореф. докт. геогр. наук. – Барнаул, 2001. – 61 с.
9. Атлас Иркутской области. – М.-Иркутск, 2004. – С. 56, 60-61.
10. Медико-демографический атлас Калининградской области. – Калининград, 2007. – С. 50.
11. Природные ресурсы, хозяйство и население Байкальского региона (электронный атлас). – Иркутск: ИГСО РАН, 2009.
12. Черкасский Б.Л. // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2006. – №4. – С. 5-10.
13. Вершинский Б.В. Картография природноочаговых болезней в связи с изучением их географии в СССР // Медицинская география. Итоги, перспективы. – Иркутск, 1964. – С. 62-104.
14. Самойлова Г.С. // Окружающая среда и здоровье человека. Тезисы докладов к конференции. – Барнаул. – 1981. – 3 с.
14. Воробьев В.В., Батуев А.Р. Экологическое картографирование Сибири. – Новосибирск: Наука, 1996. – 279 с.
15. Мовчан В.Н. Экология человека (учеб. пособие) // СПб., 2004. – 127 с.
16. Курепина, Н.Ю. Геоинформационное нозогеографическое картографирование (на примере клещевых зооантропонозов Алтайского края) // Автореф. дисс. канд. географ. наук. – Иркутск, 2010. – 22 с.
17. Беляков В.Д., Яфаев Р.Х. Эпидемиология. – М.: Медицина, 1989. – С. 12.
18. Заруцкая И.П., Красильникова Н.В. Проектирование и составление карт. Карты природы. – М.: МГУ, 1989. – 296 с.
19. Малхазова С.М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз. – М., 2001. – 240 с.
20. Алтайский край. Атлас. Т. 1. – М.-Барнаул: ГУ ГИК при Сов. Мин. СССР, 1978. – С. 170-171.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СИБИРИ В КОНТЕКСТЕ ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ю.И. Винокуров, Б.А. Красноярова

Рассматриваются водно-экологические проблемы в регионах Сибири, детерминированные, прежде всего, качественными параметрами водных ресурсов. Названы основные направления их решения в региональных водохозяйственных программах. «Стратегия социально-экономического развития Сибири до 2020 года» проанализирована с позиций обеспечения устойчивого водопользования и водно-экологической безопасности.

Ключевые слова: стратегическое развитие, государственная и региональная политика, экологическая и водно-экологическая безопасность, водохозяйственные проблемы, регионы Сибири.

Экологическая безопасность как процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы, государства и всего человечества от реальных или потенциальных угроз, возникающих под воздействием антропогенных или естественных факторов, понимаем необходимость целенаправленной государственной политики

ее обеспечения, которая разрабатывается на национальном уровне, а реализуется на региональном.

Государственная политика в любой отрасли имеет долгосрочный характер, и в ее разработку в последние годы все шире внедряются элементы методологии стратегического управления. Данная методология была