

## КОНЦЕПЦИЯ «ГЕОСОЦИАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС»: ИСТОКИ И СЛЕДСТВИЯ

*Вольфсон И.Ф.<sup>1</sup>, Викулин А.В.<sup>2</sup>, Долгая А.А.<sup>2,3</sup>, Викулина М.А.<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> *Российское геологическое общество, Москва, rosgeo@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, vik@kscnet.ru*

<sup>3</sup> *Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, adolgay@kscnet.ru*

<sup>4</sup> *Московский государственный университет, Москва, masanna2003@mail.ru*

**Введение** [4]. В настоящее время перед мировым сообществом стоят большие экономические проблемы, связанные с решением, в первую очередь, последствий катастрофических природных явлений. Согласно С.М. Мягкову «нарастающая социально-экологическая катастрофа не только неизбежна, но будет в полном смысле слова глобальной» и к середине XXI в. потери от таких явлений «превысят способность глобального» мирового валового внутреннего продукта «к самовосстановлению». Согласно такого рода материалам и большому количеству других данных к середине XXI в. при условии сохранения действующей тенденции человечество может ожидать «полный природно-социальный коллапс». По другим сценариям рост населения будет сопровождаться «демографической революцией» и величина ущерба не может содержать «сингулярность».

В таких жестких, экстремальных, природно-социальных условиях, складывающихся, в первую очередь, в областях повышенного в результате геодинамических процессов риска (геориска), планирование работ по экономическому развитию новых территорий должно проводиться с учетом знания и понимания региональных медико-экологических проблем, которыми занимается новое научное направление «медицинская геология»[6].

Одним из значимых достижений современной медицинской геологии является создание «матрицы геологии и здоровья» [5], в основе которой синтезированы знания в области геологии и медицины, указывающие на сложные причинно-следственные связи в системе: «геологические процессы – геологические объекты – человек» как во времени, так и в пространстве. Анализ данных «матрицы геологии и здоровья» позволяет уверенно говорить о влиянии геологических событий и обстановок на здоровье как отдельных человеческих индивидуумов, так и социума в целом, как в ретроспективе, так и в режиме мониторинга в современных условиях. Например, при анализе «матрицы геологии и здоровья» было установлено, что гибель инкской цивилизации в Южной Америке в средние века [7] и проблемы здоровья населения сегодня стали результатом флюидной активности недр.

Приведенные первые результаты исследований в области медицинской геологии указывают на существование взаимосвязи между условиями проживания социума и уровнем риска в результате региональных геодинамических процессов, что позволяет задачу исследования природных процессов и социальных явлений ставить в рамках единого катастрофического геосоциального направления. Первым, кто пытался сформулировать проблему катастроф в геолого – социальной плоскости, был французский исследователь Ж. Кювье.

**Геосоциальный процесс.** Составлен список природных (землетрясения, извержения вулканов, наводнения и др.) и социальных (войны, революции, эпидемии и др.) катастроф, происшедших в течение последних 36 веков нашей истории. Список содержит 2395 событий.

*Проблема классификации катастроф.* В качестве характеристик, единым образом характеризующих все события – природные катастрофические и глобальные социальные явления, которые в дальнейшем будем называть катастрофами, могут выступить социально значимые параметры в виде материальных потерь  $Q$  (\$) и количества человеческих жизней  $P$ . Такого типа логарифмическая шкала ( $J$ ) была предложена для классификации землетрясений [11]. Эта шкала авторами была модифицирована в соответствии с выявленными демографическими особенностями развития человечества и изменением со временем курса валюты и использована для классификации всех катастроф, и природных, и социальных. В составленном авторами списке содержатся данные о наиболее сильных катастрофах: природных,  $J = I, N = 40; J = II, N = 217; J = III, N = 829$ ; всего  $N =$

1086; социальных,  $J = I$ ,  $N = 49$ ;  $J = II$ ,  $N = 276$ ;  $J = III$ ,  $N = 764$ , всего  $N = 1079$ . График повторяемости катастроф, построенный по этим данным, имеет наклон  $-0,6$ .

*Цикличность катастроф.* Показано, что природные катастрофы имеют тенденцию повторяться через  $230 \pm 40$  лет, социальные через  $330 \pm 90$  лет, в среднем – через  $280 \pm 60$  лет. В течение коротких интервалов, по данным о конце XIX – XX века, выявляется периодичность повторения катастроф, близкая 30–40 годам.

*Группируемость катастроф.* Исследовались статистики ближайших временных интервалов между сильными ( $J = I + II$ ) событиями в наибольших по представительности выборках для землетрясений (515 до н.э. – 2011 г.,  $N = 126$ ), войн (538 до н.э. – 2003 г.,  $N = 177$ ) и всех событий в совокупности (492 до н.э. – 2014 г.,  $N = 622$ ). Для каждой из этих выборок 34-45% всех интервалов располагаются в достаточно узком диапазоне, продолжительность которого много меньше соответствующих средних временных интервалов. 56-63% – в пределах интервала, равного половине соответствующего среднего. 71-75% – в пределах интервала, равного соответствующему среднему, при максимальных по продолжительности временных интервалах между соседними событиями много больше соответствующих средних. Полученные данные позволяют предположить, что катастрофы имеют тенденцию группироваться на малых временных интервалах.

Для проверки этого предположения статистики временных интервалов между ближайшими природными (землетрясения) и социальными (войны) сильными ( $J = I+II$ ) катастрофами моделировались экспоненциальным распределением Вейбулла–Гнеденко. Выборки землетрясений и войн, каждая в отдельности, и всех событий в совокупности с достоверностью не хуже  $\alpha = 0.19$  (с вероятностью  $q = 1 - \alpha$  не менее 0.81) оказалось возможным описать распределениями Вейбулла–Гнеденко с параметрами формы  $p < 1$ , что может считаться доказательством эффекта группирования на малых интервалах времени и природных, и социальных, каждая в отдельности, и всех катастроф в совокупности.

*Взаимодействие катастроф.* Описанные ранее выборки землетрясений, войн и всех событий в совокупности моделировались распределением Парето. Оказалось, что все три выборки соответствуют распределению Парето с разной достоверностью.

Все события в списке в совокупности можно рассматривать как систему, состоящую из двух подсистем – природных и социальных катастроф. Наличие у такой системы в целом и каждой из подсистем в отдельности тождественных свойств – одинаковые наклоны графиков повторяемости катастроф, близкие периоды цикличности и группирование на малых временных интервалах – с одной стороны, характеризует обе подсистемы как независимые. С другой – невозможность моделирования всей системы в совокупности и каждой из ее подсистем в отдельности распределением Парето позволяет предположить наличие у системы таких свойств, которые не могут быть выражены через свойства каждой из подсистем. Такое свойство в теории системного анализа называется эмерджентностью и оно, по сути, определяет «природу системы» [13].

Проведенный анализ показал следующее. Эффект группирования совокупности всех катастроф (природных и социальных) никак не может быть объяснен эффектами группирования только природных и только социальных катастроф: подсистема ничего не может «знать» о свойствах другой независимой от нее подсистемы. Именно «структура системы определяется ее эмерджентностью» [13, с. 38]. Как видим, свойство эмерджентности в данном случае отражает специфический эффект взаимодействия природных и социальных катастроф между собой. Свойство независимости подсистем, их аддитивность относительно распределения Вейбулла–Гнеденко в данном случае следует понимать в смысле их статистической независимости.

Таким образом, природные и социальные катастрофы в совокупности следует рассматривать как единый геосоциальный процесс, отражающий взаимодействие «неживой» Природы и Социума, которое должно осуществляться циклически в соответствии с графиком повторяемости с наклоном  $-0.6$  [3].

**Медицинская геология.** Медицинская геология является современным направлением естественных наук. Она опирается на знания и опыт геологических дисциплин – минералогии, геохимии, геодинамики, тектоники плит, вулканизма, сейсмологии и т.д., а так же медико-биологических дисциплин - эпидемиологии, медицинской географии, санитарии и гигиены, радиологии, фармакологии, микробиологии и т.д. и изучает различные факторы воздействия геологических объектов и процессов на здоровье человека и животных, а также и обстановки, в которых такое воздействие становится возможным.

Несмотря на достаточно активное распространение опыта и знаний в области медицинской геологии, в России и ближнем зарубежье по-прежнему имеются территории с очевидными воздействием геогенных факторов на здоровье населения, где применение подходов и практик, разработанных в процессе медико-геологических исследований, остается недостаточным. К такого рода территориям, в полной мере, может быть отнесен Камчатский край.

Территория Камчатского края характеризуется сложной и в высшей степени динамичной геологической историей, включающей в себя частые сильные землетрясения, вулканическую деятельность, пепловые выбросы, гидротермальные процессы, ухудшающие качество воздуха и воды, характеристики среды обитания человека, с одной стороны, и продуцирующей целебные источники и другие бальнеологические материалы, с другой стороны, и является, таким образом, уникальной природной медико-геологической лабораторией. В силу специфики современных геологических процессов в регионе формируется значительное количество кратковременных, так и долгосрочных геогенных факторов, перманентно воздействующих на здоровье людей. Помимо этого, население Края активно занимается сельским хозяйством и огородничеством, не всегда отдавая себе отчет в химическом составе почв и воды, формирующемся в результате активных металлогенических процессов прошлых эпох и современной геологической деятельности, что влечет за собой ущерб здоровью человека и животных в форме элементозов различной этиологии. Вызывает вопросы и зачастую неконтролируемое использование населением геологических материалов – минеральных и термальных вод, грязей в лечебных целях.

Результаты исследований в области медицинской геологии и, в частности, в таком важном ее направлении, как «вулканизм – сейсмология – здоровье», в настоящее время хорошо известны, благодаря работам ученых и практиков России, Португалии, Индонезии, Австралии и других стран. Они неоднократно докладывались на научных форумах различного ранга, включая симпозиум «МедГео», который проводится с периодичностью один раз в два года Международной медико-геологической ассоциацией (IMGA- [www.medicalgeology.org](http://www.medicalgeology.org)). В частности, на последнем Симпозиуме МедГео15, который состоялся в конце июля 2015 г. в Португалии прозвучали доклады специалистов, которые изучали медико-геологические и экологические аспекты вулканических извержений, а также возможные цитогенетические эффекты воздействия радона и других вулканических газов на эпителиальные клетки полости рта у населения, проживающего вблизи термальных источников.

Хорошо известно, что вулканические извержения, сопровождаемые сейсмическими эффектами, оказывают крайне негативное воздействие на окружающую среду, климат и здоровье населения. С ними связано ухудшение социальной и экономической обстановки. Степень последствий вулканических извержений зависит от расстояния до населенных пунктов, вязкости магмы и концентрации газов. Близость проживания к центрам вулканических извержений таит в себе опасность возникновения и обострения заболеваний респираторной системы, глазных болезней и повреждений кожного покрова у населения. Кроме того, ухудшается качество питьевой воды, атмосферного воздуха, выпадают кислые дожди, загрязняется почва. Однако воздействие продуктов вулканизма на здоровье населения может быть снижено за счет превентивных мер как это имело место, например, в период сильнейшего вулканического извержения стратиформного вулкана Фого на острове Фаро в ноябре 2014 г. Остров Фаро является частью архипелага Кэйп Верде - Cape Verde. Он находится в Атлантическом океане, в 800 км от побережья Сенегала. Его площадь 476 км<sup>2</sup>. Его происхождение связано с «магматизмом горячих точек», которым характерны щелочные недонасыщенные кремнеземом расплавы базанитового и тефритового состава.

Совместные мониторинговые исследования различных экологических служб и специалистов научных центров, направленные на изучение состояния воздушного бассейна, вещественного состава пыли и пепла с целью разработки комплекса превентивных мер по защите здоровья населения и другие мероприятия, позволили избежать смертельных исходов среди населения. Однако опасность для здоровья людей в коротко- и среднесрочной перспективе по-прежнему представляют огромные объемы пепла и газов, которые продуцируются излившейся магмой, а также перманентно действующие термы, сопровождающие вулканический процесс, которые являются источником тяжелых металлов и радона.

Известно, что радон является по статистике вторым по значимости фактором возникновения рака легких после курения. Однако роль радона в аспекте вулканической деятельности и здоровья населения еще недостаточно изучена. Проводимые в настоящее время исследования цитогенетических эффектов у населения, проживающего вблизи терм Азорских островов, содержащих повышенные концентрации радона, который проникает в жилища, в том числе и

респектабельных коттеджных поселков, построенных в «престижных местах», вблизи термальных источников, показали статистически значимую связь между изменением на клеточном уровне эпителия ткани полости рта и перманентным воздействием вулканических газов. Данный вывод позволяет рассматривать частоту встречаемости микронуклеированных клеток и других клеточных аномалий в качестве биомаркера и индикатора канцерогенного потенциала эмиссий радона и других газов, вулканогенного происхождения.

Одной из целей медицинской геологии является предотвращение болезней и ущербов здоровью, причиняемых химическими загрязнителями, попавшими в среду обитания человека. Основным правилом в этом случае является недопущение превышения содержания загрязнителя выше допустимой нормы, чтобы не причинить ущерба здоровью. Чтобы выполнить такую задачу необходимо определить и рассчитать риск путем биологической оценки дозовой нагрузки или воздействия на организм, т.е. осуществить биомониторинг. Биомониторинг применяется в настоящее время в экологической и профессиональной токсикологии, а также в эпидемиологических исследованиях в целях установления количественных взаимоотношений между получаемой дозой и негативным ее воздействием на здоровье. Методы биомониторинга позволяют оценить как индивидуальную, так и коллективную дозовую нагрузку и могут использоваться в качестве инструмента для определения негативного воздействия неблагоприятных химических факторов геологической среды на одного отдельно взятого человека, так и на население, в целом.

Применение опыта и навыков медицинской геологии, в конечном счете, должно привести к расширению понимания условий возникновения, диагностики и лечения широкого спектра заболеваний, которые по аналогии с известными, установленными в других геодинамически активных регионах мира, могут иметь отношение к геологическим обстановкам Камчатского края, таких как артропатия, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, болезни ренальной сферы, дыхательных путей, флюороз и др. и, таким образом, в существенной степени, повысить качество жизни населения.

Таким образом, рассматривая в комплексе медицинские проблемы Камчатского Края, увязывая их с геологическими особенностями территории, мы убеждаемся в том, что такое актуальное направление естественных наук коим является медицинская геология должно развиваться здесь гораздо активнее.

**Заключение.** В результате анализа достаточно сильных природных и социальных катастроф за последние 36 веков установлены повторяемость, цикличность и группируемость природных и социальных событий, их взаимодействие между собой, что позволило сформулировать проблему единого геосоциального процесса и приступить к его моделированию. Исследования в области медицинской геологии и изучение закономерностей геосоциального процесса представляют собой, по сути, последовательные этапы выявления особенностей единого гео-социо-медицинского состояния региона.

Фундаментальное положение о взаимодействии организма и среды явилось основополагающим в развитии учения об адаптации человека. Именно от полноты и совершенства наступления адаптации в экстремальных экологических, геологических и климатических условиях зависят уровень здоровья и интенсивность миграции населения. Обострение таких условий и нарушение равновесия между организмом человека и окружающей его средой ведет к появлению целого ряда неизвестных ранее групп болезней. Экономическое развитие новых территорий не может быть эффективным без научно обоснованной системы управления здоровьем человека и требует решения фундаментальных проблем дисциплин, стоящих на стыке медицины, геологии и социологии [12]. Такой вывод можно отнести, в том числе, и к разрабатываемой в настоящее время в России программы экономического развития Сибири и Дальнего Востока. Без проведения такого широкого медико-социо-геологического комплекса исследований, его моделирования и построения соответствующих региональных моделей успешная реализация крупных инфраструктурных проектов не возможны.

Организационной проблемой медицинской геологии и географии является создание региональной базы данных о состоянии здоровья населения в связи с влиянием на него природных и социальных факторов [9]. Одним из действенных путей создания такой базы в Камчатском крае может являться мониторинг природных, антропогенных и социальных процессов, организованный в духе работы [1], который будет опираться на уже полученные к настоящему времени данные [2, 8, 10, 14, 15] и другие сведения, в том числе, данные, накопленные в медицинских учреждениях.

**Программа работ, ее реализация.** В настоящее время общественной организацией Российское геологическое общество (РОСГЕО) совместно с Региональным отделением РОСГЕО по Камчатскому краю разработан проект: «Разработка предложений по снижению воздействия негативных природных и техногенных факторов на здоровье населения Камчатского края». Цель проекта РОСГЕО – разработать предложения по снижению воздействия негативных природных и техногенных факторов на здоровье населения и работников основных отраслей народного хозяйства Камчатского края и внедрить их в практику путем организации мониторинга. На основании изучения геологических и климато-экологических особенностей региона, планируется определить и изучить основные природные и техногенные факторы воздействия на здоровье, разработать рекомендации по их снижению для работников основных отраслей народного хозяйства и населения, оценить степень медико-социальных рисков и начать их мониторинг. Полученные результаты будут способствовать реализации имеющихся и разрабатываемых в регионе моделей и технологий взаимодействия общества и природы, обеспечивающих здоровье и комфортные условия проживания и осуществления трудовой деятельности населения.

Проект был рассмотрен и одобрен на расширенном заседании постоянного Комитета Законодательного собрания Камчатского края по социальной политике, которое состоялось в Институте вулканологии и сейсмологии ДВО РАН в апреле 2015 г. совместно с Краевой научной общественностью.

### Список литературы

1. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 5. Человек и три окружающих его среды. М.: Янус, 2013. 744 с.
2. Весна Е.Б., Кулик А.А. Картина мира лиц, переживших землетрясение. Петропавловск-Камчатский: КамГУ им. Витуса Беринга, 2010. 179 с.
3. Викулин А.В., Викулина М.А., Долгая А.А. Геосоциальный процесс // Система «Планета Земля». М.: ЛЕНАРД, 2015. С. 507–521.
4. Викулин А.В., Вольфсон И.Ф., Грачев Л.А., Долгая А.А. Геология, медицина и социум // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 1. Выпуск 25. С. 231–245.
5. Вольфсон И.Ф. О некоторых моделях формирования геохимических аномалий и их значении в решении задач прикладной геоэкологии // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2014. № 2. С. 55–61.
6. Вольфсон И.Ф., Фаррахов Е.Г., Милетенко Н.В., Одерова А.В. Медицинская геология: пять лет в странах СНГ // Горный журнал. 2011. № 121. С. 75–79.
7. Колпаков А. Мумии чилийских Чинчорро // Вокруг света. 1995. № 10. С. 14–18.
8. Кулаков В.Н., Голованов А.В., Коваленко, Высоцкий В.В. Влияние экстремальных природно-климатических условий на состояние здоровья региона // Проблемы возникновения донозологических и патологических состояний в условиях мегаполисов: материалы первой международной научной конференции «Донозоология 2005» / Ред. М.П. Захарченко, А.А. Редько. СПб, 2005. С. 246–247.
9. Медико-географические аспекты изучения здоровья населения Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. 188 с.
10. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Камчатском крае в 2009 году: Государственный доклад. Петропавловск-Камчатский: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Камчатскому краю, 2010. 314 с.
11. Родкин М.В., Шебалин Н.В. Проблемы измерения катастроф // Известия АН СССР. Сер. геогр. 1993. № 5. С. 106–116.
12. Сапов И.А., Новиков В.С. Неспецифические механизмы адаптации человека. Ленинград: Наука, 1984. 146 с.
13. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ (наука и искусство решения проблем): Учебник. Томск: Изд. ТГУ, 2004. 186 с.
14. Хабибуллин Д.З. Проявление патологии человека в регионах Тихого океана. Уфа: ЗАО «АК Идель Пресс», 2010. 352 с.
15. Шаркун В.В. Камчатка. Климат. Человек. Петропавловск-Камчатский; КамГУ, 2007. 103 с.

## О СИМПОЗИУМЕ МЕДГЕО17



Симпозиум «МедГео» (MedGeo) является основой организационной структуры Международной медико-геологической ассоциации (ММГА-IMGA). Он проводится на регулярной основе один раз в два года. 25 июля – 1 сентября 2015 г. в португальском г. Авейру проходил шестой по счету симпозиум ММГА – МедГео15. Предыдущие мероприятия такого рода состоялись в Пуэрто-Рико (2005 г.), в Бразилии (2007 г.), Уругвае (2009 г.), Италии (2011 г.) и США (2013 г.). Симпозиумы, семинары, вебинары, а также и другие мероприятия ММГА собирают вместе исследователей и лиц, ответственных за принятие решений, заинтересованных в решении проблем здоровья населения Планеты, обусловленных природными геологическими процессами и объектами, а также антропогенными материалами, имеющими

геологическое происхождение. Участники симпозиума делятся друг с другом результатами, полученными в таких направлениях исследований, как геохимия, биология, геология, геоэкология, гидрогеология, эпидемиология, химия, медицина, диетология и токсикология, профессиональные заболевания и др.

На заседании Исполнительного комитета Международной медико-геологической ассоциации, проходившем в июле 2015 г. в г. Авейру (Португалия), были рассмотрены две заявки на проведение Международного симпозиума по медицинской геологии в 2017 г. – «МедГео17», поданные Региональным отделением ММГА по странам СНГ и Региональным отделением ММГА в Китайской Народной Республике. По итогам рассмотрения заявок было принято решение о проведении симпозиума «МедГео17» в период с 28 августа по 01 сентября 2017 года в г. Москве. Как ожидается, в московском симпозиуме «МедГео17» примут участие более 200 участников из России, стран ближнего и дальнего зарубежья, а также многочисленные гости.

В программу симпозиума будут включены вопросы, затрагивающие здоровье человека:

- Профессиональные заболевания в геологической отрасли.
- Проблемы здоровья при поисках разведке и добыче энергетического сырья (нефть, уголь, газ, нефтяные сланцы, торф и др.).
- Медико-геологические проблемы урбанизированных территорий.
- Изменение климата и проблемы экологии.
- Лечебные геологические объекты и проблемы их использования.
- Медицинская радиогеоэкология.
- Почвенная геохимия.
- Мышьяк и другие природные токсиканты в окружающей среде.
- Вода и человечество и др.

Организационный комитет приглашает участников конференции «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России» принять участие в седьмом по счету симпозиуме Международной медико-геологической ассоциации «МедГео17», который состоится в Москве в 2017 году.

Если у Вас есть вопросы об организации или участии в работе симпозиума, Вы можете посетить сайт <http://www.medgeo2017.org/> или отправить письмо ученому секретарю регионального организационного комитета симпозиума Иосифу Файтелевичу Вольфсону по адресу [rosgeo@yandex.ru](mailto:rosgeo@yandex.ru).