Г.К.Сафаралиев
Дагестанский университет, г. Махачкала
Н.М.Булаева, Н.В.Тупик
Институт проблем геотермии ДНЦ РАН, г. Махачкала

УДК 550.36

ГЕОДИНАМИКА И ТЕПЛОВЫЕ ПОЛЯ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Отмечено, что территория Дагестана и прилегающая часть Каспийского моря как объект проведения мониторинга геодинамических движений и тепловых полей является уникальной геофизической лабораторией, где на относительно небольшой территории имеются различные ландшафты: от ледников и альпийских лугов до пустынь и полупустынь. Территория имеет сложное тектоническое строение, здесь велика геодинамическая и сейсмическая активность, значительна антропогенная нагрузка на среду. Собранный многолетний фактический материал используется в проводимых исследованиях наряду с закладкой геодинамической сети GPS-наблюдения и современной тепловой съемкой регио-

на. В рамках работ проведены полевые исследования на полигоне по измерению температурного поля на малых глубинах; изучены тепловые космические снимки, произведен сопоставительный анализ полученной информации.

It is marked, that territory of Daghestan and an adjoining part of Caspian sea, object of realization of monitoring of geodynamic movements and thermal fields, is unique geophysical laboratory where in rather small territory there are various landscapes, from glaciers and the Alpine meadows, up to deserts and semideserts; the territory has a complex tectonic structure, geodynamic and seismic activity here is great, anthropogenous loading on environment is significant, there is a collected long-term actual material which is used in spent researches alongside with backfill of a geodynamic network of GPS-supervision and modern thermal shooting of region. Within the framework of operations students and employees have taken part in field researches on range for measurement of a temperature field on small depths; in reception and processing of thermal space pictures, the comparative analysis of the received information.

Дагестан является самой южной территорией Российской Федерации. Здесь, на относительно небольшой площади, сосредоточены многие типы ландшафтов, начиная с ледников и альпийских пастбищ и заканчивая полупустынями и пустынями, недавно освободившимися от моря. Бóльшая часть территории Дагестана расположена на северо-восточных отрогах Кавказских гор, но имеется и значительная по размерам Приморская низменность, расположенная ниже уровня Мирового океана. Длина дагестанского побережья Каспийского моря составляет 640 км, и оно охватывает частично Северный и Средний Каспий.

Разнообразное по характеру поверхностное строение территории дополняется и сложным глубинным ее строением. Дагестан находится в зоне активного орогенеза: рост горных массивов достигает нескольких сантиметров в год, скорость опускания межгорных котловин и Терско-Каспийского прогиба доходит до 1 см в год. Исследования последних лет, проведенные методами повторного нивелирования, показали, что подъемы и опускания фрагментов территории не являются монотонными, а перемежаются возвратными движениями. При смене знаков движения выявляется более мелкая градация территории на блоки, которые либо отстают, либо опережают общее движение фрагментов территории.

Противоположно направленные вертикальные и горизонтальные движения горных массивов и прикаспийского прогиба обусловливают сложную тектоническую структуру на границе смены знаков движений (район Прикаспийской низменности и шельфовая часть моря, предгорный Дагестан), возникновение сети миндалевидных блоков, оживление старых разломов, подвижку блоков по этим разломам и, возможно, возникновение новых разломов, сопровождающихся увеличением сейсмической активности.

Именно геодинамические движения сегодня считают основной причиной, вызвавшей смену знака в динамике уровня Каспийского моря. Уровень моря с 1978 г. начал возрастать на фоне почти двухсотлетнего периода его понижения. Смена знака и скорости изменения уровня Каспия приводит к существенным экологическим последствиям, в одних случаях затрудняя судоходство и ведение рыбного промысла, в других – затапливая территории, строения, промыслы, коммуникации.

Территория Дагестана подвергалась интенсивному хозяйственному освоению с глубокой древности, гораздо раньше Древнего Египта и Двуречья. В настоящее время здесь существует довольно крупная сеть горных водохранилищ, которые, как считают ученые, внесли значительный вклад в изменение потока сейсмических событий в регионе за последние 50 лет; имеется развитая транспортная сеть, трубопроводный транспорт, нефтяные и газовые месторождения и промыслы. Отметим, что добыча нефти в море с эстакад в Дагестане началась в 40-е гг. XX в. Остатки эстакад и старые скважины до сих пор видны в море в районе города Избербаш. На территории Дагестана, кроме действующих месторождений нефти и газа, имеются старые, выработанные, с большим числом заглушенных сква-

жин. Некоторые из них уже попали в городскую черту, другие расположены в местах нового строительства. Работы по поиску новых месторождений углеводородного сырья, ведущиеся на территории Дагестана в настоящее время, указывают на наличие новых месторождений как в Приморской низменности и предгорьях, так и в шельфовой части Каспийского моря. Интенсивность этих работ возрастает и происходит переход от геофизических методов поисков непосредственно к буровым.

На территории Дагестана имеется большое количество гидротермальных источников и эксплуатируется более 1,5 тысяч гидротермальных скважин, ведутся работы по использованию глубинного тепла в промышленных и энергетических целях.

Территория Дагестана относительно густо заселена и ни одно крупное событие, будь то горный обвал, вызванный водной эрозией или землетрясением, подтопление территории или повышение уровня грунтовых вод, литодинамические процессы, не проходит незамеченным. Для исследований на место событий выезжают ученые различных институтов Дагестанского научного центра Российской академии наук и представители вузовской науки. За более чем пятидесятилетний период их работы накоплен большой фактический материал.

Таким образом, Дагестан представляет собой естественную геофизическую лабораторию с активно идущими литодинамическими, геодинамическими, сейсмическими процессами, территорию со значительной антропогенной нагрузкой и в то же время охваченную в той или иной степени сетью наблюдений. На регион влияет Каспийское море, постоянно меняющее свой уровень. Регион незначительно удален от центральных вузов и организаций страны, с которыми местные специалисты имеют тесные связи.

В течение 2001 г. по проекту «Мониторинг современных геодинамических движений и тепловых полей Восточного Предкавказья и прилегающей зоны Каспия» ученые и студенты университета приняли участие в экспедиции, организованной Институтом проблем геотермии Дагестанского научного центра Российской академии наук на полигоне, расположенном южнее Димитровского газоконденсатного месторождения под Махачкалой. Участие в экспедиции завершилось обработкой результатов исследований по методике, предложенной учеными Института проблем геотермии. Построены температурные поля полигона на глубинах 1-3 м.

Осуществлена подборка космических снимков региона, включающих территорию проведения полевых исследований. Выяснено, что территория Дагестана за сутки снимается не менее 50 раз в различных спектральных диапазонах и в различное время суток, в том числе и ночью. Были подобраны наиболее качественные космические снимки, полученные спутниками NOAA. Разрешающая способность этих снимков недостаточна для проведения всего комплекса запланированных работ, но они наиболее доступны и позволяют отследить общие изменения в тепловом излучении региона.

Хотелось бы отметить, что тепловое изображение региона представляет собой собственное излучение фрагментов территории, а не свечение в отраженном свете, как это свойственно обычному видимому спектральному диапазону. Поэтому топологические характеристики теплового и обычного изображения значительно отличаются друг от друга и от исходного картографического материала. Выбрана следующая методика. Тепловой снимок сопоставляется с оптическим, аналогичные фрагменты обоих снимков идентифицируются, после чего производится трансформация теплового снимка и его картографическая привязка к выбранной системе координат. Второй особенностью тепловых снимков является сложение излучения различных фрагментов подстилающей поверхности и глубинных источников тепла, что приводит как к локальному усилению теплового излучения, так и к его ослаблению (затенению). Третьей особенностью является наличие значительных суточных вариаций локальной яркости изображения. Опыт съемки показывает, что наиболее контрастными, с наибольшим разрешением тепловые изображения получаются в предрассветные часы, когда

мешающий тепловой фон, вызванный нагревом поверхности солнечным излучением, уже рассеялся. В этот период наиболее отчетливо проявляются градация теплового излучения самих фрагментов поверхности и подстилающих их структур. Было выявлено, что за короткие летние ночи территория Дагестана не успевает полностью рассеять дневной тепловой фон, который несколько ухудшает тепловые изображения даже в предрассветные часы.

Кроме суточных колебаний яркости тепловых изображений, существуют и их сезонные колебания, для отслеживания которых необходим более длинный ряд наблюдений. По имеющемуся набору снимков удалось выявить локальные изменения яркости изображения, которые держатся несколько дней и затем исчезают. В течение периода наблюдений (около 5 месяцев) подобные изменения возникали неоднократно и не могли быть связаны с особенностями получения изображений, так как присутствуют на снимках, полученных разными космическими аппаратами. Причина возникновения таких изменений выясняется.

Тепловые изображения очень перспективны для оперативного выявления загрязнения водных и наземных поверхностей углеводородами, подтопления территорий и динамики уровня подземных вод. Но для этого необходимы оперативные снимки с хорошим разрешением. Подобная отечественная аппаратура существует в самолетном и вертолетном вариантах, прошла апробацию, но пока облеты с использованием такой аппаратуры дороги и в рамках проводимых работ выполнены быть не могут. Другие организации региона подобные работы не планируют. Необходимо осуществить полномасштабную съемку территории с использованием такой аппаратуры для получения фоновых значений теплового излучения. Подобная информация необходима для исследований влияния антропогенного воздействия на территорию.

В регионе разворачивается сеть геодинамических реперов для проведения наблюдения с использованием GPS-приемников. В процессе анализа были выявлены наиболее благоприятные участки для размещения элементов сети. Достигнута договоренность с соответствующими организациями, на территории и под охрану которых эти реперные знаки планируется установить. Работа проводится совместно с Объединенным институтом физики земли.

В заключение отметим, что экологическая безопасность немыслима без постоянного мониторинга окружающей среды, необходимого для своевременного принятия мер при угрозе возникновения аварийных и катастрофических ситуаций. Использование дистанционных способов получения информации значительно сократит затраты на ведение мониторинга, повысит достоверность и оперативность получаемой информации, что обеспечит системный и комплексный подход к анализу состояния среды и достоверность прогнозирования ее развития.