

ИНДИКАТОРЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЗОН В ПРЕДЕЛАХ СЛАБОСЕЙСМИЧНЫХ РЕГИОНОВ

А.П. Гусев, А.В. Пикас

ГГУ имени Франциска Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь,
andi_gusev@mail.ru

Геодинамически активные зоны – это пространственно локализованные (линейные или изометричные) участки земной коры различного масштаба, в которых имеются или могут возникать условия для концентрации и разрядки тектонических напряжений, изменений деформированности горных пород. Так, к геодинамически активным зонам относят тектонические разломы, над которыми наблюдаются интенсивные локальные аномалии вертикальных и горизонтальных движений земной поверхности, характеризующиеся высокой амплитудой (50–70 мм/год), коротким периодом (0,1–1,0 года), пространственной локализацией (0,1–1,0 км), пульсационным и знакопеременным характером [1].

Эти зоны в значительной мере контролируют локализацию и развитие карстовых и суффозионных процессов, нарушение проницаемости водоупорных горизонтов, местоположение гидрогеологических окон, пространственное перераспределение техногенного загрязнения по земной поверхности; с ними связаны проявления сейсмичности, горные удары и другие негативные геодинамические явления. Например, исследования на территории Москвы показали, что геодинамически активные зоны характеризуются повышенной трещиноватостью и флюидо- и газопроницаемостью горных пород, которые способствуют развитию в них опасных геологических процессов – карстовых, карстово-суффозионных, а также загрязнению подземных вод на участках гидрогеологических окон; в рельефе проявляются повышенными градиентами крутизны склонов [2].

Имеются предположения, что аварийность в нефтегазовой отрасли, выражающаяся в нарушении устойчивости и технического состояния трубопроводных систем (скважин и линейных трубопроводов различного назначения), может быть связана с аномальной геодинамической активностью земных недр [3]. Например, действие коррозионного фактора на трубопроводные системы усиливается в геодинамически активных зонах за счет того, что активизация разломов сопровождается увеличением концентрации химически агрессивных газообразных и жидких флюидов; увеличение уровня локальных напряжений в зоне разлома приводит к эффектам стресс-коррозии или коррозии под напряжением; повышенный поток глубинного тепла благоприятствует развитию жизнедеятельности бактерий.

Исследования, проведенные на Усть-Балыкском нефтяном месторождении (Западная Сибирь), показали, что аварийные ситуации на скважинах и прорывы трубопроводов обладают четкой пространственно-временной избирательностью и соотносятся с аномалиями современных вертикальных движений. Анализ аварийности в 1987–1991 гг. выявил, что более 50% аварий на скважинах и более 76% прорывов трубопроводов совпадали по площади и времени с участками и временем аномальных изменений напряженно-деформированного состояния недр. Избирательный характер аварийности проявляется в том, что большинство аварий приурочено к зонам разрывных нарушений разного ранга, аварии происходят неодновременно, что обусловлено различиями в активизации участков разломов [3].

Таким образом, актуальность изучения активных разломов обусловлена их геоэкологической опасностью, проявляемой в возможном влиянии на технические системы, на развитие инженерно-геологических процессов, на устойчивость геологической среды к техногенным воздействиям.

Цель исследований – разработка системы индикаторов геодинамически активных зон для условий слабосейсмичного региона. Решаемые задачи: обоснование выбора индикаторов геодинамической активности; оценка геодинамической активности тектонических структур юго-востока Беларуси; выявление локальных геодинамически активных зон по наземным и дистанционным индикаторам.

Индикаторы современной геодинамической активности нами отбирались исходя из следующих критериев: доступность баз данных; наличие доказанной корреляции с современными тектоническими процессами; пространственный охват, соответствующий региональному и локальному уровням; возможность использования в регионах с различным уровнем сейсмичности, в том числе в асейсмичных.

В качестве индикаторов современной геодинамической активности рассмотрены: плотность космолинеamentов (км/км^2); плотность разломов, выявленных по геолого-геофизическим данным (км/км^2); содержание тропосферного метана (по данным съемки Sentinel-5P TROPOMI, в ppb); плотность теплового потока (мВт/м^2); сейсмичность (риск максимальной интенсивности сейсмических сотрясений с вероятностью 10% за 50 лет по шкале MSK-64, в баллах); пораженность территории экзогенными геологическими процессами (в % от общей площади); газогеохимические аномалии (водорода и радона в почвенном воздухе, гелия в подземных водах); пространственно-временные аномалии геофизических полей (геомагнитного, гравитационного, геоэлектрического) [4]. Кроме того, рассмотрены особенности строения четвертичного чехла в надразломных зонах. К геологическим индикаторам отнесены гляциодислокации, ледниковые ложбины, конечные морены, сейсмотектонические морены, озы и насыпные краевые гряды.

Установлено, что по совокупности рассмотренных индикаторов наибольшая на региональном уровне современная геодинамическая активность характерна для Северной зоны ступеней Припятского прогиба. Северная зона ступеней включает Речицко-Шатилковскую и Червонослободско-Малодушинскую ступени, которые отделены друг от друга Речицко-Вишанским разломом мантийного заложения и на западе замыкаются Старобинской центриклинальной депрессией.

Для оценки современной геодинамической активности локальных зон был выбран тестовый участок, в пределах которого сочленяются Северо-Припятское плечо, Северная зона ступеней Припятского прогиба, Гомельская структурная перемычка и Воронежская антеклиза.

На примерах тестового участка показано влияние геодинамически активных зоны на геоэкологические условия:

- 1) направление движения поверхностного загрязненного стока с полигона отходов, контролируемое активным разломом;
- 2) загрязнение подземных вод через «окно» в моренных отложениях в надразломной зоне;
- 3) снижение защищенности подземных вод в геодинамически активной зоне;
- 4) развитие заболачивания и подтопления городской застройки в надразломной зоне.

На основе проведенных исследований на юго-востоке Беларуси:

- предложена система индикаторов для оценки современной геодинамической активности тектонических структур в условиях слабо- и асейсмичных территорий;
- определено, что по совокупности рассмотренных индикаторов наибольшая в регионе современная геодинамическая активность характерна для Северной зоны ступеней Припятского прогиба;
- на примере тестового участка показано, что существует пространственная корреляция между аномалиями повышенного содержания тропосферного метана, аномалиями гелия в подземных водах и водорода в почвенном газе, аномалиями геофизических полей;

– на примере тестового участка рассмотрены влияние геодинамически активных зоны на геоэкологические условия (направление движения поверхностного загрязненного стока, загрязнение подземных вод через «окно» в моренных отложениях, снижение защищенности подземных вод в геодинамически активной зоне, развитие заболачивания и подтопления городской застройки).

Литература

1. Кузьмин, Ю.О. Современная геодинамика опасных разломов / Ю.О. Кузьмин // Физика Земли. – 2016. – № 5. – С. 87–101.
2. Дорожко, А.Л. Геодинамически активные зоны и линеаменты Москвы и геоэкологическое значение / А.Л. Дорожко, В.М. Макеев, Г.И. Батрак, И.А. Позднякова // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. – 2015. – № 2. – С. 147–157.
3. Касьянова, Н.А. Экологические риски и геодинамика / Н.А. Касьянова. – М.: Научный мир, 2003. – 332 с.
4. Гусев, А.П. Индикаторы активных разломов (на примере Гомельской структурной перемычки) / А.П. Гусев // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2024. – Т. 66. – № 1. – С. 35–44.

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Е.А. Кухарик, А.В. Матвеев

**Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск,
Республика Беларусь, shzhk@mail.ru**

В настоящее время геологическая среда территории Центральной Беларуси испытывает заметную трансформацию в связи с осуществлением горнопромышленной деятельности. Разработка месторождений полезных ископаемых, прежде всего мергельно-меловых пород, песков и песчано-гравийных пород, глины, торфа, производящаяся (за исключением подземной добычи калийных солей в Солигорском горнопромышленном районе) открытым способом, вносит существенный вклад в техногенное изменение верхней части литосферы. Происходящие изменения в геологической среде выражаются не только в формировании своеобразного техногенного комплекса рельефа, но и изменении гидрогеологических условий, строения верхней части платформенного чехла, формированием геохимических аномалий в покровных отложениях и др. [1]. Это подчеркивает актуальность выполненных исследований, целью которых являлось выявление особенностей проявления техногенных геологических процессов горнопромышленной группы в регионе.

Основным источником фактического материала явились полевые исследования, проведенные в основном в последние годы, а также архивные источники информации, опубликованные сведения, материалы дистанционных съемок. Параметры образующихся техногенных форм рельефа (техноморф) и особенности их развития под воздействием различных факторов определялись непосредственно при выполнении стационарных и маршрутных наблюдений, фиксировались проявления современных геологических процессов. Картирование распространения горных выработок, расположенных в изученном регионе, производилось на основании опубликованных данных и материалов дистанционных съемок. Картосоставительские работы и обработка графического материала производились в программных продуктах