

УДК 622.831:004

Игнатов Ю.М., доцент, к.н.

Игнатова А.Ю., доцент, к.н.

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева

Ignatov Yuri M, associate Professor.

Ignatova A.Yu., associate Professor.

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СИЛОВЫХ ПОЛЕЙ
НА ГОРНЫЙ МАССИВ В КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЯХ****ANALYSIS OF THE RESULTS OF EVALUATING THE EFFECT OF
FORCE FIELDS ON A MOUNTAIN RANGE IN COMPUTER MODELS**

При исследовании объектов, процессов и явлений, при компьютерной обработке данных с пространственной информацией, актуально использовать геоинформационные системы (ГИС). В настоящее время, создание и экспериментирование с компьютерными моделями, построенными с использованием ГИС, является одним из основных инструментов познания в практических исследованиях.

В России много отечественных и зарубежных программных продуктов, позволяющих создавать компьютерные модели. Специалистами ведутся работы по их использованию в научных исследований производственных процессов, путём ввода баз данных в ГИС: Аксиома, система GeoDraw, ГИС Sinteks ABRIS и др. Популярны горно-геологические информационные системы (ГГИС): Геомикс, ПАРК, Маинфрэм, и др., в которых также реализованы уникальные методы моделирования соответствующих процессов.

Используются зарубежные ГИС: ArcView, MapInfo, ArcInfo, AtlasGIS и другие. Кроме этих программ, на мировом рынке, для решения аналогичных задач предприятий, имеются (ГГИС): Micromine, Surpac, Datamine, K-mine и другие.

В данной статье излагаются результаты построения компьютерной модели ситуации и пути анализа процесса воздействия силовых полей на горный массив Кузнецкого угольного бассейна. Были использованы результаты исследований, выполненных авторами по договору № 125-2011, заключённому между ОАО «УК Кузбассразрезуголь» и КузГТУ [1]. Создана геоинформационная модель сети геодинамических блоков, разрывных нарушений регионального значения и произведён анализ их пространственной близости к гидротехническим сооружениям филиалов ОАО «УК Кузбассразрезуголь» (Моховский, Бачатский).

Создание геоинформационной модели (ГИС-проекта) произведено на основе геолого-промышленной карты Кузбасса и включало следующие этапы:

- формирование цифровой векторной модели данных;
- сканирование исходного картографического материала;
- привязку растровых фрагментов к системе координат;
- векторизацию растровых фрагментов;
- наполнение данными атрибутивных таблиц.

Речная сеть и горные отводы горнодобывающих предприятий были векторизованы по растровым материалам топографических карт М 1:200 000. Дизъюнктивные дислокации Кузнецкого угольного бассейна были векторизованы в ГИС в двух слоях:

- дизъюнктивные дислокации линейного типа;
- зоны дробления горных пород в топологической модели.

В результате были сформированы, соответственно, линейные и площадные модели этих геообъектов. В атрибутивные таблицы векторных слоёв внесены наименования геообъектов, которые указаны на базовых геологических картах.

Последующая обработка встроенными пакетами программ и прикладными модулями позволила получить новые сведения о территории бассейна, которые представлены в следующих видах:

- цифровые модели рельефа;
- трехмерные модели горного массива;
- карты градиентов деформаций пластов;
- карты геодинамической опасности и др.

Таким образом, созданы многослойные электронные карты, главный слой которых описывает географию территории, а второстепенные слои характеризуют отдельные составляющие части горного массива данной территории.

Для выявления закономерных связей между рельефом и строением земной коры авторы работ [1-5] применили картографический метод морфоструктурного анализа рельефа земной поверхности. В этих работах было выявлено блочное строение территорий угольных месторождений и участков вновь проектируемых шахт с оцениванием ранга блоков. Было отмечено, что для Кузбасса характерны блоки 1-4 рангов. Для выявления блоковых структур использованы методики, которые основаны на теоретических положениях о ведущей роли тектонических движений в формировании рельефа. Сами тектонические движения обусловлены перемещениями блоков, которые происходят по направлению разломов, а рельеф через изменение гипсометрического уровня поверхности отражает это перемещение.

Ориентировка действующих напряжений определяется по элементам залегания, ориентировке вектора смещения границ блоков и выраженностью в современном рельефе [2].

Рассматривая соотношение высот отдельных участков, учитывая рисовку горизонталей и расположение гидросети, по топографическим картам различных масштабов выявлялись блоковые структуры той или иной территории. Блоки 1 ранга выделялись по картам М 1 : 2 500 000, блоки 2 ранга – по картам М 1 : 1 000 000 в пределах блоков 1 ранга, блоки 3 ранга – по картам М 1 : 100000 в пределах блока 2 ранга, блоки 4 ранга – по картам М 1 : 25 000 в пределах блока 3 ранга.

В работе [5] по описанной методике создана карта-схема блоковых структур 1 ранга Кемеровской области, растровое представление которой в нашей работе было привязано к СК-42 и использовано для пространственного анализа близости гидротехнических сооружений к границам блоков I ранга.

Для оценки влияния силовых полей сейсмотектонической активности на горный массив бассейна в ГИС внесены координаты эпицентров и векторы сейсмических событий с Горного Алтая (вектор № 1) и Тувы (вектор № 2). Так по вектору № 1 зафиксировано землетрясение 15 февраля 2025 года магнитудой 6.4. По вектору № 2 с 2024 года в Туве произошло 62 сейсмических событий магнитудой 5 и выше, рис.1.

В работах И.М. Батугиной и И.М. Петухова выявлены и опубликованы в 1988 году [2] протяжённые разломы широтного направления (параллельные линии «Новосибирск - Иркутск»), которые показаны на рис. 1. Эти разломы разделяют блоки более высокого порядка, чем блоки I ранга. Нами, по координатам, нанесён очаг землетрясения, которое произошло 18 июня 2013 года, и он попал на указанные разломы. Разломы связаны с 54 параллелью северной широты, на которую оказывает влияние изменение линейной скорости вращения Земли. В результате неравномерной плотности вращающихся масс в земной коре возникают срезающие усилия, которые могут фиксироваться в виде разломов на континентах [2].

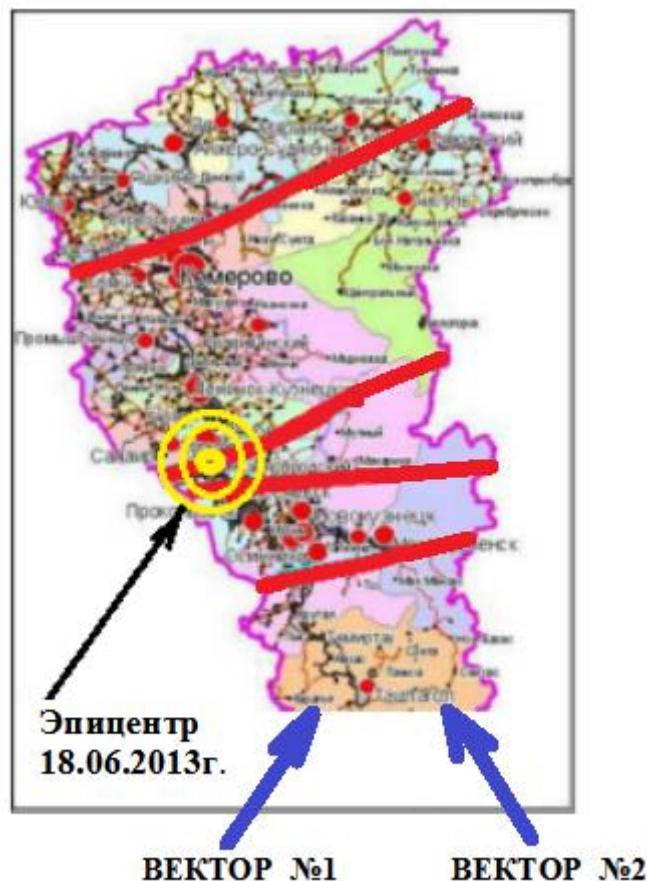
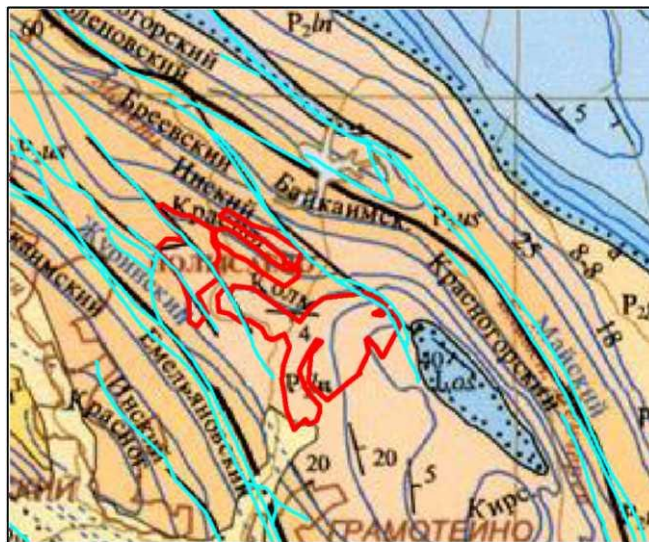


Рис. 1. Влияние силовых полей на блоки регионального масштаба

Таким образом, объектами изучения, при данном моделировании, являются линии раздела выделенных блоков и их соотношение с инженерными сооружениями.

Наиболее простым видом ГИС-анализа является оценка пространственной близости геообъектов друг к другу. Для этого растровые, и сформированные векторные модели реальных геообъектов были совмещены в единой геоинформационной среде в системе координат СК-42. Так, на рис. 2 показано совмещение геоинформационной модели горного отвода основных участков Моховского угольного разреза с векторной моделью разрывных нарушений геолого-промышленной карты Юзвицкого А.З. на фоне геологической карты ФГУП «Запсибгеолъёмка» (Бабин Г.А.).



- Граница горного отвода предприятия;
- Разрывное нарушение линейного типа (Юзвизкий А.З.).

Рис. 2. Совмещение горного отвода Моховского разреза с векторной моделью разрывных нарушений

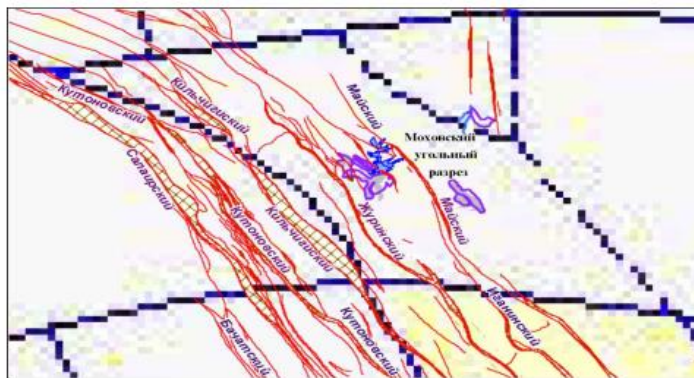


Рис. 3. Близость гидроотвала и участков Моховского разреза к геодинамическим разломам

Рис. 2 и 3 показывают, что участки Моховского угольного разреза располагаются между Майским и Журиновским разрывными нарушениями [1] на расстоянии от каждого из них в среднем приблизительно 4 км.

Гидроотвал Моховского угольного разреза размещается между двумя геологическими разрывными нарушениями: Журиновским (на западе на расстоянии примерно 0,5 км) и Майским (на востоке на расстоянии примерно 1,3 км). Территорию разреза пересекают ещё три меньших по протяжённости разрывных нарушений и, кроме того, вблизи гидроотвала расположены зоны дробления горных пород, свидетельствующие о высокой геодинамической активности данного района.

Рис. 4 демонстрирует степень пространственной близости гидроотвала и участков Моховского угольного разреза к геодинамическим проявлениям блочной структуры I ранга [1] Кузнецкого угольного бассейна.

Границы блоков I ранга в геопространстве не могут быть бесконечно тонкими, а, имеют пространственное простираие «в ширину», в пределах которого геодинамическая активность, наиболее высока. Так, на рис. 4 границы блоков I ранга показаны светло-зелёным цветом с учётом максимальной погрешности их картографического представления.



Рис. 4. Близость гидроотвала Моховского угольного разреза к геодинамическим блокам

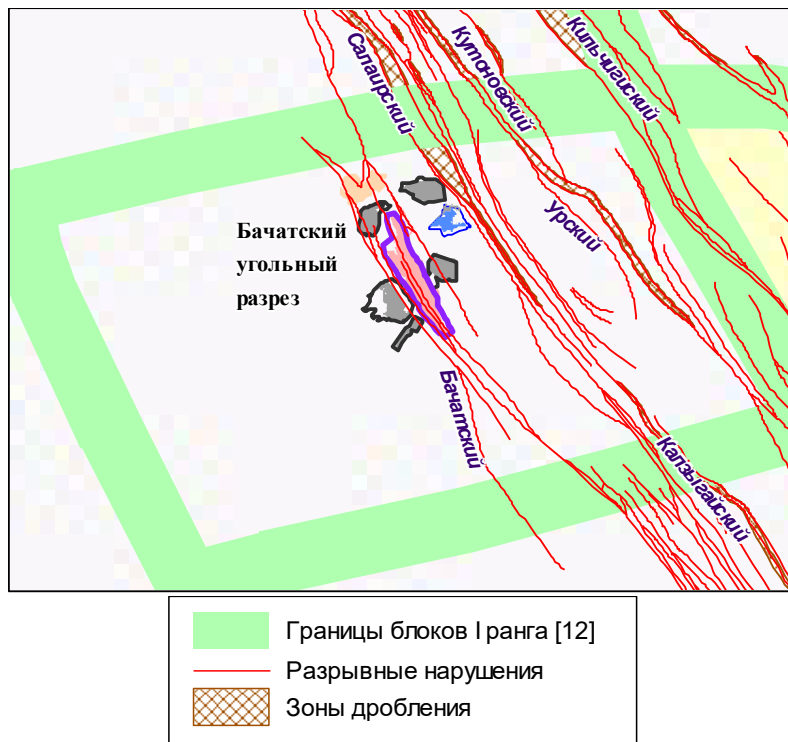


Рис. 5. Близость объектов Бачатского угольного разреза к разломам, разделяющим блоки I ранга [1]

На основании работы показано, что внутриблоковые дизъюнктивные дислокации линейного типа наблюдаются практически на всех участках Моховского и Бачатского разрезов, пересекая их в северо-западном направлении.

Разрабатываемые участки иных угледобывающих предприятий, функционирующих на исследуемой территории в непосредственной близости к участкам угледобычи Моховского и Бачатского угольных разрезов, также пересекаются многочисленными разрывными нарушениями линейного типа и зонами дробления горных пород.

Гидроотвалы, а также все рассматриваемые участки Моховского и Бачатского угольных разрезов, находятся в непосредственной близости от геодинамически активных границ блоков земной коры I ранга [1] (на расстоянии от 2,5 км до 10 км) и зон дробления горных пород, а также протяженных разрывных нарушений (в среднем на расстоянии от 0,5 до 1,5 км).

Под воздействием тектонической активности это может приводить к неконтролируемой геодинамической активности в районе угледобычи ОАО «УК Кузбассразрезуголь», в частности, к образованию зон повышенной трещиноватости в районе размещения гидротехнических сооружений Моховского и Бачатского угольных разрезов. Зона геодинамического разлома с повышенной трещиноватостью может проявиться в:

- фильтрации воды из водохранилища;
- утечке вредных компонентов из гидротехнических сооружений;

– увеличение водопритоков при горных работах.

Из литературных источников, документов и отчетов по результатам геологоразведочных работ известно, что дизъюнктивы обеспечивают связь поверхностных водотоков с подземными водами и соединение между водоносными горизонтами происходит по зонам дизъюнктивов с разной активностью. Развитие неотектонических движений вызывает приоткрывание древних трещин и образование новых с формированием новых зон нарушенного массива [2-6].

При ведении горных работ происходит накопление в воде металлов (ртуть, свинец, цинк, медь, кадмий и др.), которые с подземными водами попадают в речные системы и производят их загрязнение.

Таким образом, анализ результатов позволяет утверждать, что объёмы попадания поверхностных водотоков в подземные воды увеличиваются от сейсмических сотрясений.

Выводы

1. Исследования показали, что геоинформационная модель горного массива Кузнецкого угольного бассейна пригодна для анализа поведения горных пород под сейсмическим воздействием и оценки такого взаимодействия на экологию.

3. Геоинформационный анализ позволил выявить пространственные закономерности свойств горного массива (система глобальной трещиноватости), размещение в пространстве и конфигурации дизъюнктивной нарушенности (зонирование и аномалии), построить цифровую тектоно-гидрологическую модель структуры Кузнецкого бассейна и совместить её со схемой геодинамических блоков 1 ранга.

4. Направление вектора сейсмического воздействия позволяет на карте установить линии геодинамических разломов, которые могут получить максимальное сотрясательное и сдвиговое деформирование. Разгрузка новых волн напряжённости происходит по существующим системе тектонических разломов и зон деформации.

5. С учётом цифровой тектоно-гидрологической модели установлены предприятия, которые должны для уменьшения попадания воды в горные выработки делать новые искусственные русла для рек, выполненные в железобетонном коллекторе и очистные сооружения.

6. Следует усилить государственный контроль над использованием водных ресурсов в зоне выявленных горнодобывающих производств, а предприятиям внедрять передовые научно-технические разработки в области охраны окружающей среды.

Список литературы

1. Создание геоинформационной модели геодинамических разломов Кузнецкого угольного бассейна и анализ их пространственной близости к гидротехническим сооружениям филиалов ОАО «УК Кузбассразрезуголь»:

/ Отчёт о НИР;. рук. Игнатов Ю.М. Кемерово. По договору № 125-2011 от 25.05.1011. КузГТУ. 2011. – 64 с.

2. Батугина, И.М. Геодинамическое районирование месторождений при проектировании и эксплуатации рудников / И.М. Батугина, И.М. Петухов. – М.: Недра, 1988. – 166 с.

3. Батугин, А.С. Об оценке активного влияния нарушений на условия ведения горных работ // Горное давление, горные удары и сдвигение массива. Сб. науч. тр. Часть I. - СПб.: ВНИМИ, 1994. – С.143-149.

4. Батугин, А.С. Тектонофизическая модель горно-тектонических ударов с подвижками крыльев крупных тектонических нарушений. // ГИАБ, «Труды научного симпозиума «Неделя Горняка –2010». – 2010. – С. 252–264.

5. Сурунов, Н.Ф. Автореферат диссертации на соискание степени к.т.н. «Прогноз влияния геодинамической активности блоковых структур на напряженно-деформированное состояние массивов и метановыделение из угольных пластов». – на правах рукописи. – Кемерово, 2006. – 18 с.

6. Косыгин, Ю.А. Тектоника. - М.: Недра, 1969. – 616 с.

References

1. Creation of a geoinformation model of geodynamic faults of the Kuznetsk coal basin and analysis of their spatial proximity to hydraulic structures of branches of JSC Kuzbassrazrezugol Management Company: / Research report; hand. Ignatov Yu.M. Kemerovo. Under agreement No. 125-2011 dated 05/25/2011. KuzGTU. 2011. – 64 p.

2. Batugina, I.M. Geodynamic zoning of deposits in the design and operation of mines / I.M. Batugina, I.M. Petukhov. – M.: Nedra, 1988. – 166 p.

3. Batugin, A.S. On the assessment of the active impact of violations on mining conditions // Mountain pressure, mountain impacts and displacement of the massif. Collection of scientific tr. Part I. Saint Petersburg: VNIMI Publ., 1994. pp.143-149.

4. Batugin, A.S. Tectonophysical model of mountain-tectonic impacts with wing movements of large tectonic disturbances. // GIAB, "Proceedings of the scientific symposium "Miner's Week -2010". – 2010. – pp. 252-264.

5. Surunov, N.F. Abstract of the thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences "Forecast of the influence of geodynamic activity of block structures on the stress-strain state of massifs and methane release from coal seams." – on the rights of the manuscript. Kemerovo, 2006. 18 p.

6. Kosygin, Yu.A. Tectonics. - M.: Nedra, 1969. – 616 p.