

*Великанов А.Е.*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ  
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ УЧАСТКА БАЛАПАН НА  
СЕМИПАЛАТИНСКОМ ПОЛИГОНЕ**

*A.E. Velikanov*

**APPLICATION OF SATELLITE IMAGES FOR GEOECOLOGICAL ZONING OF  
BALAPAN SITE AT THE SEMIPALATINSK TEST SITE**

УДК:528.8(15):621.039.9

*Перспективным источником информации для изучения экологической обстановки на Семипалатинском полигоне является использование спутниковых изображений, по которым можно построить тектоническую схему и выявить тектонически ослабленные водонасыщенные структуры на участке проведения подземных ядерных взрывов в боевых скважинах. При наличии геологической и экологической информации по отдельным скважинам выявленные структуры позволят провести экспрессное геоэкологическое районирование участка Балапан по техногенному воздействию боевых скважин на геологическую среду.*

*Application of satellite images allowing to construct a tectonic plot and reveal poor tectonic water saturated structures at the place of underground nuclear explosions conducting in military boreholes is a perspective information source for investigating the geological environment at Semipalatinsk Test Site. Availability of geological and ecological information by individual boreholes will allow the revealed structures to conduct short-term geoecological zoning of Balapan site on industrial influence of military boreholes on geological environment.*

Территория Семипалатинского испытательного полигона (СИП) является местом длительного техногенного воздействия подземных ядерных взрывов. Так на участке Балапан с 1961 по 1989 год выполнено 112 подземных ядерных взрывов (ПЯВ) в боевых скважинах при глубине заложения ядерных зарядов от 178 до 642 метров мощностью от 1 до 212 кТ. Общая мощность всех взорванных зарядов составила 8254 кТ. Потенциальную опасность для окружающей среды представляют проявленность на этих объектах современных геодинамических природно-техногенных процессов (обрушение полостей, повышение нарушенности среды, провалы, оседания территории и дифференцированные движения земной коры), а также неконтролируемое распространение радионуклидного загрязнения с подземными водами в недрах и выбросы токсичных газов в атмосферу из боевых скважин.

Главенствующая роль геологических факторов в формировании и изменении экологической обстановки на СИП определили актуальность проведения геоэкологического районирования участков проведения ПЯВ, как важнейшей составной части исследований по оценке и прогнозированию их экологического состояния. Одним из перспективных и информативных источников информации для изучения экологической обстановки на СИП является использование спутниковых изображений земной поверх-

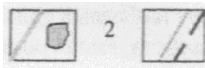
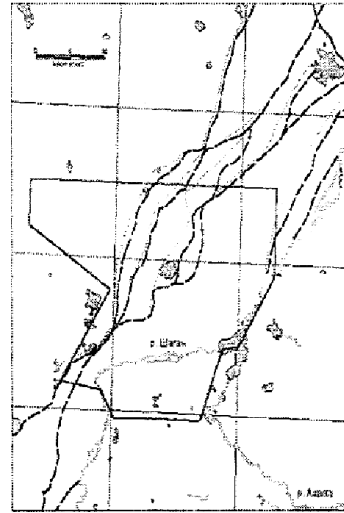
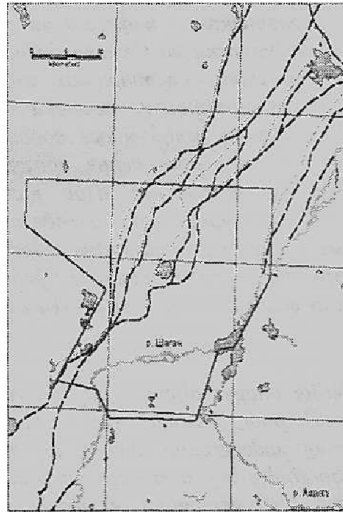
ности, по которым можно построить тектоническую схему и выявить тектонически ослабленные водонасыщенные структуры на участке проведения ПЯВ. Это позволяет при наличии геологической и экологической информации по отдельным боевым скважинам провести экспрессное геоэкологическое районирование участка Балапан по техногенному воздействию боевых скважин на геологическую среду.

Для структурно-тектонических построений по исследуемой площади были использованы многоспектральные спутниковые изображения LANDSAT за 1978, 1989, 1990 и 2001 годы, имеющих от 4 до 7 спектральных каналов в диапазонах видимого и инфракрасного участков электромагнитного спектра. При визуальном дешифрировании использовались цветные изображения из трёх спектральных каналов, включающих видимые диапазоны и ближнюю инфракрасную зону спектра. При автоматизированном дешифрировании использовались наиболее информативные спутниковые изображения отдельных спектральных каналов только в инфракрасных диапазонах спектра, включая и тепловой канал, результат по которым потом суммировался в одно изображение. Автоматизированное дешифрирование спутниковых изображений и их анализ осуществлялись с помощью программы Lineament (Автор: Н. Дементьев. Новосибирск 1992 г.). При этом производилось автоматизированное выделение линеаментов по 16 направлениям (через 11,25°). Полученные изображения после исключения линий техногенных помех (дороги, коммуникации, границы пашен и другие) интерпретировались как схемы линеаментов трещинной тектоники. Густота (плотность) и направленность линеаментов трещинной тектоники могут характеризовать проницаемость или водонасыщенность геологической среды грунтовыми водами по интенсивности и направлению.

Визуальное дешифрирование цветного спутникового изображения LANDSAT за 1978 г. позволило выявить линейные структуры СВ простирания, проинтерпретированные как палеоруслу р. Шаган, протекающей в настоящее время в ЮВ части участка Балапан (рис. 1). Как правило, местоположение русел рек совпадает с местоположением тектонических разломов, где трещиноватые ослабленные породы создают отрицательные формы рельефа местности. И хотя, речные водные потоки на равнинной местности подтачивают один из берегов, сдвигаясь в сторону от местоположения тектонических разломов, всё равно, они впоследствии надолго задерживаются на

следующем тектоническом разломе. А предыдущее местоположение реки над тектоническим разломом совпадает уже с палеоруслом, где река ранее задерживалась в ослабленных трещиноватых породах с пониженными формами палеорельефа под современ-

ными рыхлыми отложениями. Выявленные палеоруслу р. Шаган могут являться близповерхностными каналами миграции радионуклидов с грунтовыми водами, собираемых с поверхности участка Балапан.

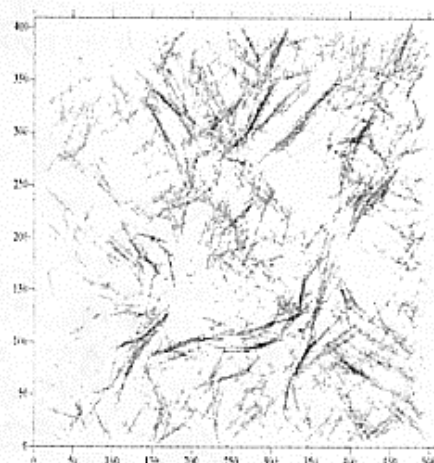


Современное русло р. Шаган и контуры озёр. 2 - Западная и восточная границы зон палеорусел.

**Рис.1.** Выделение палеорусел р. Шаган по дешифрированию спутникового изображения LANDSAT за 1978 г. (каналы 4,3,2) на участке Балапан.

Геозоологическое изучение площадки Балапан с объектами ПЯВ, рассматриваемых в качестве объектов захоронения продуктов техногенного радионуклидного загрязнения, обуславливает необходимость учета тектонической обстановки как на территории участка, так и в его обрамлении. Это необходимо для выявления возможных каналов и путей миграции

радионуклидов по зонам водопрводящих разрывных нарушений и сопровождающим их зонам тектонической трещиноватости пород. Ниже приводятся результаты автоматизированного дешифрирования спутниковых изображений LANDSAT в инфракрасных диапазонах спектра на участке Балапан для выявления тектонических структур (рис. 2).



1 – Линеаменты трещинной тектоники

**Рис.2.** Результаты автоматизированного дешифрирования спутниковых изображений LANDSAT в инфракрасных диапазонах спектра на участке Балапан с суммарным эффектом выделения линеаментов трещинной тектоники (слева) и их генерализации после фильтрации (справа).



1 – Разломы первого и второго порядков. 2 – Палеоруслула.

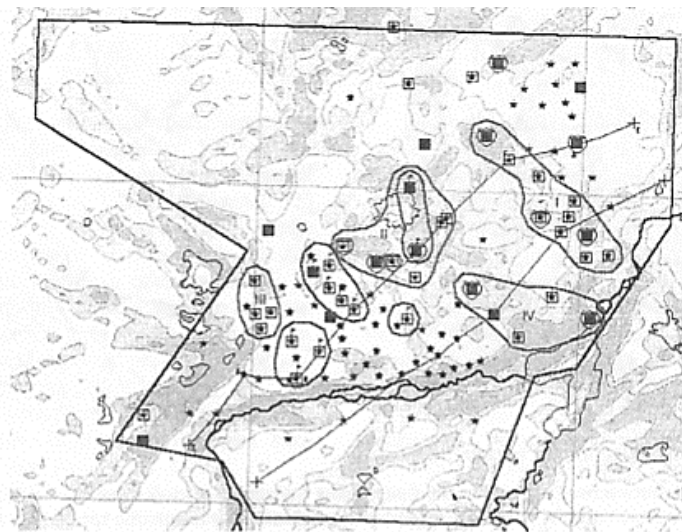
Рис.3. Тектоническая схема участка Балапан

С помощью программы Lineament также составлена карта плотности линеаментов в градациях яркости, которая позволила выделить области наиболее плотных пород и области тектонически ослабленных водонасыщенных пород. По результатам визуального и автоматизированного дешифрирования спутниковых изображений построена тектоническая схема (рис. 3) и схема районирования участка Балапан по техногенному воздействию боевых скважин на геологическую среду, за основу которой взята карта плотности линеаментов (рис. 4). На схеме районирования видно, что одна группа структур, преимущественно северо-восточного направления, совпадает с действующим руслом реки

Шаган и с выделенными по космическим снимкам палеоруслулами. Другая - северо-западного на-

вления, секущая речную и палеоруслую сеть, пространственно увязывается с двумя большими зонами интенсивной трещиноватости пород шириной до 2-4 км, прослеживающихся через весь участок Балапан.

Характерной особенностью обеих выделенных областей является приуроченность к ним в различной степени проявленных поствзрывных провальных воронок вблизи скважин ПЯВ, что свидетельствует о пониженной механической прочности горных пород, вмещающих полости ПЯВ и протекающих в недрах деструктивных геодинамических процессах. Очевидно, что именно такие скважины и прилегающее к ним пространство должны быть первоочередными объектами для последующих исследований, как потенциально опасные для окружающей среды.



Боевые скважины: 1 - в стабильном состоянии; 2 - в углефицированной среде; 3 - экологически проблемные (в нестабильном состоянии), в том числе: а - радиоактивно загрязненные с поверхности; б - в углефицированной среде; в - газовыделяющие; г - с воронкой; 4 - региональные геофизические профили; 5 - группы скважин, подверженных провальным явлениям; 6 - группы газовыделяющих скважин; 7 - контур участка Балапан; 8 - области наиболее плотных пород; 9 - области тектонически ослабленных водонасыщенных пород по данным обработки космических снимков

Рис.4. Схема районирования участка Балапан по техногенному воздействию боевых скважин на геологическую среду

Выводы:

1) Показана эффективность использования спутниковых изображений для выявления тектонически ослабленных водонасыщенных структур на участке проведения подземных ядерных взрывов в боевых скважинах, что позволяет провести экспрессное геоэкологическое районирование участка Балапан по техногенному воздействию боевых скважин на геологическую среду.

2) Выделенные по данным районирования площадки групп и отдельных боевых скважин в качестве объектов мониторинга, позволяют более обоснованно ориентировать объемы и виды детализационных исследований по оценке и прогнозированию поствзрывной геоэкологической обстановки в связи с последствиями ПЯВ.

**Рецензент: д.ф.-м.н. Погребной В.М.**

---