

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ И МНОГОСПЕКТРАЛЬНОЙ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Б.Г. Азимов  
Г.С. Кутумова  
М.И. Равшанова  
Б. Эркинова**

Ташкентский государственный технический университет

### **АННОТАЦИЯ**

*Совершенствована многоступенчатая и многоспектральная ГИС-технология, способствующая оптимизацию маркшейдерских работ при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.*

**Ключевые слова:** *совершенствование, ступенчатая, спектральная диапазон, ГИС-технология, оптимизация, маркшейдерское дело, подземная разработка, месторождение, полезные ископаемые.*

### **ABSTRACT**

*A multi-stage and multi-spectral GIS technology has been improved, which contributes to the optimization of mine surveying in the underground mining of mineral deposits.*

**Keywords:** *improvement, stepped, spectral range, GIS technology, optimization, mine surveying, underground mining, deposit, minerals.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Оптимизация маркшейдерских работ при подземной разработке полезных ископаемых, которая является одним из основных опоров макроэкономики Республики в стратегии развития нового Узбекистана, во многом зависит от использования инновационной многоступенчатой и многоспектральной ГИС-технологии.

В Ташкентском государственном техническом университете под руководством доц. Б.Г.Азимова была разработана теоретико-методологическая основа создания ГИС-технологии с 4 ступенчатой и 4 спектральным диапазоном в предмете «Рациональное и безопасное использование горнорудных ресурсов» [1].

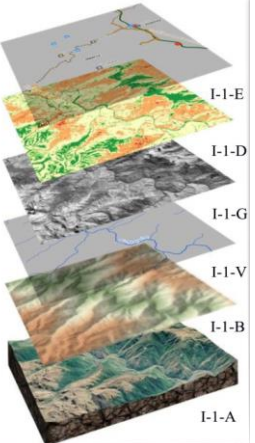
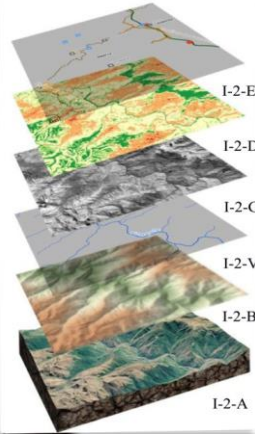
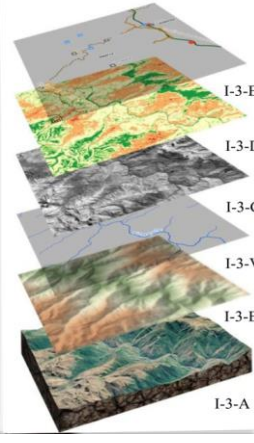
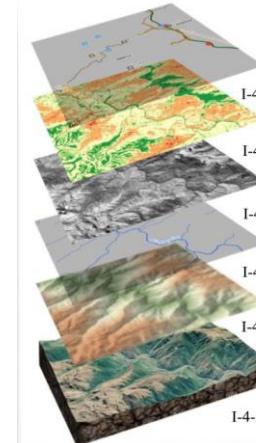
## ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

При совершенствовании многоступенчатой и многоспектральной ГИС-технологии для оптимизации маркшейдерских работ при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, был выполнен следующий комплекс работ (таблица 1).

*Во-первых*, на основе статистического анализа геологической информативности 55 комплектов мелкого и 17 комплектов среднего масштабов многозональных космических сканерных изображений (КСИ) создан метод синхронной интерпретации многозональных дистанционных материалов, являющийся принципиально новым методом при дистанционных исследованиях [2]. Он опирается на два существенных момента:

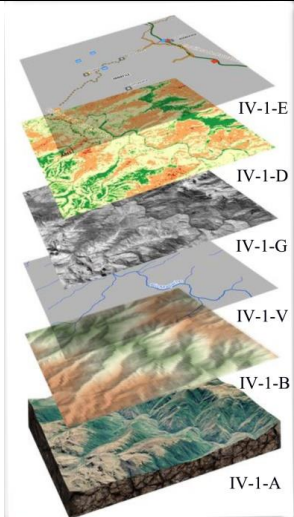
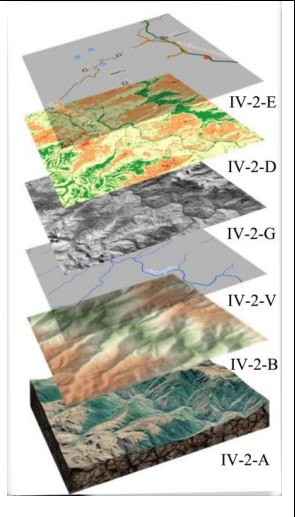
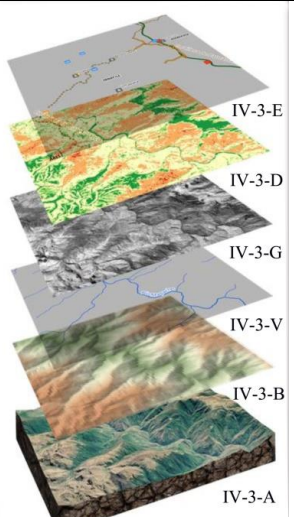
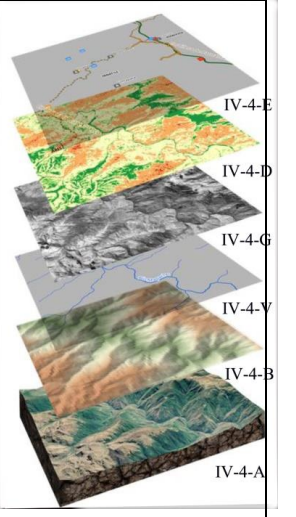
### МНОГОСТУПЕНЧАТАЯ И МНОГОСПЕКТРАЛЬНАЯ ГИС–ТЕХНОЛОГИЯ В ПРОЦЕССЕ ОПТИМИЗАЦИИ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Таблица 1.

| № п/п | Степень и разрешающая способность                | 0,5-0,6 мкм   | 0,6-0,7 мкм  | 0,7-0,8 мкм  | 0,8-1,1 мкм   |
|-------|--|---|--|--|---|
| 1     | 2  | 3   | 4  | 5  | 6   |
| 2     | I степень, разрешающая способность 1000 м и выше |    |   |    |    |
| 3     | Примечание                                       | I-1-A - Реальный мир;<br>I-1-B - Цифровые модели местности;<br>I-1-V – гидрография;<br>I-1-G – космическая съемка;<br>I-1-D – тематические карты (внешние элементы ландшафта)<br>I-1-E – другие слои. | I-2-A - Реальный мир;<br>I-2-B - Цифровые модели местности;<br>I-2-V – гидрография;<br>I-2-G – космическая съемка;<br>I-2-D – тематические карты (внешние элементы ландшафта);<br>I-2-E – другие слои. | I-3-A - Реальный мир;<br>I-3-B - Цифровые модели местности;<br>I-3-V – гидрография;<br>I-3-G – космическая съемка;<br>I-3-D – тематические карты (структурные карты неглубоко погруженной части фундамента);<br>I-3-E – другие слои. | I-4-A - Реальный мир;<br>I-4-B - Цифровые модели местности;<br>I-4-V – гидрография;<br>I-4-G – космическая съемка;<br>I-4-D – тематические карты (геофизические карты, структурные карты глубоко погруженной части фундамента);<br>I-4-E – другие слои. |

| № п/п | Ступень и разрешающая способность             | 0,5-0,7 мкм  |   | 0,7-1,0 мкм  |   |
|-------|---|--|---|--|---|
| 1     | 2   | 3  | 4 | 5  | 6 |
| 4     | II ступень, разрешающая способность 300-350 м |  |   |  |   |
| 5     | Примечание                                    | II -1-A - Реальный мир;<br>II -1-B - Цифровые модели местности;<br>II -1-V – гидрография;<br>II -1-G – космическая съемка;<br>II -1-D – тематические карты (внешние элементы ландшафта);<br>II -1-E – другие слои. |   | II -2-A - Реальный мир;<br>II -2-B - Цифровые модели местности;<br>II -2-V – гидрография;<br>II -2-G – космическая съемка;<br>II -2-D – тематические карты (структурные карты неглубоко погруженной части фундамента);<br>II -2-E – другие слои. |   |

| № п/п | Ступень и разрешающая способность            | 0,5-0,6 мкм | 0,6-0,7 мкм | 0,7-0,8 мкм | 0,8-1,1 мкм |
|-------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1     | 2  | 3           | 4           | 5           | 6           |
| 6     | III ступень, разрешающая способность 40-60 м |             |             |             |             |

|   |  |   |   |  |   |
|---|--|---|---|--|---|
| 7 | Примечание                                 | III -1-A - Реальный мир;<br>III -1-B - Цифровые модели местности;<br>III -1-V – гидрография;<br>III -1-G – космическая съемка;<br>III -1-D – тематические карты (внешние элементы ландшафта)<br>III -1-E – другие слои. | III -2-A - Реальный мир;<br>III -2-B - Цифровые модели местности;<br>III -2-V – гидрография;<br>III -2-G – космическая съемка;<br>III -2-D – тематические карты (внешние элементы ландшафта)<br>III -2-E – другие слои. | III -3-A - Реальный мир;<br>III -3-B - Цифровые модели местности;<br>III -3-V – гидрография;<br>III -3-G – космическая съемка;<br>III -3-D – тематические карты (структурные карты неглубоко погруженной части фундамента);<br>III -3-E – другие слои. | III -4-A - Реальный мир;<br>III -4-B - Цифровые модели местности;<br>III -4-V – гидрография;<br>III -4-G – космическая съемка;<br>III -4-D – тематические карты (геофизические карты, структурные карты глубоко погруженной части фундамента);<br>III -4-E – другие слои. |
| 5 | Ступень и разрешающая способность          | 0,5-0,6 мкм   | 0,6-0,7 мкм   | 0,7-0,8 мкм  | 0,8-1,1 мкм   |
| 1 | 2  | 3   | 4   | 5  | 6   |
| 8 | IV ступень, разрешающая способность до 1 м |   |   |   |   |
| 9 | Примечание                                 | IV -1-A - Реальный мир;<br>IV -1-B - Цифровые модели местности;<br>IV -1-V – гидрография;<br>IV -1-G – космическая съемка;<br>IV -1-D – тематические карты (внешние элементы ландшафта)<br>IV -1-E – другие слои.       | IV -2-A - Реальный мир;<br>IV -2-B - Цифровые модели местности;<br>IV -2-V – гидрография;<br>IV -2-G – космическая съемка;<br>IV -2-D – тематические карты (внешние элементы ландшафта)<br>IV -2-E – другие слои.       | IV -3-A - Реальный мир;<br>IV -3-B - Цифровые модели местности;<br>IV -3-V – гидрография;<br>IV -3-G – космическая съемка;<br>IV -3-D – тематические карты (структурные карты неглубоко погруженной части фундамента);<br>IV -3-E – другие слои.       | IV -4-A - Реальный мир;<br>IV -4-B - Цифровые модели местности;<br>IV -4-V – гидрография;<br>IV -4-G – космическая съемка;<br>IV -4-D – тематические карты (геофизические карты, структурные карты глубоко погруженной части фундамента);<br>IV -4-E – другие слои.       |

1) на КСИ диапазона спектра 0,5-0,7 мкм наиболее отчетливо вырисовываются фотоаномалии, полностью совпадающие с известными геолого-геоморфологическими объектами, по размерам превышающими разрешение снимка;

2) на КСИ, выполненных в ближних инфракрасных частях спектра 0,8-1,1 мкм, выделяются фотоаномалии, по геолого-геофизическим данным совпадающие с контурами погребенных морфоструктур палеозойского фундамента и земной коры.

**Во-вторых**, применением синхронного метода интерпретации данных комплекта многозональных космоматериалов мелкого масштаба, базирующихся на результатах геоиндикационного и структурного дешифрирования, выяснено следующее [3].

Методом геоиндикационного анализа КСИ спектрального диапазона 0,5-0,7 мкм были определены контуры геоморфологической зональности ландшафта и приповерхностные геологические структуры, созданные альпийской (мезозой-эоценовое время) и, прежде всего, новейшей (олигоцен-неоген-четвертичное время) геодинамической обстановкой сближения и столкновения Евразийского, Африканско-Аравийского и Индийско-Памирского континентов.

Методом структурного дешифрирования КСИ спектрального диапазона 0,8-1,1 мкм были выявлены слабо- и глубокопогруженные морфоструктуры фундамента. Слабопогруженные участки фундамента обычно совпадают со склонами горно-складчатых систем и выделяются широкими зонами темно-серого фототона и сглаженным рисунком фотоизображения. Глубокопогруженные участки фундамента располагаются в пределах активизированных участков литосферных плит и орогенных межгорных впадин. Они формируют крупные площадные космоструктуры овальной и кольцевой конфигурации. На этих КСИ также прослежены одиночные палеорифтовые постройки пермо-триасового и юрского этапов геодинамического развития региона в виде протяженных и узких линеаментных зон темно-серого фототона. Палеовпадины и синеклизы мезозоя на космоматериалах дешифрируются тройным сочленением линеаментных зон.

**В-третьих**, был создан унифицированный фототонметр, позволяющий количественно измерять плотность фототонов в комплектах многоспектральных космических изображений [4-5]. В результате были разработаны спектральные образы геологических и природных объектов, спектральные классификаторы фотоаномалий, используемых при поиске полезных ископаемых, а также усовершенствованы основные методы традиционной дешифровки, т.е. контрастно-аналоговый, структурный и ландшафтно-индикативный методы дешифрирования [5].

В целом, совершенствование многоступенчатой и многоспектральной ГИС-технологии для оптимизации маркшейдерских работ при подземной

разработке месторождений полезных ископаемых, опирается также на методы одновременного дешифрирования и интерпретации именно многоспектральных (4 спектральных диапазона, таблица 1 графы 3-6) и разномасштабных (4 ступенчатой, таблица 1 графа 2, строки 2,4,6 и 8) дистанционных материалов.

Следует отметить, что при исследовании и картировании четвертичных отложений, географических, геоморфологических, ландшафтных и топографических объектов, к которым относятся тематические карты: I-1-D, I-2-D (таблица, строка 3, графы 3 и 4), II -1-D (таблица, строка 5, графа 3), III -1-D и III -2-D (таблица, строка 7, графы 3 и 4), IV -1-D и IV -2-D (таблица, строка 9, графы 3 и 4), высокоэффективным является использование четырехступенчатой ГИС-технологии с использованием космических снимков, выполненных в видимой части спектрального диапазона (каналы 1 и 2).

В ГИС-технологии, которая применяется в процессе геофизических, тектонических и геодинамических исследований и решения задач, связанных с этой областью, т.е. тематических карт, которые отражают геофизические аномалий, а также структурных карт глубоко погруженной части фундамента: I-4-D (таблица, строка 3, графа 6), III-4-D (таблица, строка 7, графа 6), IV-4-D (таблица, строка 9, графа 6), наиболее эффективным являются космические снимки, выполненные в ближней инфракрасной части спектрального диапазона (4 канал).

В работах [4-6] отмечено, что на каждой ступенчатой уровне генерализации многоспектральных космических снимков создаются спектральные образы, позволяющие определить состав и метаморфические свойства геологических и природных объектов, входящих в состав месторождений и прилегающих территорий. А состав и метаморфические свойства каждого геологического и природного объекта контролируют геоморфологических особенностей глубинных разломов и различных трещин земли, образующихся в результате воздействия на них тектонических и геодинамических сил.

Кроме того, на космических снимках, выполненных в ближней инфракрасной части спектральных диапазонов, под чехлом мезо-кайнозойских толщ просвечиваются морфоструктуры палеозойских отложений, а также фотоаномалии, которые отражают содержащиеся в них полезные руды. Тектоническая и геодинамическая информативность этого спектрального диапазона значительно выше. На космических снимках мелкого масштаба дешифрируются наиболее крупные космоструктуры (таблица, строка 2, графа 6, I-4-G), в том числе трансконтинентальные линеаменты и мегазоны, на космических снимках среднего масштаба (таблица, строка 4, графа 5, II -2-G),

прослеживаются глобальные и региональные глубинные разломы и трещины, а на космических снимках крупного (таблица, строка 6, графа 6, III -4-G) и сверхкрупного масштаба (таблица, строка 8, графа 6, IV - 4-G) представлены локальные разломы и трещины.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Глубинные разломы и трещины различного типа, отраженные на этих космических материалах, формируют основные негативные факторы, сильно влияющим на рациональное и безопасное использование горнорудных ресурсов. Этот вывод объясняется следующим образом.

*Во-первых*, глубинные разломы и трещины резко снижают прочности геологических отложений месторождений и прилегающих территории, в результате при проходке шахт и т.д. требуются большой объем укрепительных работ.

*Во-вторых*, газы и углеводороды, которые поднимаются по глубинным разломам и трещинам, накапливаются в шахтах, превращая геологические проходки в объекты с высоким риском горения и взрыва и значительно снижают степень рационального и безопасного использования горнорудных ресурсов.

*В третьих* глубинные разломы и трещины способствуют накоплению грунтовых вод и атмосферных осадков в шахтах, что приводит к возникновению явлений водяного давления и обвала в объектах, где осуществляется геологический переход, в результате чего резко затрудняется возможность рационального и безопасного использования горнорудных ресурсов.

Таким образом, процесс совершенствования многоступенчатой и многоспектральной ГИС-технология, способствующая оптимизацию маркшейдерских работ при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, должен опираться на космические снимки четырехступенчатой генерализации и 4-мя спектральными диапазонами.

## **REFERENCES**

1. Азимов Б.Г., Махмадиев Д.Р., Кувонов Н.Х., Улмасов Ж.И., Хамидов З.А. Теоретико-методологические основы создания ГИС-технологии с 4 ступенчатой и 4 спектральным диапазоном в предмете «Рациональное и безопасное использование горнорудных ресурсов // XXXVI Международная научно-практическая конференция “*Advances in science and technology*”.–Москва, 2021, 108-110 с.

2. Азимов Б.Г. Применение аэрокосмических изображений в структурно-геологических исследованиях // Автор, дисс. на соис. уч. степ.канд. геол.-мин. наук. М., 1988. –21 С.
3. Азимов Б.Г. Относительная геологическая информативность мелкомасштабных многозональных космических изображений (на примере Ферганской впадины и ее горного обрамления) // Исследование Земли из космоса"1984, №3, Москва с. 44-49.
4. Азимов Б.Г., Абидханов А., Ботирова Н.У., Тургунбаев А. Унифицированный фототонетр как основа при составлении спектральных геологических образов и классификаторов площадей полезных ископаемых // Международная научно-практическая Конференция «ИННОВАЦИЯ-2017». Сборник статей / – Т. Изд. «Навруз». с. 204-205.
5. Азимов Б.Г., Сулаймонов Х.О., Хужамбердиев Д.Т., Ниязметов Х.З. и др. Методика определения спектральных геологических образов и образов фотоаномалий нефтяных и газовых месторождений (на примере Ферганской нефтегазоносной области) // Респ. межв. сборник. Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. –Т.: 2013. –С.315-316.
6. Азимов Б.Г., Жавлиев Ю.Ж., Расулов А.Х. Унифицированный фототонетр как основа для разработки поисковых спектральных классификаторов рудных и нерудных месторождений. CENTRAL ASIAN ACADEMIC JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH. ISSN: 2181-2489 VOLUME 2 | ISSUE 5 | 2022. p.356-364.