

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ПРАКТИЧЕСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ (УЧЕБНЫЙ ПОЛИГОН НТУ ДП «ПРИАЗОВЬЕ»)

*А.С. Поляшов, А.А. Запорожец, И.В. Назаров, М.Ф. Шмигельский,
Национальный ТУ «Днепровская политехника», Украина*

В ходе проведения учебной геологической практики на полигоне «Приазовье» собран фактический материал, проведены исследования, получены результаты и рекомендованы к практическому применению.

На геологической практике (полигон «Приазовье» - база г. Бердянск) студентами горного факультета НТУ «ДП» изучались геологические процессы и геологические тела, часть из которых отнесены к полезным ископаемым. Геологические тела на полигоне входят в состав Украинского щита. Они формировались в результате развития *эндогенных геологических процессов* с архей-протерозойского до современного времени. Длительный срок формирования предопределил уникальность вещественного состава и строения с разнообразным проявлением в них следов тектонических движений.

Верхняя часть геологических тел, будучи выведенной на земную поверхность, в течение длительного времени под воздействием *экзогенных геологических процессов* разрушалась. Продукты разрушения под воздействием энергии физических полей находились и находятся в состоянии постоянного движения, перемещаясь в отрицательные формы рельефа земной поверхности. К конечному результату природного разрушения и массопереноса продуктов разрушения геологических тел относятся можно отнести пляжевые отложения Азовского моря.

В ходе перемещений продукты разрушения пород и минералов рассеивались (усреднялись) и концентрировались (обогащались). Результат концентрирования и рассеивания минеральных масс наиболее отчетливо наблюдается в пляжевой зоне Азовского моря, где скопления черных песков (локальное концентрирование плотных рудных минералов) сменяется их рассеиванием и наоборот.

Места скопления черных песков создают локальные радиационные поля с повышенным гамма излучением. Причины образования радиационных полей и возможная опасность для людей рассмотрены в работе [1]. Однако, практическое использование минерального вещества, представленного на площади полигона, исследовано недостаточно полно. Настоящая работа посвящена восполнению этого недостатка.

Цель работы: провести геологические исследования на площади полигона «Приазовье» и дать рекомендации по практическому использованию полученных результатов.

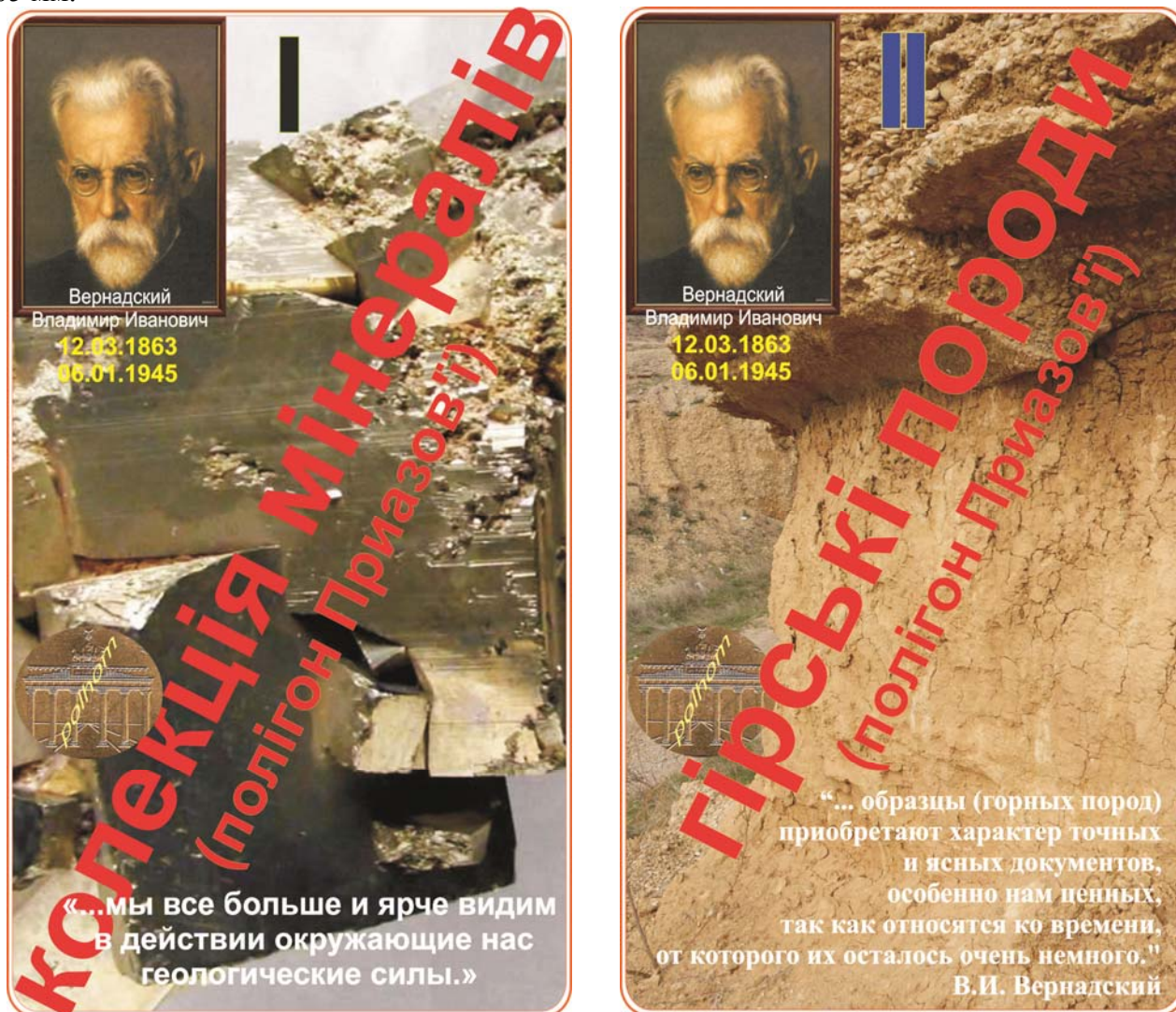
Для достижения поставленной цели были поставлены задачи:

1. Изготовить из отобранных образцов горных пород и минералов коллекции.
2. Проанализировать физические свойства минералов и дать предложения по выбору способов их обогащения.
3. Предложить минеральное сырье для изготовления художественных красок.
4. Оценить перспективность поиска драгоценных металлов на площади полигона.

Для решения первой задачи после завершения полевых маршрутов, отобранные образцы были отсортированы и сокращены до размеров кондукторов коллекционных коробок. Лицевая сторона коллекционных коробок оформлена следующим образом (рис. 1). Коллекции предложены для использования в учебных целях, для пополнения фондов краеведческих музеев и для частных коллекций.

Для решения второй задачи необходимо было получить концентраты минералов. Оптическими методами установлено, что отдельные обломки (песчинки) пляжевых отложений представлены не обособившимися минералами, а их агрегатами (рис. 2), которые для проведения качественного обогащения следует отделить друг от друга. В результате эффективность концентрирования минералов будет повышена. Для этого продукты

природного разрушения предварительно следует подвергнуть дроблению до крупности 0,05 мм.



Коллекция минералов

Коллекция горных пород

Рис. 1. Оформление коллекций минералов и горных пород, обнаруженных на площади полигона «Приазовье»

После предварительного дробления продуктов природного разрушения полученный материал готов к проведению обогащения. Для обоснования применяемых методов обогащения, использующих энергию физических полей, проанализируем физические свойства отобранных образцов минералов.

В табл. 1 приведен перечень минералов, отобранных в коллекции, с указанием их физических свойств. На основании анализа приведенных в табл. 1 данных сделан вывод о применении двух основных методов обогащения: магнитных, основанных на различиях в магнитных свойствах, и гравитационных, основанных на использовании разницы в плотностях, размерах и формах минералов. Предложенные методы обогащения наиболее целесообразно использовать в следующей последовательности: сначала отделить магнитные минералы в магнитном поле, затем оставшуюся массу разделить по плотности, например, на концентрационном столе. Таким образом, применение магнитного и гравитационного полей полностью решают задачу разделения продуктов предварительного разрушения на концентраты минералов.

Вопросы, связанные с обоснованием выбора параметров напряженностей предложенных физических полей, нами не рассматривались, как не входящие в задачи данной работы. В результате обогащения (в нашем случае при помощи постоянных магнитов разной мощности) был получен рудный концентрат (рутил, ильменит, магнетит) и концентрат плотных минералов

путем промывки в восходящей струе воды (монацит). Монацит радиоактивен, так как содержит торий и редкие земли. В случае концентрации монацита на пляжах Азовского моря возникают локальные участки с повышенной гамма радиацией. Вывод: пляжевые и аллювиальные отложения, размещенные на площади полигона, представляют собой полезные ископаемые для добычи титана, железа, тория и редких земель.

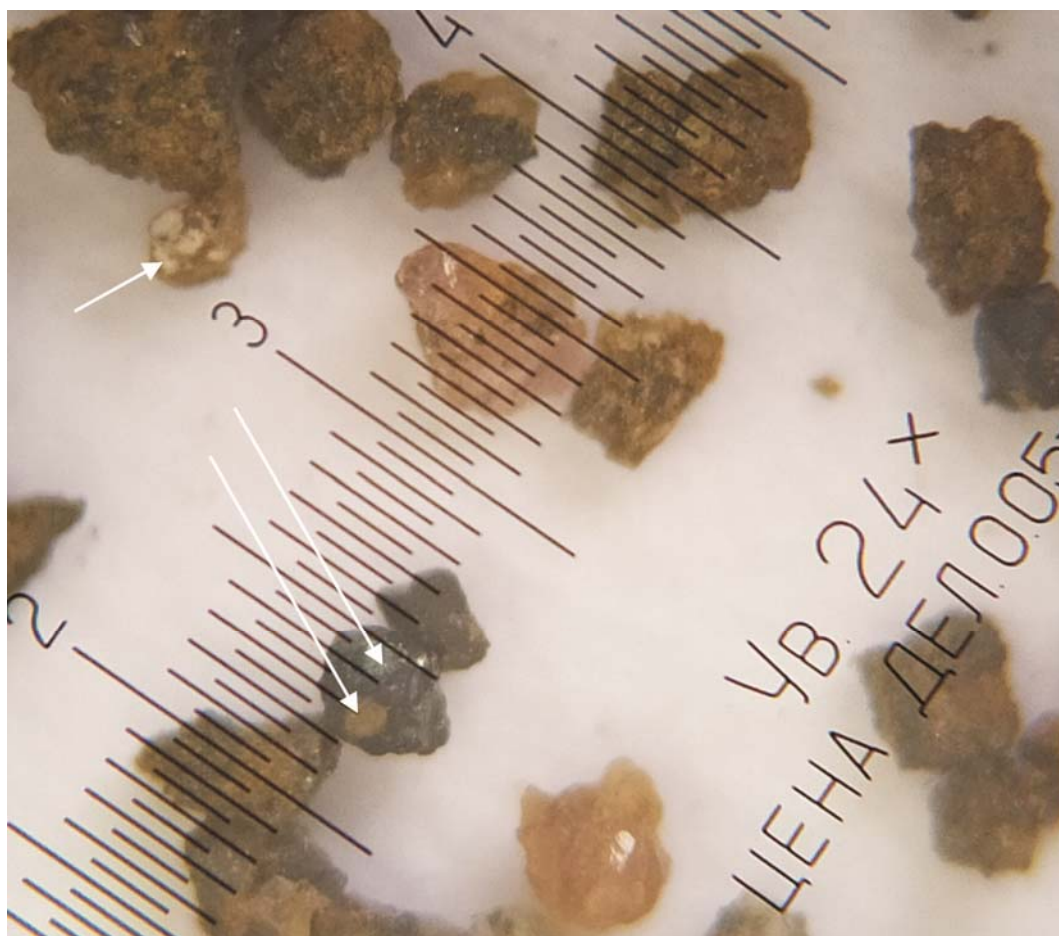


Рис. 2. Частицы пляжевых отложений представлены, в основном, агрегатами минералов (показаны стрелками).

Таблица 1

Физические свойства минералов

Название минералов	Плотность, г/см ³	Магнитность	Твердость	Р/а*	Оптические свойства		
					Блеск	Прел.	Погл.
Магнетит	5,1	Сильно магн.	6		п/мет	3,2	н/пр.
Гематит	5,3	магнитен	4	—	п/мет	3,2	н/пр.
Лимонит	3,9	Слабо магн.	3	—	Мет.	2,0	н/пр.
Каолин	2,6		1	—	Мет.	1,5	н/пр.
Ортоклаз	2,5		6	—	Стек.	1,5	п/пр.
Апатит	3,1		5	—	Стек.	1,6	Проз.
Роговая обманка	3,2	Слабо магн.	5	—	Стек.	1,7	н/пр.
Бiotит	3,0		3	—	Перл.	1,5	Проз.
Мусковит	3,0		2	—	Перл.	1,5	Проз.
Серицит	2,7		2	—	Шелк	1,6	Проз.
Турмалин	3,1		7	—	Стек.	1,6	н/пр.

			(у нас 4)				
Рутил	4,2	диамагнитен	6	—	Мет.	2,6	Проз.
Ильменит	4,8	магнитен	5	—	п/мет.	2,7	Непр.
Гранат	3,6		7	—	Стек.	1,7	п/пр.
Циркон	4,7		8	Слабо р/а	Алм.	2,0	Проз.
Кварц	2,6		7	—	Стек.	1,5	Проз.
Монацит	5,5	Слабо магн.	5	р/а	Жир.	1,8	п/пр.
Эпидот	3,5		6	—	Стек.	1,7	п/пр.

*- радиоактивность, п/мет – полуметаллический, Мет. – металлический, Алм. – алмазный, Стек. – стеклянный, Перл. – перламутровый, Шелк. – шелковистый, Жирн. – жирный, н/пр. – непрозрачный, Проз. – прозрачный, Прел. – преломление; Погл. – поглощение.

Минералы диагностируют по оптическим свойствам: цвету, блеску, прозрачности, форме, размеру, состоянию ограничивающей минерал поверхности. Оптические свойства минерал приобретает в результате взаимодействия с электромагнитным полем. Диапазон оптического электромагнитного излучения принято делить на три области: ультрафиолетовую (УФ), видимую (длина волны 380 – 760 нм) и инфракрасную (ИК). Ультрафиолетовую область делят, в свою очередь, на УФ-А (315-400 нм), УФ – В (280-315 нм) и УФ – С (100 – 280 нм). Поток оптического электромагнитного излучения взаимодействует с минералами. Он может отражаться, рассеиваться, поглощаться с преобразованием в другие виды энергии (нагреваться, возбуждать электронные оболочки, светиться в другой спектральной зоне - люминесцировать), преломляться – проходить через минерал часто с оптическими эффектами (поляризация).

Отобранные концентраты минералов облучались в диапазоне спектра УФ-В и результат оптических эффектов некоторых образцов приведен в табл. 2.

Таблица 2

Люминесцирующие минералы коллекции

Название минералов	Цвет минералов при люминесценции в ультрафиолетовым длинноволновом (около 365 нм) или коротковолновом (около 253 нм) облучении
Магнетит	—
Гематит	—
Лимонит	Красный цвет
Каолин	—
Ортоклаз	—
Апатит	Сероватый цвет
Роговая обманка	—
Биотит	—
Мусковит	—
Серицит	—
Турмалин	Голубой и красный цвет. Обладает пироэффектом.
Рутил	—
Ильменит	—
Гранат	Гранаты люминесцируют, если присутствует ванадий
Циркон	Желто - оранжевый цвет (редкоземельные ионы)
Кварц	Сине-розовый цвет (высокотемпературный)
Монацит	Черный с желтоватым оттенком цвет
Эпидот	—

На рис. 3 приведено изображение концентрата циркона в видимом и ультрафиолетовом свете. Видно, что цвет циркона в ультрафиолетовом свете воспринимается в другом

спектральном диапазоне, то есть он люминесцируют. Такой метод диагностики минералов прост в исполнении, мобилен в применении (лампа и фильтр), опробован на кафедре общей и структурной геологии и его следует в дальнейшем применять при экспресс-анализе образцов на присутствие люминесцирующих минералов в период прохождения студентами учебных геологических практик.



Концентрат циркона в видимом свете



Концентрат циркона в ультрафиолетовом свете

Рис. 3. Диагностика циркона путем анализа цвета в дневном и ультрафиолетовом освещении

Научный интерес представляет люминесценция образцов кварца. Некоторые из них отличаются «мятой» структурой, то есть несут в себе следы пластической деформации: продавливание, скольжение. Такие деформации кварц может приобрести только в условиях высоких термобарических нагрузок. Можно предположить, что пластические деформации приводят к ослаблению межмолекулярных связей в кристаллах кварца и последние приобретают способность люминесцировать. Обнаруженный эффект рекомендован для исследования генезиса кварцосодержащих пород архей-протерозойского возраста Украинского щита.

При знакомстве с Корсакским месторождением были отобраны образцы магнетита, гематита, лимонита и каолина. Лимонит ярко - желтого цвета с шелковистым блеском и эффектом искрящегося свечения, гематит – буро-коричневый. Эти минералы были опробованы для приготовления пигментов (охр), для чего они истирались до размера частиц менее 0,075 мм. При рассмотрении образцов пигмента под микроскопом установлено присутствие в них прозрачных минералов - кварца и серицита. Последние придают пигменту эффект свечения. Пробные образцы красок готовились путем смешения пигмента с олифой, с эмульсиями из яичного желтка и белка. Смешение красок, приготовленных из лимонита и гематита, позволяет получить гамму, изменяющуюся от цвета светло-желтого к буро-красному цвету (рис. 4).

С помощью полученных красок были сделаны наброски изображений на дереве. Вывод: при помощи красок, изготовленных на основе пигмента из лимонита и гематита Корсакского месторождения можно рисовать картины в манере ограничения гаммы цвета с приданием художественной выразительности, аскетизма, без излишней яркости. Этот прием характерен для иконописи. В отличие от ярких, цветных икон Востока (Палестина, Египет, Сирия), появившихся более 5000 лет тому назад, иконы после проникновения христианства в Киевскую Русь долгое время писались (с 10 до 15 века) темными красками.

Следует предположить, что охры Корсакского месторождения могли использоваться для иконописи. Считается, что разведка Корсакского месторождения была начата в 1793 году П. С Палассом. В действительности, оно осваивалось еще неоседлыми народностями: киргизами и

ногайцами, торговавшими желтой охрой, добываемых из этих мест. Местом сбыта охры был Мелитополь, откуда мог поступать в другие места, в частности, мастерские иконописи Киева. Это предположение может быть рекомендовано для разработки историкам.



Рис. 4. Гамма цвета, полученная при смешении краски, полученной из пигмента гематита и лимонита

Для подтверждения возможности иконописи красками, приготовленными из минеральных пигментов, на рис. 5 показан первый слой наброска изображения на дерево (имитация триптиха). Нанесенный слой краски отличается глубиной цветопередачи, что было, в свое время, подмечено по отношению к каолинам - коре выветривания по гранитам [2].

При изучении охры из лимонита с помощью рентгенфлуоресцентного спектрометра (ElvaX Plus) было установлено присутствие, кроме железа, серебра и гадолиния. Элементный состав лимонита приведен в табл. 3.

Таблица 3

Определение элементного состава пигмента из лимонита

Атомный номер	Элемент	Содержание в %	Кларк элементов, %
26	Fe	37,98 ± 0,08%	6,24
14	Si	16,71 ± 0,08%	25,7
20	Ca	2,77 ± 0,06%	5,8
13	Al	1,79 ± 0,10%	7,6
19	K	0,60 ± 0,11%	1,34
47	Ag	0,33 ± 0,01%	1*10 ⁻⁵
64	Gd	0,28 ± 0,02%	1,3*10 ⁻⁵
22	Ti	0,27 ± 0,03%	0,5

В выделенных серым цветом строчках табл. 3 расположены элементы с содержанием, превышающим кларк химических элементов. Это железо, серебро и гадолиний – серебристо-белый ковкий редкоземельный металл группы лантаноидов. Два последних чаще всего встречается в рассеянном виде, в виде примесей в рудах других металлов и могут достигать высоких содержаний.

Приведенные в табл. 3 данные позволяют рекомендовать, как перспективное направление, исследования содержания серебра и гадолиния в железистых кварцитах Приазовья.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ:

1. Изготовлены коллекции горных пород и минералов, слагающих отложения на площади учебного полигона «Приазовье», рекомендованы к использованию в учебных целях, для пополнения экспонатов краеведческих музеев, для любителей.



Рис. 5. Изображение образа на дереве после первого слоя нанесения краски.

2. Предложены способы обогащения пляжевых и аллювиальных отложений для получения концентратов магнитных и плотных минералов.
3. Опробовано минеральное сырье для изготовления красок для живописи, в частности, для иконописи.
4. Рекомендован для использования при исследовании генезиса кварцосодержащих пород люминесцентный метод.
5. Обоснована перспективность разведки серебра и гадолиния в железистых кварцитах Приазовья.

Список литературы

1. А.С. Поляшов, Ю.Т.Хоменко, П.О.Чечель Оценка возможных доз облучения на пляжных песках Азовского моря вблизи устья р. Берда// Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників», т.3. Дн-ськ: НГУ – 2015 – С. 216 – 219.
2. Петр Симон Паллас Наблюдения, сделанные во время путешествия по южным наместничествам Русского государства в 1793 – 1794 годах. (Научное наследие; т.27). М.; Санкт-Петербург: Изд-во «Наука» – 1974 – 247 с. (Ссылка на с. 214).