

УДК 528

А. А. Рихтер

***Подходы к визуальному дешифрированию
территорий горно-обогатительных
комбинатов по данным спутниковой и
панорамной съёмки в проектной
деятельности школьников***

ФГБУН «Научно-исследовательский институт
аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС»»,
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: urfin17@yandex.ru

Аннотация. В работе отражены некоторые аспекты визуального дешифрирования импактных территорий горно-обогатительных комбинатов на примере горно-металлургической компании «Норильский никель». Приведены примеры изображений характерных локальностей, таких как: промышленные зоны, источники загрязнений (твёрдых, жидких и газообразных отходов), форм деградации и динамики фитоценоза. Приведена модель классификации объектов размещения отходов, формируемых за счёт горно-обогатительной промышленности, включающая: объекты размещения твёрдых и жидких отходов, организованные и неорганизованные формы, размещения ресурсоёмких и «пустых» пород и др. Рассмотрены дешифровочные признаки (общие и отличительные) объектов размещения твёрдых и жидких отходов: физический смысл, форма и граница объектов, пространственное распределение объекта и его частей, фоновые признаки, текстура и цвет. Показаны типы динамики площади для этих объектов (рост, уменьшение, неизменность, колебание) и примеры временных серий изображений для объектов разного типа динамики (рост и колебание). Для хвостохранилищ показаны изображения некоторых элементов системы улавливания стоков, вид хвостохранилища со спутника (вид «сверху») и фотографии (вид «спереди») в программе Google Earth, визуальная оценка геометрических параметров. Отмечена возможность дендрохронологического подхода к оценке возраста и высоты отвалов («выпуклых» объектов) и карьеров («вогнутых» объектов).

Ключевые слова: горно-обогатительный комбинат, ГМК «Норильский никель», объект размещения отходов, хвостохранилище, визуальное дешифрирование, дешифровочные признаки, деградация почвы.

Введение

На территории РФ насчитывается порядка ста горно-обогатительных комбинатов (ГОК), предприятий по добыче руды, например, Михайловский, Стойленский, Лебединский, Коршуновский, Костомушский и другие крупнейшие ГОК [1-5]. Рудные производства — источники разнообразных форм загрязнения воздуха, воды и почвы.

За счёт объектов размещения отходов (ОРО), карьеров, рудников и других «продуктов» их деятельности гигантские импактные территории подвержены комплексной деградации почвы (технологической, засоленности,

опустыниванию и др. формам), комплексному загрязнению воды и воздуха, ослаблению гомеостаза. Это особенно заметно на спутниковых снимках даже по видимым дешифровочным признакам на примере безудержной деятельности горно-металлургической компании (ГМК) «Норильский никель». [6-8]

Состояние природной среды в окрестности ГМК «Норильский никель»

Норильск является одним из наиболее загрязнённых городов мира, благодаря градообразующему предприятию ПАО ГМК «Норильский никель» (рисунки 1–3).

На рисунке 1 для фрагмента импактных территорий (в прилегающей окрестности г. Норильска) приведены основные импактные зоны (Z1–Z4), промышленные зоны (q1 — завод железобетонных изделий, q2 — медный завод, q3 — Норильская нефтебаза) и примеры источников загрязнения (p1 — дымовые трубы, загрязнение воздуха, p2 — производственные склады, загрязнение почвы, p3 — шламовые трубы, комплексное загрязнение воды и почвы) на участке импактной зоны Z2, образованной деятельностью Надеждинского металлургического завода. ГМК — источник огромного количества свалок (на рисунке 8, а — примеры хвостохранилищ в зоне Z1 в котловинах бывшего рудника; на рисунке 8, б — разметка ОРО на участке p2 зоны Z2). [9-13]



Рис. 1. Изображение окрестности г. Норильска, Красноярский край [Картографические данные Google, 2018]



Рис. 2. Примеры источников загрязнения (google-карты, *ПКУ — производственно-комплектующий участок, ПСМК — промышленная строительно-монтажная компания)



Рис. 3. Примеры изображений видимой деградации почв (Google-карты)



Рис. 4. Пример изменения местности во времени (Google Earth)

Состояние природной среды в окрестности ГМК «Норильский никель»

На импактных территориях ГОК методами визуального дешифрирования были обнаружены следующие виды ОРО — рисунок 5. Представлена условная модель классов ОРО: организованные и неорганизованные формы, с ресурсоёмкими (хвостохранилища) и нересурсоёмкими, пустыми (терриконники), а также с твёрдыми (ОРОТ) и жидкими (ОРОЖ) отходами (содержимое ОРО).

В таблице 1 — основные общие и отличительные дешифровочные признаки жидких и твёрдых отходов на спутниковых снимках.

Таблица 1.

Основные дешифровочные признаки жидких и твёрдых отходов на спутниковых снимках

№	Тип	ОРОТ	ОРОЖ
1	2	3	4
Общие признаки			
1	Физические классы	– Организованные (с соблюдением определённого набора правил ПЭР) и неорганизованные (без соблюдения этих правил) образования; – Образование объектов в результате производственной деятельности (ОРОТ — промышленные свалки, ОРОЖ — промышленные стоки); – Наличие ресурсоёмкого («твёрдые» или «жидкие» хвосты) и «пустого» (ОРОТ — терриконы, ОРОЖ — отстойники) содержимого	

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4
2	Форма объекта	– чем больше объект, тем более чёткую форму он имеет; – организованные образования имеют детерминированную форму, неорганизованные (стихийные) — случайную	
3	Пространственное распределение	– Организованные образования имеют детерминированное распределение, неорганизованные (стихийные) — случайное; – В окрестности большого образования возникают малые образования; – Пространственное распределение коррелирует с объектами привязки	
Отличительные признаки			
4	Фоновость	– наличие объектов фона на ОРОТ, наличие частиц ОРОТ на фоне; – скрытность (сверху), ограждаемость (сбоку) и экранируемость (накладываемость других поверхностей, например, почвенного и растительного покровов) объектов; – встречаемость трудноинтерпретируемых (для ОРОТ – кладбища самолётов, насыпи грунта, склады и др.) и спорных (для ОРОТ — разрушенный объект, строящийся объект, строительные материалы и др.) объектов	– наличие объектов фона на ОРОЖ, отсутствие частиц ОРОЖ на фоне; – открытость объектов сверху, ограждаемость и экранируемость; – редко встречаются трудноинтерпретируемые и спорные объекты для ОРОЖ
5	Объекты привязки	Дороги, опушки леса, рынки, границы деревень, промышленные зоны	зоны предприятий химической, нефтегазовой, горнодобывающей промышленности, станции аэрации
6	Граница объекта	– Отсутствие чёткой границы; – Подвижность границы (встречается – неподвижность для организованных форм)	– Наличие чёткой границы – Неподвижность границы для организованных форм (встречается слабая подвижность границы для неорганизованных форм)
7	Текстура	– Особенности текстуры твёрдого вещества, в частности: резкие перепады яркости, резкие линии; – Особенности текстуры открытых твёрдых отходов, в частности: случайное пространственное распределение яркости текстуры (зернистость)	– Особенности текстуры жидкого вещества, в частности: плавные перепады яркости, плавные линии (аналогично есть особенности текстуры газообразного вещества); – Особенности текстуры открытых жидких отходов, в частности: монотонное пространственное распределение яркости текстуры
8	Цвет	Оттенки зелёного, синего, чёрного, реже — другие	Оттенки белого, красного, чёрного, реже — другие (например, жёлтые, оранжевые, синие)

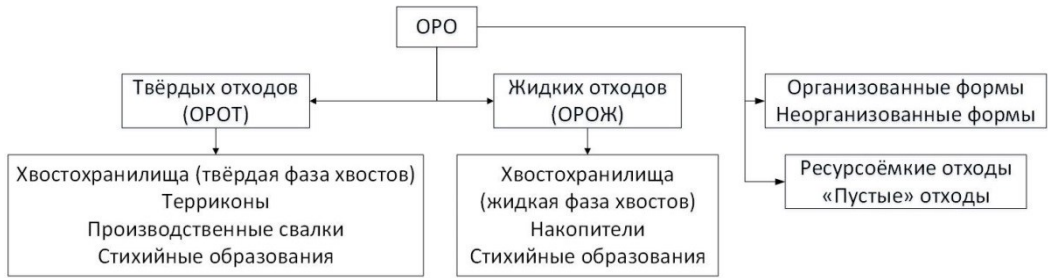


Рис. 5. Модель классификации ОРО, приуроченных к ГОК

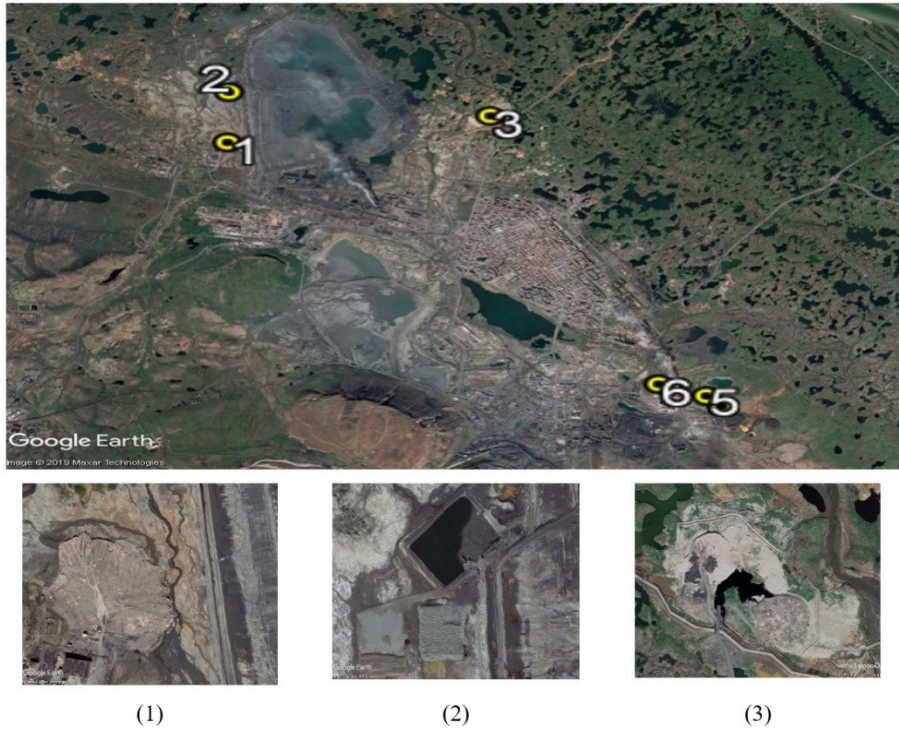


Рис. 6. Примеры организованных ОРОТ (область наблюдения Z1) [момент времени — 2019 г.]

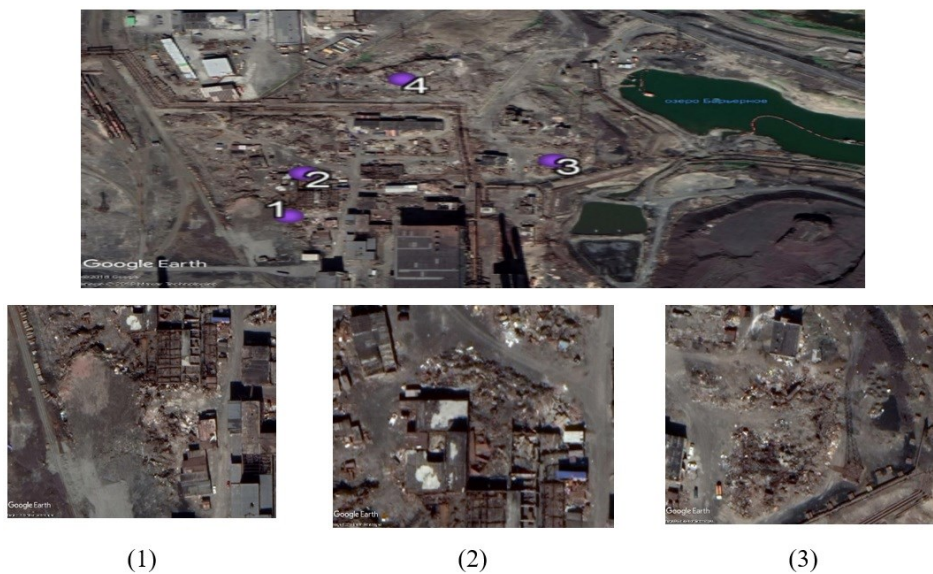


Рис. 7. Примеры неорганизованных ОРОТ (область наблюдения u1) [момент времени — 2019 г.]

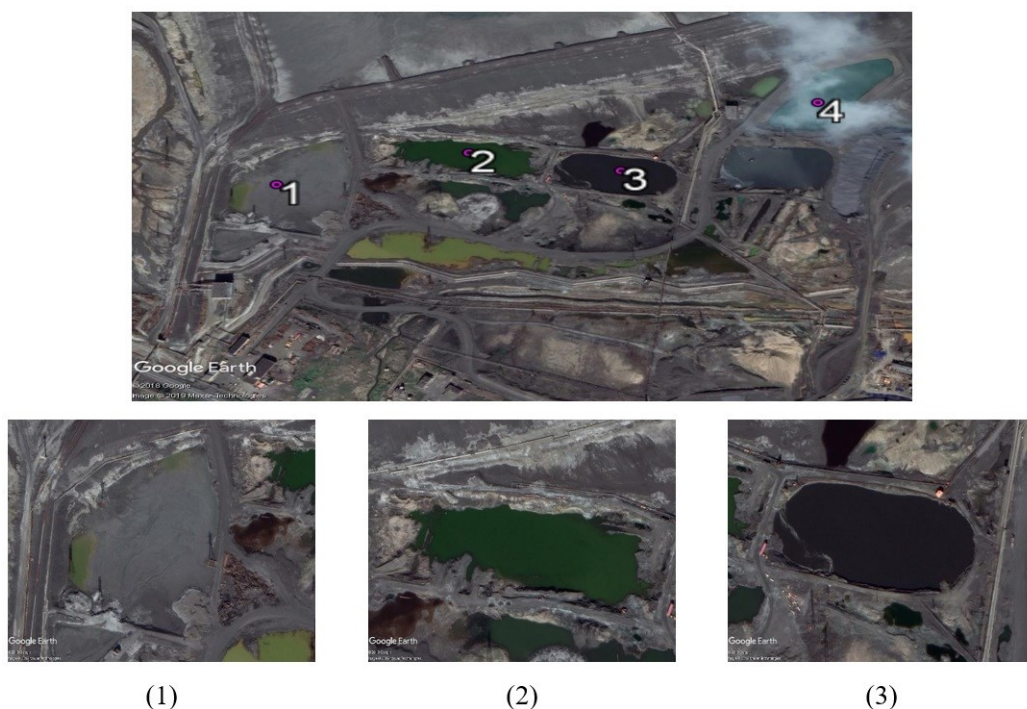


Рис. 8. Примеры организованных ОРОЖ (область наблюдения u_2)
[момент времени — 2019 г.]

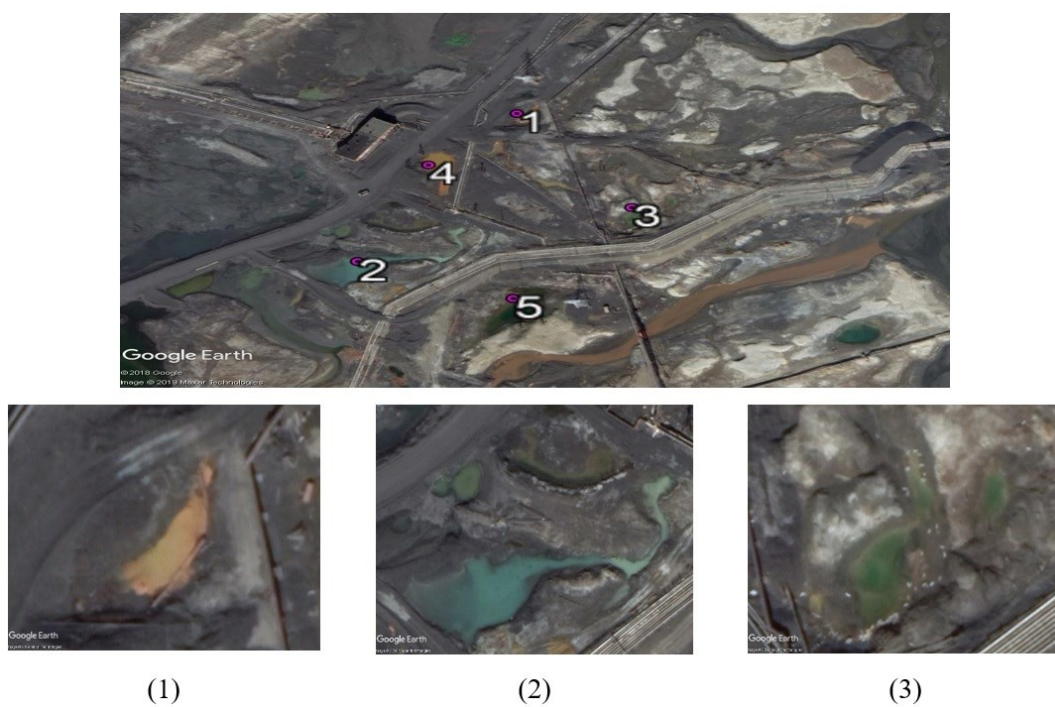


Рис. 9. Примеры неорганизованных ОРОЖ (область наблюдения u_3)
[момент времени — 2019 г.]

На рисунках 6 и 7 — примеры организованных и неорганизованных ОРОТ, на рисунках 8 и 9 — ОРОЖ. Так, пруды-накопители относятся к организованным формам, а фильтрационные водоёмы, спонтанно образуемые у подножий

хвостохранилищ — к неорганизованным, стихийным образованиям. Отходы хвостохранилищ можно условно разделить на твёрдую, жидкую и твёрдо-жидкую (пульпа) фазы, визуальные дешифровочные признаки которых отличаются, причём твёрдую фазу хвостов предположительно складировуют отдельно (см. объекты (1)–(3) на рисунке 1 и 6).

Хвостохранилища и их спутниковые изображения

Хвостохранилище (рисунок 10) — комплекс специальных сооружений и оборудования, предназначенный для хранения или захоронения радиоактивных, токсичных и других отвальных отходов обогащения полезных ископаемых (такие отходы именуют хвостами). На ГОК из поступающей добытой руды получают концентрат, а отходы переработки перемещают в хвостохранилище. [14-15]



Рис. 10. Примеры хвостохранилищ, ГМК Норникель (Google-карты)

Обычно хвостохранилища сооружают в нескольких километрах от горнообогатительной фабрики, в понижениях рельефа: котловинах, ущельях и распадках.

Из хвостов намывается дамба, которой огораживается хвостохранилище. При отстаивании идёт разделение на осадочную твёрдую фазу хвостов и воду. Вода вторично используется обогатительной фабрикой или очищается и сбрасывается в стоки. Для улучшения процесса разделения фаз могут применяться реагенты — коагулянты и флокулянты.

Предусматривается система улавливания стоков из хранилищ (рисунок 11), элементам которого (а) можно поставить в соответствие их спутниковые изображения (б). На рисунке: 1 — хвостохранилище, 2 — дамба хвостохранилища, 3 — депрессионная кривая, 4 — трубопровод оборотной воды, 5 — насос, 6 — дренажно-пригрузочная призма, 7 — дренажная труба, 8 — экран из водонепроницаемого материала, 9 — зуб, 10 — насос пруда-накопителя, 11 — пруд-накопитель, 12 — дамба пруда-накопителя из водонепроницаемого материала, 13 — граница многолетнемерзлых пород (ММП). [16]

На рисунке 12 — хвостохранилище ГМК «Норильский никель» на панорамных изображениях. А — объект на ближнем ракурсе (хвостохранилище), В — объект на дальнем ракурсе (отвалы грунта).

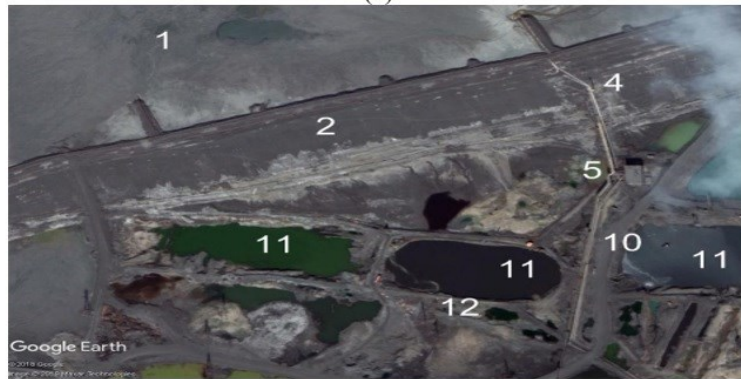
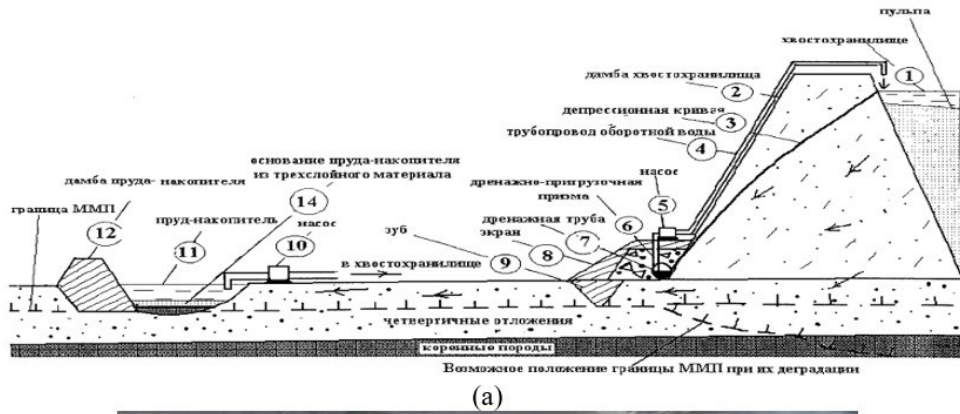


Рис. 11. Система улавливания стоков из хвостохранилищ:
а) схема; б) соответствие схемы изображению (Google Earth)



Рис. 12. Хвостохранилище на панорамном снимке:
а) общий вид; б) увеличение панорамы (Яндекс-карты)

Оценка геометрических параметров объектов

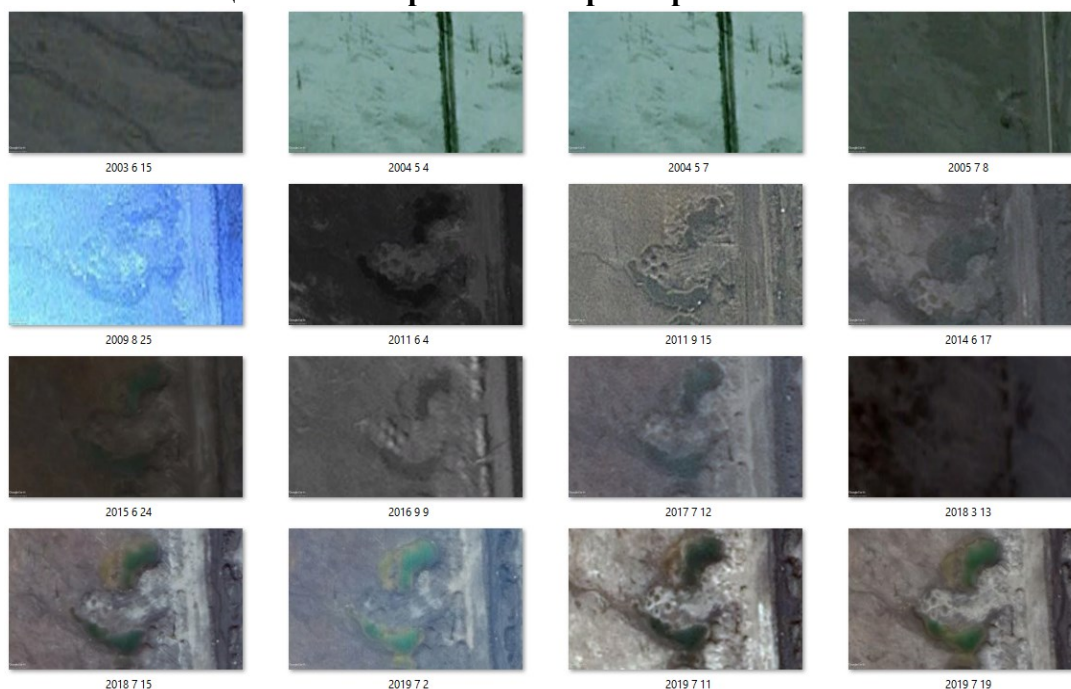


Рис. 13. Флуктуация площади стихийного ОРОЖ

ОРО имеют разные виды динамики площади: 1) площадь практически не меняется во времени (например, ввиду установленных ограничений, таких как заборы и другие искусственные ограждения); 2) площадь растёт во времени (например, формирования других объектов в окрестности основного объекта, аморфные мусорные образования, ввиду отсутствия ограждений); 3) площадь уменьшается во времени (например, ввиду зарастания объектов и следовательно сокращения площади, занятой открытым мусорным покровом); 4) площадь флуктуирует (нет единой тенденции, действие одновременно нескольких факторов). В частности, динамика (1) свойственна хвостохранилищам, а (2) или (4) — стихийным свалкам. Например, площадь стихийных ОРОЖ, образуемых у подножий хвостохранилищ, колеблется относительно некоторого значения во времени, сохраняя приблизительную форму после образования (рисунок 13). [17-19]

В таблице 2 — результаты оценки геометрических параметров (периметр P и площадь S) хвостохранилищ (рисунок 14) на примере характерных ГОК инструментом Линейка в программе Google Earth.

Таблица 2.
Геометрические параметры хвостохранилищ на примере ГОК, РФ

№	Название	Местоположение	Площадь S , ~км ²	Периметр P , ~км
1	2	3	4	5
1	Лебединский горно-обогатительный (ЛГОК) комбинат	Белгородская область г. Губкин	21,5	19,7
2	Стойленский горно-обогатительный (СГОК) комбинат	Белгородская область г. Губкин	13,8	14,9

Продолжение таблицы 2.

1	2	3	4	5
3	Учалинский горно-обогатительный комбинат (УГОК)	Республика Башкортостан г. Учалы	2,2	5,7
4	Гайский горно-обогатительный комбинат (Гайский ГОК)	Оренбургская область г. Гай	4,7	9,3
5	Михайловский горно-обогатительный комбинат (МГОК)	Курская область г. Железногорск	20,8	23,3
6	Норильский горно-металлургический комбинат им. А. П. Завенягина (Норникель)	Красноярский край г. Норильск	8,2	11,6

Крупные ОРОТ на территориях «Норникеля» имеют преимущественно динамику (2) (рисунок 16–17 на примере объекта (1), рисунок 6).

Виртуальные измерения высоты объекта — по формуле: $H = L \cdot \operatorname{tg} \alpha$, где α — угол наклона высотного объекта к основанию. Принимаем α постоянным, для хвостохранилищ полагаем $\alpha \sim 15^\circ$. На рисунке 14 (см. также рисунок 12): s — точка и направление съёмки; I — панорамная съёмка, I' — спутниковая съёмка, h — высота эталонного объекта q (человек).

Оценка α получена двумя способами (см. ниже).

1. По эталонным объектам. Принимаем высоту эталонного объекта q : $h \sim 1,5$ м (предположительно эталонный объект — человек, поэтому h — условно средний человеческий рост). Т. к. масштабирующий коэффициент $m = H'/h' = H/h$, где h' и H' измеряем (масштабирующий коэффициент), то пересчитывается реальная высота: $H = m * h$. Измерение в Google Earth инструментом Линейка реальной длины L даёт $\alpha \sim \operatorname{arctg}(H/L)$.

2. По измерениям на панорамном снимке. Накладываем панорамное изображение (1) на спутниковую карту в программе Google Earth и измеряем инструментом Линейка виртуальную высоту H' и виртуальную длину L' . Находим: $\alpha \sim \operatorname{arctg}(H'/L')$ (если метрики расстояний одинаковы во всех направлениях).

Карьеры (рудники открытого типа) и шахты (рудники закрытого типа) также обладают своими дешифровочными признаками, причём для шахт их значительно меньше, т. к. основная часть этих объектов скрыта под землёй. Вместе с тем, карьеры подобны отвалам и имеют с ними ассиметричные дешифровочные признаки, ввиду того что они образованы противоположными технологическими операциями. Например, серпантины, скручивающиеся в противоположных направлениях, производят ряд признаков, таких как форма тени, концентрические кольца и др. Для каждого «выпуклого» объекта (отвал) имеется соответствующий «вогнутый» объект (карьер). Т. о. для таких объектов с наличием кривизны можно дать оценку не только геометрическим параметрам (площадь, периметр, высота, угол откоса, объём и др.), но и примерный возраст. Высота H и возраст T объектов устанавливаются по количеству колец серпантина, подобно методам дендохронологии. Например, несмотря на то что количество колец во всех угловых сечениях от «сердцевины» карьера (отвала) одинаково, на определённых

участках они могут стираться (зарастать, «разглаживаться» и др.) за счёт климатических, геоморфологических и других процессов. Поэтому можно считать, $H_i \sim h \cdot q_i$, а $T = t - t_0$ оценивается прогнозированием временного ряда $[t_0 \ t_1 \ t_2 \ \dots \ t_n]$ от $[q_0 \ q_1 \ q_2 \ \dots \ q_n]$, где: h — средняя высота одного кольца серпантина ($h \sim 11.5$ м); $q_i = \int_{\varphi=0}^{2\pi} q(i, \varphi) d\varphi$, $q(i, \varphi)$ — количество колец в i -й момент времени t_i , $q(i, \varphi)$ количество колец в i -й момент времени по направлению φ ; t_0 — прогнозируемый момент времени образования объекта (прогноз идёт в направлении от будущего к прошлому), $q_0 \sim 0$; t — текущий момент времени. Например, для Лебединского ГОК максимальное число колец $q_n \sim 51$ можно просчитать в сечении a (протяжённое, видимость всех колец) в известный конечный момент времени t_n — 2019/10/15, $n = 20$ (рисунок 18). В этом же сечении в наиболее ранний момент времени $q_1 \sim q_n - 16 = 35$, t_1 — 2004/10/9.

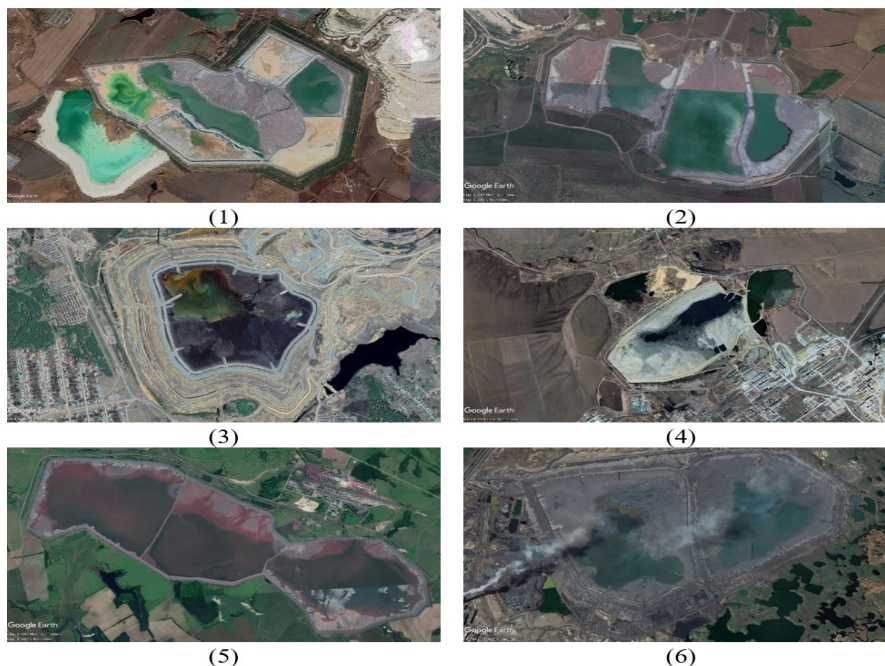


Рис. 14. Примеры хвостохранилищ на спутниковых снимках

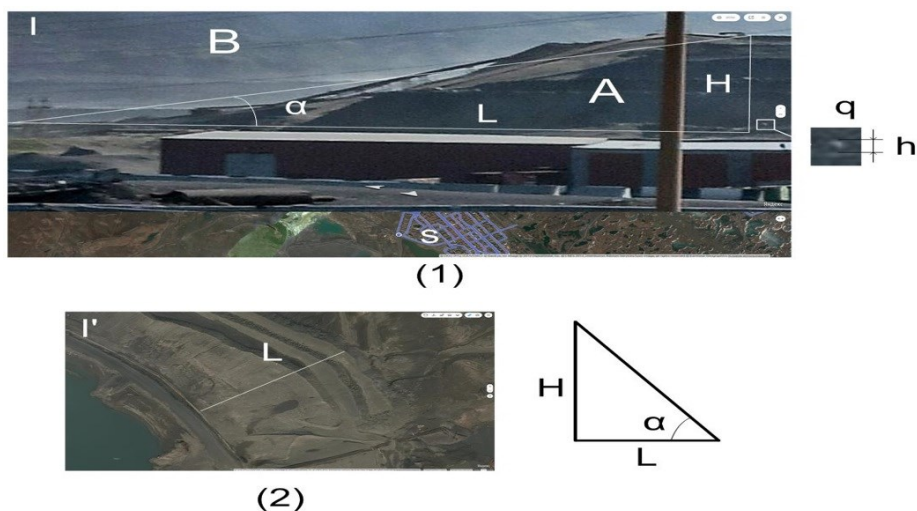


Рис. 15. Оценка α высотного объекта по визуальным признакам в Google Earth

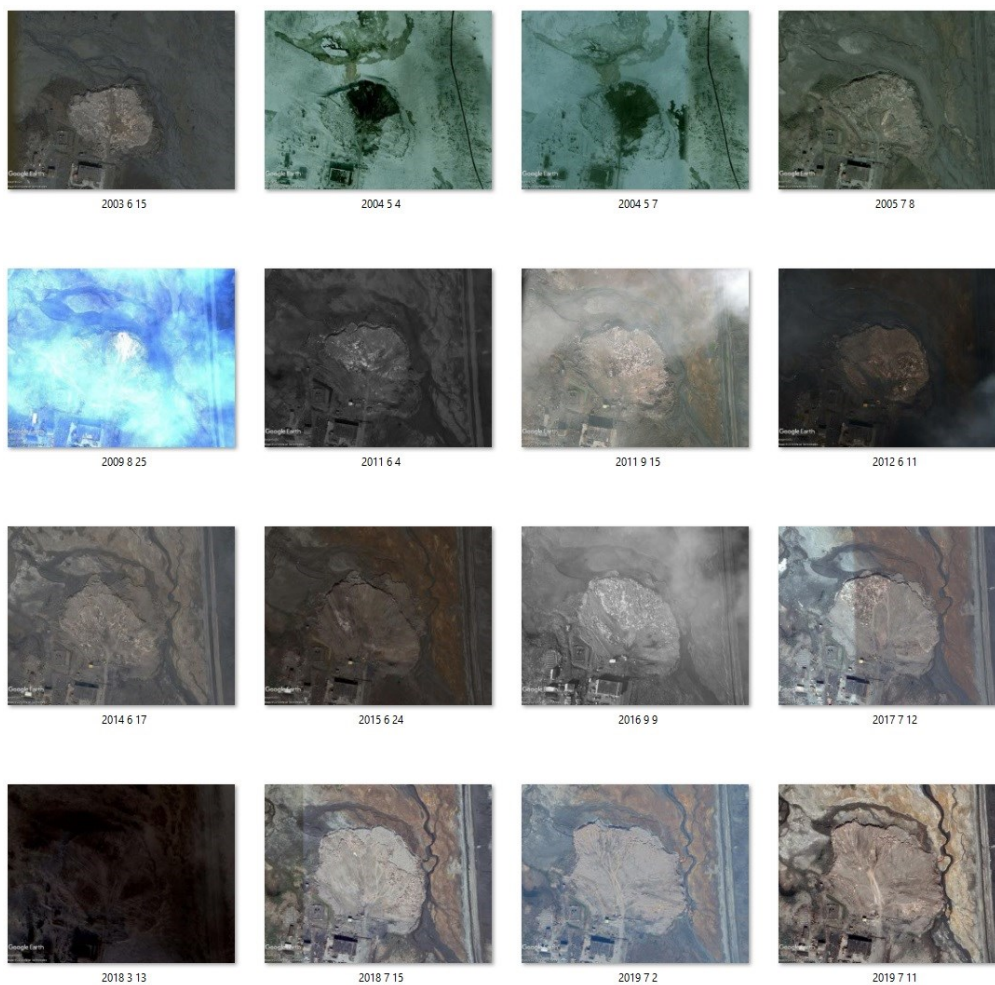


Рис. 16. Изменение объекта во времени (Google Earth)

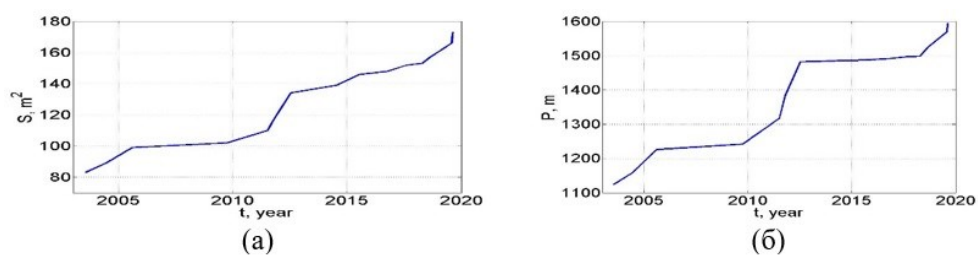


Рис. 17. Изменение площади $S(t)$ (а) и периметра $P(t)$ (б) объекта во времени, $S(t)$



Рис. 18. Оценка числа колец в сечении в момент времени: а) ранний (t_1); б) поздний (t_{20}) [рудник, Лебединский ГОК]

Выводы

Как показали исследования территорий по спутниковым и панорамным снимкам методом визуального дешифрирования, на обширных территориях технологической деятельности ГМК «Норильский никель» (карьерные разработки, рудники, разрушенные и брошенные поселения, обрабатывающие производства и др.) практически с трудом произрастает даже разряженная растительность, пространства заняты в основном открытыми почвами, подверженными мощному технологическому воздействию. Растительность «прячется», сосредотачиваясь в основном по окрестностям, например в долине и пойме р. Норильская. Несмотря на это, растительный покров пока сохраняет механизмы самовосстановления.

Цифровая обработка снимков и анализ, выполненные в рамках других проектов, подтверждают данные наблюдения. В частности, ввиду кумуляции комплексного воздействия на почву, рост температуры наблюдается на части покрытия, включающей Норильский промышленный район, медно-никелевый рудник и другие действующие карьеры, хвостохранилища. Сама температура стохастически меняется от снимка к снимку, но в среднем она выше на индустриальных территориях. В некоторых областях, таких как Надеждинский металлургический завод, подлежащих отдельным исследованиям, потери почвенного покрова «скачком» выше, чем в других, гумусированность в целом сократилась. Реакция растительности и её саморегуляция значительно ухудшилась в окрестностях хвостохранилищ и утечек «красной» жидкости, простирающихся на огромные площади.

Литература

1. Горно-обогатительный комбинат. Горная энциклопедия., М.: Советская энциклопедия. Под редакцией Е. А. Козловского. 1984–1991. Дата обращения 10 ноября 2012. Архивировано 7 января 2013 года.
2. Горно-обогатительный комбинат. Большой энциклопедический словарь. Дата обращения 10 ноября 2012. Архивировано 7 января 2013 года.
3. Перечень крупнейших ГОКов РФ. Металлоснабжение и сбыт. ИИС «Металлоснабжение и сбыт» (2017).
4. ИГД УрО РАН, 2007, С. 28–31.
5. ИГД УрО РАН, 2007, С. 29.
6. Ермаков Д. М., Саворский В. П., Лупян Е. А. Разработка методических основ автоматизированного спутникового экологического мониторинга горнопромышленных районов // В сборнике: Сергеевские чтения. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Под ред. В. И. Осипова, Н. Г. Максимовича, А. А. Баряха, Е. В. Булдаковой, А. Д. Деменева, О. Н. Ереминой, В. Г. Заиканова, В. Н. Катаева, Ю. А. Мамаева, О. Ю. Мещеряковой. 2019. С. 581-583.
7. Константинова А. М., Кашницкий А. В., Сенько К. С., Балашов И. В., Саворский В. П. Построение подсистем для работы с данными дистанционного мониторинга для наблюдения за различными объектами на примере подсистемы мониторинга зон расположения источников техногенных отходов и отвалов // Материалы 17-й Всерос. откр. ежегод. конф.: Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.

- Методы и алгоритмы обработки спутниковых данных (ИКИ РАН-2019, 11–15 ноября). М.: ИКИ РАН.
8. Саворский В. П., Панова О. Ю., Горный В. И., Лупян Е. А., Ермаков Д. М., Захаров А. И. Метод дистанционного контроля нарушенности в процедурах обнаружения и мониторинга антропогенного воздействия на растительность // Материалы 17-й Всерос. откр. ежегод. конф.: Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Методы и алгоритмы обработки спутниковых данных (ИКИ РАН-2019, 11–15 ноября). М.: ИКИ РАН.
 9. Richter A. A. Some Aspects of Visual Detection of Dumps / Open access peer-reviewed chapter in book “Lean Manufacturing”, Submitted: September 5th 2018 Reviewed: September 28th 2018 Published: June 28th 2019, DOI: 10.5772/intechopen.81726. URL: <https://www.intechopen.com/online-first/some-aspects-of-visual-detection-of-dumps>.
 10. Рихтер А. А. Комплексная методика автоматизированного обнаружения и оценки параметров объектов захоронения отходов по данным космической съёмки: автореф. дис.... канд. техн. наук: 25.00.34, М., 2018. 24 с.
 11. Казарян М. Л., Рихтер, А. А., Шахраманьян М. А., Недков Р. Космический мониторинг объектов захоронения твердых бытовых отходов и промышленных отходов: теоретико-методические и социально-экономические аспекты: [монография] / ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2018. ISBN 978-5-16-014435-1 Артикул 690551.01.01 ID 982 304.
 12. Казарян М. Л., Рихтер А. А., Шахраманьян М. А., Недков Р. Мониторинг и прогнозирование социально-экономического развития регионов на основе анализа космических снимков: [монография] / ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2018. Артикул 689994.01.01 ID 989 807 ISBN 978-5-16-014549-5.
 13. Глобализация и институциональная модернизация экономики России: теория и практика: монография / под общ. ред. В. В. Бондаренко, Е. М. Щербакова, Н. В. Колгановой, Т. В. Харитоновой. — Москва: Прометей, 2019. — 656 с.
 14. Покровский Г. И., Войнич-Сяноженцкий Т. Г. Анализ причин аварий грунтовых подпорных сооружений водохозяйственных систем комплексного назначения (рус.) // Водоснабжение и санитарная техника., 2012., 1 Февраль (№ 2), С. 47–52. Архивировано 14 января 2018 года.
 15. Курс дела: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kursdela.biz/> (Кленов В. Хвосты опасного хранения (недоступная ссылка). Курс дела. Медиа-группа PARAMON (1 декабря 2015). Дата обращения 13 января 2018. Архивировано 14 января 2018 года).
 16. Патентный поиск: [Электронный ресурс], 2019. Режим доступа: <http://front.findpatent.ru/patent/222/2223362.html>.
 17. Яндекс-карты: [Электронный ресурс], 2019. Режим доступа: <https://yandex.ru/maps/>.
 18. Google Earth: [Электронный ресурс], 2019. URL: <https://www.google.com/intl/ru/earth/>.
 19. Google-maps: [Электронный ресурс], 2019. URL: <https://www.google.ru/maps/>.

A. Richter

Approaches to the visual interpretation of the territories of mining and processing plants according to satellite and panoramic imagery.

ISR "AEROCOSMOS", Moscow, Russian Federation
e-mail: urfin17@yandex.ru

Abstract. *The paper reflects some aspects of visual interpretation of impact areas of mining and processing enterprises using the example of the Norilsk Nickel mining and metallurgical company. Examples of images of characteristic localities are given, such as: industrial zones, sources of pollution (solid, liquid and gaseous wastes), forms of degradation and dynamics of phytocenosis. A classification model for waste disposal facilities generated by the mining and processing industry is presented, including: solid and liquid waste disposal facilities, organized and unorganized forms, resource-intensive and “waste” rock placement, etc. Deciphering features (general and distinctive) of solid storage facilities are considered and liquid waste: physical meaning, shape and boundary of objects, spatial distribution of an object and its parts, background features, texture and color. The types of area dynamics for these objects (growth, decrease, immutability, oscillation) and examples of temporary series of images for objects of different types of dynamics (growth and oscillation) are shown. For tailings, images of some elements of the sewage capture system, a view of the tailings from the satellite (top view) and photographs (front view) in the Google Earth program, a visual assessment of the geometric parameters are shown. The possibility of a dendrochronological approach to assessing the age and height of dumps (“convex” objects) and quarries (“concave” objects) is noted.*

Keywords: *mining and processing plant, MMC Norilsk Nickel, waste disposal facility, tailing dump, visual interpretation, decryption features, soil degradation.*

References

1. Gorno-obogatitel'nyj kombinat. Gornaya enciklopediya., M.: Sovetskaya enciklopediya. Pod redakciej E. A. Kozlovskogo. 1984–1991.. Data obrashcheniya 10 noyabrya 2012. Arhivirovano 7 yanvarya 2013 goda. (in Russian)
2. Gorno-obogatitel'nyj kombinat. Bol'shoj enciklopedicheskij slovar'. Data obrashcheniya 10 noyabrya 2012. Arhivirovano 7 yanvarya 2013 goda. (in Russian)
3. Perechen' krupnejshih GOKov RF. Metallosnabzhenie i sbyt. IIS «Metallosnabzhenie i sbyt» (2017). (in Russian)
4. IGD UrO RAN, 2007, S. 28–31. (in Russian)
5. IGD UrO RAN, 2007, S. 29. (in Russian)
6. Ermakov D. M., Savorskij V. P., Lupyan E. A. Razrabotka metodicheskikh osnov avtomatizirovannogo sputnikovogo ekologicheskogo monitoringa gornopromyshlennyh rajonov // V sbornike: Sergeevskie chteniya. Materialy godichnoj sessii Nauchnogo soveta RAN po problemam geoekologii, inzhenernoj geologii i gidrogeologii. Pod red. V. I. Osipova, N. G. Maksimovicha, A. A. Baryaha E. V. Buldakovoj, A. D. Demeneva, O. N. Ereminoj, V. G. Zaikanova, V. N. Kataeva, YU. A. Mamaeva, O. YU. Meshcheryakovoj. 2019. S. 581-583. (in Russian)
7. Konstantinova A. M., Kashnickij A. V., Sen'ko K. S., Balashov I. V., Savorskij V. P. Postroenie podsistem dlya raboty s dannymi distancionnogo monitoringa dlya nablyudeniya za razlichnymi ob"ektami na primere podsistemy monitoringa zon raspolozheniya istochnikov tekhnogennyh othodov i otvalov // Materialy 17-j Vseros. otkr. ezhegod. konf.: Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. Metody i algoritmy obrabotki sputnikovyh dannyh (IKI RAN-2019, 11-15 noyabrya). M.: IKI RAN. (in Russian)

8. Savorskij V. P., Panova O. YU., Gornyj V. I., Lupyan E. A., Ermakov D. M., Zaharov A. I. Metod distancionnogo kontrolya narushennosti v procedurah obnaruzheniya i monitoringa antropogenogo vozdejstviya na rastitel'nost' // Materialy 17-j Vseros. otkr. ezhegod. konf.: Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. Metody i algoritmy obrabotki sputnikovyyh dannyh (IKI RAN-2019, 11-15 noyabrya). M.: IKI RAN. (in Russian)
9. Richter A. A. Some Aspects of Visual Detection of Dumps / Open access peer-reviewed chapter in book "Lean Manufacturing", Submitted: September 5th 2018Reviewed: September 28th 2018Published: June 28th 2019, DOI: 10.5772/intechopen.81726. URL: <https://www.intechopen.com/online-first/some-aspects-of-visual-detection-of-dumps>.
10. Rihter A. A. Kompleksnaya metodika avtomatizirovannogo obnaruzheniya i ochenki parametrov ob"ektov zahoroneniya othodov po dannym kosmicheskoy s"yomki: avtoref. dis... kand. tekhn. nauk: 25.00.34/Rihter Andrej Aleksandrovich., M., 2018., 24 s. (in Russian)
11. Kazaryan M. L., Rihter, A. A., SHahraman'yan M. A., Nedkov R. Kosmicheskij monitoring ob"ektov zahoroneniya tverdyh bytovykh othodov i promyshlennykh othodov: teoretiko-metodicheskie i social'no-ekonomicheskie aspekty: [monografiya] / OOO "Nauchno-izdatel'skij centr INFRA-M", 2018. ISBN 978-5-16-014435-1 Artikul 690551.01.01 ID 982 304. (in Russian)
12. Kazaryan M. L., Rihter, A. A., SHahraman'yan M. A., Nedkov R. Monitoring i prognozirovaniye social'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov na osnove analiza kosmicheskikh snimkov: [monografiya] / OOO "Nauchno-izdatel'skij centr INFRA-M", 2018. Artikul 689994.01.01 ID 989 807 ISBN 978-5-16-014549-5. (in Russian)
13. Globalizatsiya i institucional'naya modernizatsiya ekonomiki Rossii: teoriya i praktika: monografiya / pod obshch. red. V. V. Bondarenko, E. M. SHCHerbakova, N. V. Kolganovoj, T. V. Haritonovoj. — Moskva: Prometej, 2019., 656 s. (in Russian)
14. Pokrovskij G. I., Vojnich-Syanozhenckij T. G. Analiz prichin avarij gruntovykh podpornykh sooruzhenij vodohozyajstvennykh sistem kompleksnogo naznacheniya (rus.) // Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika, 2012, 1 Fevral' (№ 2), S. 47–52. Arhivirovano 14 yanvaryaya 2018 goda. (in Russian)
15. Kurs dela: URL: <https://kursdela.biz/> (Klenov V. Hvosty opasnogo hraneniya (nedostupnaya ssylka). Kurs dela. Media-gruppa PARAMON (1 dekabrya 2015). Data obrashcheniya 13 yanvaryaya 2018. Arhivirovano 14 yanvaryaya 2018 goda). (in Russian)
16. Patentnyj poisk: 2019. URL: <http://front.findpatent.ru/patent/222/2223362.html>. (in Russian)
17. YAndeks-karty 2019. URL: <https://yandex.ru/maps/>. (in Russian)
18. Google Earth: 2019. URL: <https://www.google.com/intl/ru/earth/>.
19. Google-maps: 2019. URL: <https://www.google.ru/maps/>.

Поступила в редакцию 29.01.2020 г.