

**ИСТОРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ
ЛАНДШАФТОВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНАХ**
**Саакян Л.В.¹, Максимович Н.Г.², Хомич В.С.³, Асмарян Ш.Г.⁴, Струк М.И.⁵,
Хайрулина Е.А.⁶ Email: Sahakyan631@scientifictext.ru**

¹Саакян Лилит Варужановна – кандидат географических наук, заместитель директора по научной работе,
Центр эколого-ноосферных исследований

Национальной академии наук Республики Армения, г. Ереван, Республика Армения;

²Максимович Николай Георгиевич – кандидат геолого-минералогических наук, доцент,
заместитель директора по научной работе,
Естественнонаучный институт

Пермский государственный научный исследовательский университет, г. Пермь;

³Хомич Валерий Степанович – доктор географических наук, доцент, заместитель директора по научной работе,
Институт природопользования

Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь;

⁴Асмарян Шушаник Гургеновна – кандидат географических наук, руководитель отдела,
отдел ГИС технологий и дистанционного зондирования,

Центр эколого-ноосферных исследований

Национальной академии наук Республики Армения, г. Ереван, Республика Армения;

⁵Струк Михаил Игоревич – кандидат географических наук, доцент,
лаборатория оптимизации геосистем,
Институт природопользования

Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь;

⁶Хайрулина Елена Александровна - кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник,
Естественнонаучный институт

Пермский государственный научный исследовательский университет, г. Пермь

Аннотация: при обосновании размещения новых горнодобывающих предприятий и оценке современной экологической обстановки на разрабатываемых месторождениях предлагается учитывать исторические аспекты воздействия горного производства на окружающую среду. Анализ воздействий разработки месторождений на природную среду в историческом разрезе дает возможность исследовать адаптивные свойства биотических компонентов ландшафта и сделать долгосрочные прогнозы ущерба ландшафтам. Особенности влияния горной деятельности на окружающую среду рассмотрены на примере рудных полезных ископаемых, солей, строительных материалов Армении, Беларуси и России, расположенных в различных природно-климатических и историко-культурных условиях.

Ключевые слова: исторический анализ, техногенные ландшафты, металлургия, калийные соли, строительные материалы.

**HISTORICAL ANALYSIS OF TECHNOGENIC LANDSCAPE FORMATION IN
MINING REGIONS**

**Sahakyan L.V.¹, Maksimovich N.G.², Khomich V.S.³, Asmaryan Sh.G.⁴, Struk M.I.⁵,
Khayrulina E.A.⁶**

¹Sahakyan Lilit Varuzhanovna - PhD in Geography, Deputy Director,
CENTER FOR ECOLOGICAL-NOOSPHERE STUDIES

OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF REPUBLIC OF ARMENIA, YEREVAN, REPUBLIC OF ARMENIA;

²Maksimovich Nikolay Georgievich – PhD in Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Director,
INSTITUTE OF NATURAL SCIENCE OF PERM STATE UNIVERSITY, PERM;

³Khomich Valerii Stepanovich – Doctor of Science (Geography), Deputy Director,
INSTITUTE FOR NATURE MANAGEMENT OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS,
MINSK, REPUBLIC OF BELARUS;

⁴Asmaryan Shushanik Gurgenovna - PhD in Geography, Head of the Department,
DEPARTMENT OF GIS TECHNOLOGIES AND REMOTE SENSING,
CENTER FOR ECOLOGICAL-NOOSPHERE STUDIES
OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF REPUBLIC OF ARMENIA, YEREVAN, REPUBLIC OF ARMENIA;

⁵Struk Mikhail Igorevich – PhD in Geography, Associate Professor,
LABORATORY OF GEOSYSTEMS OPTIMIZATION,
INSTITUTE FOR NATURE MANAGEMENT OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS,
MINSK, REPUBLIC OF BELARUS;

⁶Khayrulina Elena Aleksandrovna - PhD in Geography, Associate Professor, Senior Researcher,
INSTITUTE OF NATURAL SCIENCE OF PERM STATE UNIVERSITY, PERM

Abstract: *it is proposed to take into account the historical aspects of mining impact on the environment when the location of new mining enterprises are chosen and the current environmental situation in mining regions are assessed. Analysis of the impact of deposit development on the environment in the historical context makes it possible to study the adaptive properties of the biotic components of the landscape and make long-term predictions of landscape disturbance in the areas of field development. Features of the influence of mining activity are examined on the example of ore minerals, salts, building materials of Armenia, Belarus and Russia, located in different climatic and historical conditions.*

Keywords: *historical analysis, anthropogenic landscapes, metallurgy, potassium salts, building materials.*

УДК 502.5:502.4

С момента зарождения человечества добыча полезных ископаемых во многих случаях являлась основой развития территории, формировала уникальный культурный облик народов, что находит отражение в памятниках культуры. Геохимическая специфика и особенности горнодобывающей деятельности отражаются в топонимике района (в названии городов, рек), идентификации населения и традициях. Сформировались своеобразные техногенные ландшафты, которые в той или иной степени дошли до наших дней.

В XX веке появление новых технологий в добыче полезных ископаемых существенно увеличило нагрузку на окружающую среду. Уже в 30-е годы XX века академик А. Е. Ферсман отметил горнодобывающую и металлургическую промышленность как наиболее значимыми областями влияния человеческой деятельности на биосферу и природные комплексы [8].

В некоторых случаях происходит полное преобразование природной среды. Площадь техногенных ландшафтов увеличивается. Районы горнодобывающей деятельности становятся зонами экологического бедствия и резкого снижения социально-культурного уровня территории. Разнообразие природно-климатических условий, видов горнодобывающего и горноперерабатывающего производства, многовековая эксплуатация месторождений формируют сложную структуру загрязнения окружающей среды, где встречаются последствия древней добычи полезных ископаемых и современное техногенное воздействие. Объективная оценка масштабов техногенного преобразования ландшафтов и решение на этой основе экологических проблем, связанных с разработкой полезных ископаемых позволит сохранить историческое и социальное значение регионов, сформировавшихся много веков назад.

Особенности влияния горной деятельности в историческом аспекте рассмотрены на примере месторождений полезных ископаемых Армении, Беларуси и России, расположенных в различных природно-климатических и историко-культурных условиях.

Горнорудное производство в Армении имеет очень древнюю историю, здесь обнаружены разработки и плавильни датируемые с VII в. до н.э. [5]. Практически во всех известных сегодня рудных районах шла добыча и переработка руды и к началу XX в. сформировались традиционные горнорудные центры с возрастающими со временем объемами добычи и совершенствующимися технологиями переработки.

Исследования показывают, что влияние горнорудной деятельности на окружающую среду проявляется в двух аспектах: 1) изменение морфоструктурного облика ландшафта, 2) нарушение естественных концентраций химических элементов в окружающей среде.

К отчетливо проявленным элементам нарушения ландшафта относятся провалы над просевшими штольнями, огромные отвалы, заброшенные карьеры и хвостохранилища, очаги эрозии в местах поверхностных горных выработок, нарушенные дорогами склоны ущелий и пр.

На склонах г. Арагац, начиная с 1930-ых годов, из-за широкой эксплуатации туфов и образовавшихся производственных отходов, огромные территории вышли из сферы использования в сельском хозяйстве. Наряду с массовой приватизацией земель в 1990-е годы, во многих районах Армении наметился рост числа маленьких открытых месторождений строительных материалов, что привело к образованию нарушенных земель общей площадью более 8 тыс. га [1].

Источниками загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами в горнорудных центрах, наряду с действующими предприятиями, являются многочисленные отвалы, шлако- и хвостохранилища.

Характерной особенностью этого типа загрязнения является соответствие его качественного состава геохимической специфике данного ландшафта. То есть, в процессе добычи, транспортировки и переработки руды нарушаются природные параметры пространственного распределения концентраций химических элементов, но без привноса чуждых биосфере веществ.

По существу нагрузка на окружающую среду химических элементов формируется как результат суперпозиции двух составляющих: повышенной природной (геогенной) и наложенной – техногенной [7].

История добычи полезных ископаемых в Беларуси, как и во многих других странах, берет свое начало в древние времена, характеризуясь при этом своей спецификой. Объектами разработок первоначально выступали месторождения болотной железной руды, торфа, а также строительного сырья – глины, песка, песчано-гравийного материала. Их объемы были сравнительно небольшими и не оказывали заметного влияния на ландшафтный облик территории.

Добыча полезных ископаемых велась, как правило, открытым способом. В то же время для отдельных их видов, в частности кремня, строились небольшие шахты. Появились они в позднем неолите, когда в связи с распространением земледелия возникла потребность в вырубке лесов, для чего были нужны кремниевые топоры. Такие шахты закладывались в меловых залежах, где размещались включения кремня.

Начало промышленной разработки полезных ископаемых приходится на XIX в. В это время на территории современной Беларуси появились предприятия по производству кирпича, сырьем для которого выступили месторождения глины, а также железа из болотной руды. Эти предприятия не отличались значительными размерами, для их работы не требовалось объемных заготовок сырья.

Первые крупные производственные объекты по добыче и переработке полезных ископаемых были построены в стране в первой трети XX в. К таковым относятся цементные заводы, сырьем для которых послужили месторождения мела. Разработки этих месторождений привели к формированию соответствующих техногенных ландшафтов, которые явились заметным фактором трансформации природной среды районов их размещения.

Максимального уровня производства добывающая промышленность достигла в Беларуси в 60 – 80-ые годы XX в. В это время в стране разрабатывались многочисленные месторождения торфа и сапропелей, а также строительного сырья (строительного песка, песчано-гравийных материалов, глин, мела и мергельно-меловых пород), стекольных и формовочных песков.

Кроме того, на 1960 - 1970-ые годы приходится начало добычи нефти, калийных солей, доломита, строительного камня. При этом существенно возросли масштабы разработок, как в целом по стране, так и по отдельным месторождениям. Соответственно, стали формироваться новые техногенные ландшафты, расширялась их площадь, в результате чего они стали неотъемлемой составной частью структуры земельных угодий Беларуси.

В 90-е годы XX в. по большинству видов полезных ископаемых произошло существенное снижение добычи с последующей стабилизацией их объемов. В то же время по некоторым из них, наоборот, наблюдался рост добычи. Это относится, в частности, к калийным солям, поваренной соли, мергельно-меловым породам, строительному камню.

На ближайшую перспективу, согласно принятым в Беларуси программам развития добывающей промышленности, планируется строительство новых предприятий по разработке ранее не задействованных месторождений калийных солей и строительного камня. Это приведет к росту их добычи и формированию новых техногенных ландшафтов. Соответственно, сохраняет актуальность и задача их изучения.

Целенаправленные исследования горнопромышленных ландшафтов в Беларуси начались в период их активного формирования – в последней четверти XX в. Сложилось два основных направления таких исследований. Одно из них связано с научным обоснованием рекультивации данных ландшафтов, второе – с оценкой их влияния на прилегающие территории [2, 6, 12].

В целом в развитии добывающей промышленности Беларуси прослеживается тенденция перехода от разработки небольших и средних по размерам месторождений полезных ископаемых к таковым, обладающим большими объемами запасов. Она сопровождается укрупнением размеров формируемых при этом техногенных ландшафтов и ростом их влияния на окружающую среду.

Одним из примеров техногенного преобразования ландшафтов являются районы соледобычи в России. Прикамье было известно соляными источниками еще с каменного века. Хлоридно-натриевые воды широко распространены на площади Предуральяского прогиба. Чаще всего они встречаются среди верхне- и нижнепермских отложений на восточной окраине Верхнекамского месторождения солей. При близком залегании соляной толщи рассола естественным образом выходят на поверхность в виде карстовых источников или родников.

Естественные выходы соленых вод способствовали активному развитию солеварной промышленности на территории Пермского края с XVI века. Добыча рассолов на начальном этапе осуществлялась с глубины 30-40 м с помощью матичных труб. Трубы закладывались, как правило, в долинах рек или понижениях. Согласно данным Г.В. Бельтюкова [3] на территории месторождения с 1430 г. по 1970 г. насчитывалось более 200 скважин с минерализацией рассолов 100–300 г/дм³. Глубина таких скважин в Прикамье колеблется до 60 до 100 м. Активное развитие солеварения привело к появлению серьезных экологических проблем. Выварка соли сопровождалась загрязнением атмосферного воздуха сернисто-солеными выбросами, загрязнением почвы и поверхностных вод, что серьезно ухудшало здоровье местного населения еще в XIX веке [4].

В настоящее время, на территории Пермского края полностью прекращена солеварная промышленность. Большая часть древних рассолоподъемных скважин затоплена водами Камского водохранилища, и их разгрузка происходит непосредственно на дне Камского водохранилища и рек, устья которых находятся в зоне подтопления [10].

Сохранившиеся скважины до настоящего времени изливаются на поверхность. Минерализация вод рассолоподъемных скважин составляет 30 – 34 г/дм³, преобладают ионы хлорида и натрия. Минерализация рек, в которые разгружаются соленые подземные источники, отличается повышенными значениями – 1,2-1,3 г/дм³. В химическом составе преобладают ионы хлоридов и натрия. Содержание хлоридов достигает 490 мг/ дм³, содержание натрия свыше 300 мг/дм³, что превышает ПДК для рыбохозяйственных водоемов [10].

В середине XX века в связи с открытием Верхнекамского в России и Старобинского в Беларуси месторождений калийных солей начали формироваться специфические техногенные ландшафты, отличающиеся глубоким преобразованием природных комплексов и загрязнением окружающей среды на значительных площадях.

Как известно, калийные производства сопровождаются перемещением больших объемов горных пород и поступлением в окружающие ландшафты загрязняющих веществ с воздушными выбросами, твердыми и жидкими отходами. За время эксплуатации Старобинского месторождения на земной поверхности в 4-х солеотвалах накопилось более 950 млн. т галитовых отходов высотой до 100-120 м и 110 млн. т глинисто-солевых шламов. В районе разработки Верхнекамского месторождения объем накопленных на поверхности отходов составил 270 млн. т галитовых отходов и 30 млн м³ глинисто-солевых шламов.

Под калийные предприятия и места хранения отходов изымаются сельскохозяйственные и лесные земли. В местах отработки подземного пространства наблюдаются процессы проседания земной поверхности и заболачивания. В Солигорском горнопромышленном районе просадки земной поверхности при отработке 2-х калийных горизонтов составляют 4-6 м. В условиях Белорусского Полесья с низменным рельефом это ведет к процессам заболачивания и подтопления территорий [11]. При добыче калийных солей на Верхнекамском месторождении образовались провалы глубиной до 100 м.

Основной спецификой воздействия разрабатываемых калийных месторождений является преобладание легкорастворимых солей в отходах производства. В составе твердых галитовых отходов содержание NaCl составляет более 95%. Глинисто-солевые шламы на 35 - 40% состоят из водорастворимых солей и на 60-65% из нерастворимого глинистого осадка [9]. Минерализация рассолов, поступающих в процессе производства калийных удобрений, достигает 300 г/дм³.

В результате поступления атмосферных осадков формируются фильтрационные стоки солеотвалов и шламохранилищ хлоридно-натриевого состава минерализацией от 30 до 300 г/дм³. Содержание хлорид-ионов составляет более 50 % от общей минерализации вод [9]. Высокоминерализованные стоки активно мигрируют в поверхностных и подземных водах, формируя контрастные техногенные геохимические аномалии и распространяясь на значительное расстояние. Загрязнение подземных вод от солеотвалов и шламохранилищ в зоне воздействия ОАО «Беларуськалий» зафиксировано до глубины 110 м. При этом минерализация подземных вод увеличилась до 110-160 г/дм³, а ореолы засоления подземных вод с минерализацией около 1 г/дм³ распространились на расстояние более 2 км [11].

Кроме изменения в химическом составе поверхностных и подземных вод, наблюдается трансформация донных отложений, почв, видового состава растительности и микробиологических сообществ в наземных и аквальных биотопах [9].

Таким образом, при обосновании размещения новых предприятий горнодобывающей отрасли и оценке современной экологической обстановки на разрабатываемых месторождениях необходимо учитывать исторические аспекты развития территории. Анализ воздействий разработок месторождений на природную среду в историческом разрезе дает возможность исследовать адаптивные свойства биотических компонентов ландшафта и сделать долгосрочные прогнозы ущерба ландшафтам в районах разработки месторождений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 15-05-07461 и № 17-45-590793.

Список литературы / References

1. *Агджоян Э.* Природопользование и охрана природы в Армении. Ереван, 2016. 60 с. (на арм. яз).
2. *Бамбалов Н.Н., Ракович В.А.* Роль болот в биосфере. Минск, 2005. 244 с.
3. *Бельтюков Г.В.* Карстовые и гипергенные процессы в эвапоритах: дис.... д-ра г.-м. наук. Пермь, 2000. 346 с.
4. *Гаврилов Д.В.* Экологическая обстановка в Верхнекамском промышленном районе в конце XIX – начале XX века // Проблемы и тенденции развития Верхнекамского региона: история, культура, экономика. Материалы республиканской научно-практической конференции. Березники, 1992. С. 43–44.
5. *Мкртчян Т.* Армения – колыбель горного дела и металлургии // Горный журнал, 2003. № 2. С. 82–85.

6. *Прокопеня В.А., Максимович А.М., Хомич А.А.* Основные направления рекультивации карьерно-отвалных ландшафтов // Обзорная информация. БелНИИНТИ. Минск, 1981. 62 с.
7. *Сагателян А.К.* Особенности распределения тяжелых металлов на территории Армении. Ереван: Изд-во Центра эколого-ноосферных исследований НАН РА, 2004. 156 с.
8. *Ферсман А.Е.* Геохимия. Т. III. Л.: ОНТИ-Химтеорет, 1937. 503 с.
9. *Хайрулина Е.А.* Формирование экологической обстановки при разработке месторождения калийных солей // Проблемы региональной экологии, 2015. № 4. С. 140–145.
10. *Хайрулина Е.А., Новоселова Л.В., Порошина Н.В.* Природные и антропогенные источники засоления поверхностных вод на территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей // Географический вестник. Пермь, 2017. № 1 (40). С. 93–101. doi 10.17072/2079-7877-2017-1-93-101.
11. *Хомич В.С., Жумарь П.В., Коробейников Б.И., Тищиков Г.М.* Деградация природной среды в зонах воздействия калийных производств // Природная среда Беларуси. Минск, 2002. С. 332–347.
12. *Хомич С.А.* Геоэкологические аспекты водохозяйственной рекультивации нарушенных земель Беларуси. Минск, 2001. 124 с.