

## **Использование лазерного сканера Leica ScanStation C10 для изучения Солигорского солеотвала**

Михайлов В. И, Кононович С. И, Куприенко Н. О.  
Белорусский национальный технический университет.

При переработке и обогащении сырья Солигорским горнодобывающим комплексом ежегодно образуются миллионы тонн твердых галитовых отходов и сотни тысяч тонн глинистосолевых шлаков, занимающих большие площади (около 3000 Га) под отвалы и шламохранилища с ориентированным объемом 1,5 млрд т.

Одним из перспективных и экономически целесообразных способов утилизации этих отходов является их переработка с получением поваренной соли. Вторым крупным потребителем галитовых отходов может быть производство кальцинированной соды. Однако они лишь частично могут быть переработаны в поваренную соль и содопродукты, значительная часть их не находит сбыта и подлежит захоронению.

В целях охраны окружающей среды и сохранения земельных угодий работан и используется способ высотного складирования галитовых отходов в солеотвалы (рис. 1). На сегодняшний день они заметны за многие километры и представляют собой красноватые горы, достигающие в высоту 120–150 м.

Такой объем галитовых отходов с концентрированных в одном месте может повлечь за собой активизацию геодинамических процессов. Кроме того, к ежегодной осадки соляных холмов на несколько метров приводят эрозия и смыв дождевыми и тальми водами, что ухудшает экологическую ситуацию в данном районе. Солеотвалы становятся источником засоления почвогрунтов и подземных вод. Эти обстоятельство требуют действенной системы слежения, прогнозирования и управления процессами складирования галитовых отходов.

Наблюдения за процессом засоления подземных вод и грунтов в Солигорском промрайоне осуществляются с использованием инженерно-геологических, геохимических, геофизических и геодезических методов [1, 2]. Что, однако, пока не привело к существенному улучшению природных ландшафтов в регионе. На наш взгляд, одной из причин является отсутствие должного контроля за состоянием и динамикой солеотвалов.



Рис. 1. Солотвалы. Использование лазерного сканера Leica ScanStation C10 для создания цифровой модели рельефа

Наряду с вышеперечисленными методами, одним из эффективных способов при охране и рациональном использовании окружающей среды этого района является изучение галитовых отходов с помощью инновационных технологий [3, 4].

В настоящее время при решении данной задачи весьма привлекательно использование принципиально новых геодезических приборов в комплексе с персональными компьютерами и специализированным программным обеспечением для обработки, планирования, интерпретации и документирования данных.

К разделу принципиально новых можно отнести спутниковые системы позиционирования (GPS-системы) и наземные лазерные 3D-сканеры.

Таким образом, полевые работы по измерению рельефа солотвалов с учетом вышеизложенного сводятся к следующему:

- созданию с помощью GPS-системы планового и высотного обоснования для 3D съемки солотвала;
- измерению с помощью наземного лазерного 3D-сканера.

Безусловно, регистрировать все рельефные точки на солотвале можно только с использованием GPS-системы в реальном масштабе времени. Однако при этом исполнитель с GPS-приемником должен пешком пройти по всем точкам, что весьма трудоемко и требует больших временных затрат. Гораздо эффективнее применять GPS-приемник при создании планового и высотного обоснования по периметру галитовых отходов и на трассах перемещения по нему техники.

Затем на точках обоснования установить наземный лазерный 3D-сканер, например Leica ScanStation C10, с дальностью безотражательных измерений до 300 м. и выполнить окончательные наблюдения. По нашему мнению, наибольшую эффективность такая съемка может дать при разработке

участка галитовых отходов и отгрузке техногенной соли, а также для измерения деформаций земной поверхности вокруг солеотвалов.

Метод наземного лазерного сканирования характеризуется большой детализацией измерительных поверхностей, высокой производительностью, возможностью получения 3D-модели объекта местности [5, 6].

Лазерный сканер Leica ScanStation C10 (рис. 2) устанавливается на штатив. Исполнитель задает требуемую плотность облака точек (разрешение на местности, которое может быть порядка сантиметра) и область съемки, затем запускает процесс сканирования. Для получения полных данных о солеотвале выполняются аналогичные операции с нескольких станций (позиций), обеспечивающих полный обзор солевых отвалов.

После полевых измерений, облако точек импортируются в программный комплекс LISCAD Plus, в котором выполняется моделирование рельефа или, другими словами, формирование цифровой модели солеотвала (ЦМС) на основе метода строгой триангуляции. Этот комплекс предоставляет достаточно удобные возможности для работы с ЦМС и последующих вычислений объемов галитовых отходов. Так, LISCAD Plus позволяет создать базу ЦМС и затем сравнивать ее с другими аналогичными моделями, полученными на последующих эпохах съемок. Это необходимо для определения разностей объемов, а также для осуществления трехмерной визуализации и возможности вращения цифровой модели галитовых отходов.

Преимущество лазерного сканирования заключается в полном автоматическом сканировании галитовых отходов, что исключает субъективный фактор при выборе пикетных точек, например исполнителем тахеометрической съемки.



Рис. 2. Лазерный сканер Leica ScanStation C10

Фрагмент измерения объема части солеотвала лазерного сканера Leica ScanStation C10 приведен на рис. 3.

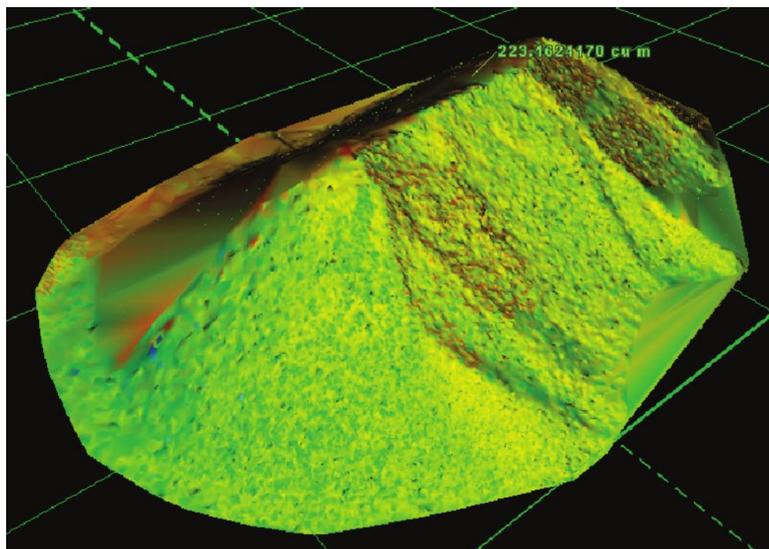


Рис. 3. Цифровая модель поверхности солеотвала

Сопоставительный анализ современной методики слежения за изменениями рельефа солеотвалов показал, что при использовании наземного лазерного 3D сканера существенно возросли точностные характеристики съемки. Кроме этого, если раньше полевые работы для съемки одного такого объекта требовали от двух дней до недели, то с использованием новых технологий их можно выполнить в течение одного дня.

Исходя из предоставленных доводов можно сделать следующие выводы:

1. Геодезическая методика изучения галитовых отходов на основе инновационных технологий позволяет более эффективно использовать GPS-приемник для создания пунктов съемочного обоснования по периметру солеотвалов и на трассе перемещения техники по соляным отвалам.

2. Проводимые измерения солеотвала лазерным сканером с нескольких станций показали высокую эффективность построения полной цифровой модели обследуемого объекта за короткий промежуток времени.

## Литература

1. Астровский, А.А. О возможности изучения Солигорских солеотвалов с помощью фототеодолитной съемки / А.А. Астровский, В.И. Михайлов // Калийные соли Беларуси: состояние, освоение месторождений, перспективы развития, проблемы: тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Минск, 1999. С. 137–139.
2. Михайлов, В.И. Изучение антропогенной геодинамики горнопромышленных районов, находящихся в экстремальных условиях / В.И. Михайлов, А.О. Серченя // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 11-й науч.-техн. конф. Минск: БНТУ, 2011. Т. 2. С. 46.
3. Изучение геодинамических явлений в Солигорском горнопромышленном районе инновационными технологиями / В.И. Михайлов [и др.] // Наука и техника. 2013. № 6. С. 60–63.
4. Экспериментальный геодезический мониторинг Солигорских солеотвалов на основе инновационных технологий / В.И. Михайлов [и др.] // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 12-й Междунар. науч.-техн. конф. Минск, 2014. Т. 3. С. 47.
5. Шевченко, Е. Н. Наземная лазерная сканирующая система Riegl LMS-Z420i – новейший метод дистанционного зондирования / Е.Н. Шевченко, В.Ф. Кучук, Н.А. Дуброва // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. 2008. № 2. С. 125–131.
6. Медведев, Е.М. Преимущества применения лазерных сканирующих систем наземного и авиационного базирования / Е.М. Медведев, С.Р. Мельников // Горная промышленность. 2002. № 5. С. 2–4.

УДК 528.98 [621.64: 661.5]

### **Измерение осадочных деформаций производственных зданий и сооружений ОАО «Гродно Азот»**

Михайлов В.И., Мысливчик Е. Ю.  
Белорусский национальный технический университет

Для большинства стандартных и типовых сооружений точность определения осадок фундаментов обеспечивается геометрическим нивелированием, выполняемым по методике нивелирования II класса.

Осадочные марки заложены примерно на одном уровне по углам и периметру зданий, вдоль продольных и поперечных осей фундамента, на несущих