



бочего уступа карьера / А.И. Калашник, А.Ю. Дьяков // Изв. вузов. Горный журнал. – 2015. – № 6. – С.73-78.

4. Калашник А.И. Оценка нарушенности скальных пород уступа карьера электромагнитным зондированием / А.И. Калашник, А.Ю. Дьяков // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – Глубокие карьеры. Специальный выпуск № 56. – С.230-238.

5. Дьяков А.Ю. Моделирование электромагнитного поля, индуцированного георадарным зондированием в окрестности структурной неоднородности скального массива / А.Ю. Дьяков, А.И. Калашник // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. – 2017. – № 14. – С. 275-278.

6. Дьяков А.Ю. Георадиолокационное исследование массивов скальных пород / А.Ю. Дьяков, А.И. Калашник // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта. – 2017. – № 4. – С. 25-30.

7. Панин В.И. Контроль динамики геомеханической ситуации в борту карьера сейсмотомографическим методом / В.И. Панин, Ю.А. Старцев // Глубокие карьеры – 2012. – С. 429-433.

УДК 622.012:626:550.34.016

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИНГА ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ (ГТС) ГОРНОГО ПРОФИЛЯ

Д.В. Запорожец¹, Д.Н. Еграшичева²

¹научный сотрудник, e-mail: zaporojec@goi.kolasc.net.ru

²инженер, e-mail: diana-shhukina@yandex.ru

^{1,2} Горный институт - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Кольский научный центр Российской академии наук"

Аннотация: В статье приводится пример совместного применения результатов натурных геодезических измерений и данных дистанционного зондирования земли. Натурные геодезические наблюдения за состоянием ГТС являются достаточно точными и позволяют надежно оценить фактическое состояние сооружения, выявить нежелательные процессы, происходящие в сооружении, и в комплексе с результатами других измерений принять решения по своевременному предотвращению аварийных ситуаций. Опыт работы с космическими снимками показал их эффективность в качестве средства для оперативного картографирования и мониторинга изменений. С помощью компенсированных методов геодезического мониторинга удалось собрать всю необходимую информацию о состоянии дамб хвостохранилища.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, мониторинг, геодезические измерения, космоснимки.



INCREASE OF EFFICIENCY OF GEODETIC SUPPORT OF MONITORING FOR MINING HYDRAULIC FACILITIES

Dmitriy Zaporozhets¹, Diana Egrashicheva²

¹researcher, e-mail: zaporojec@goi.kolasc.net.ru

²engineer, e-mail: diana-shhukina@yandex.ru

^{1,2} Mining Institute – Subdivision of the Federal Research Centre “Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”, Russia, Murmansk region, Apatity

Abstract: The article gives an example of joint application of the results from in-situ geodetic measurements and remote sensing data of the earth. In-situ geodetic observations of a hydraulic facility's conditions are accurate enough to reliably estimate the actual state of the structure, identify undesirable processes occurring there, and, in conjunction with the results of other measurements, take decisions on timely prevention of emergencies. The experience with space images has shown their effectiveness as a tool for rapid mapping and monitoring of changes. The combined geodetic monitoring methods have made it possible to collect all the necessary information on the state of the tailings dams.

Keywords: hydraulic structures, monitoring, geodetic measurements, satellite images.

Введение. Эксплуатация гидротехнических сооружений с I по III класс опасности, требует непрерывного и систематического контроля устойчивости сооружений, основания и береговых примыканий. В данной статье речь пойдет об основных геодезических методах и средствах контроля состояния гидротехнических сооружений, которые применяются в настоящее время на наблюдательном полигоне, заложенном на хвостохранилище одного из горно-добывающих предприятий Кольского полуострова.

Проведение геодезического контроля за деформацией ответственных сооружений является актуальным, поскольку его успешная организация и последующее развитие вносят важный вклад в обеспечение надежности, долговечности и безопасности эксплуатации сооружений.

Цель. Для оптимальной организации геодезических наблюдений за деформациями дамб хвостохранилища необходимо вначале изучить проектные решения строительства и эксплуатации дамбы; инженерно-геологические и гидрогеологические условия основания и тела дамбы, геометрические параметры сооружения. На основании результатов изучения выше перечисленных факторов произвести оценку устойчивости дамбы, определить наиболее вероятную область возможного проявления деформаций дамбы. Это позволит правильно создать наблюдательную сеть, обосновать точность, периодичность и наметить методику производства наблюдений.

Материал и результаты исследований. Геодезическим мониторингом называется система геодезического сбора, регистрации, хранения и анали-

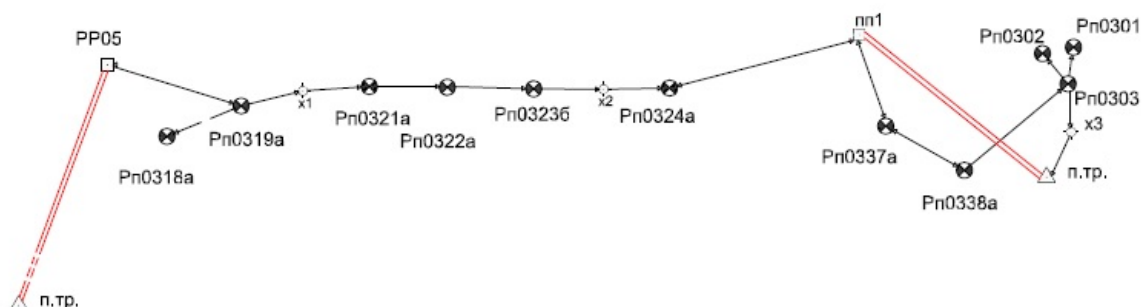
за геометрических параметров исследуемого объекта для определения положения этого объекта в пространстве и во времени. Мониторинг должен вестись постоянно по определенному регламенту на протяжении всего периода эксплуатации объекта. Основной целью наблюдений является определение величин деформации для оценки устойчивости сооружения и принятия своевременных профилактических мер, обеспечивающих его нормальную работу.

В состав геодезического мониторинга входит: высокоточное нивелирование, тахеометрическая и топографическая съемка. А так же применение космических снимков для обновления устаревших картографических материалов.

Для безопасной эксплуатации ГТС, необходимо уделять особое внимание комплексу контрольно-измерительных систем. Под контрольно-измерительной системой подразумевается комплекс контрольно-измерительной аппаратуры (пьезометры, водомерные рейки, контрольные марки, опорные репера и т.д.), установленной на ГТС и предназначенной для контроля над состоянием ГТС на протяжении всего периода эксплуатации. При этом сбор информации от контрольно-измерительной аппаратуры и устройств может проводиться полностью вручную, в полуавтоматизированном и автоматизированном режиме наблюдений.

Хвостохранилище обогатительной фабрики представляет из себя накопитель жидких отходов овражного типа, по способу заполнения намывной, предназначен для непрерывной гидрокладки хвостов обогащения медно-никелевых руд в ёмкость хвостохранилища и обеспечения фабрики чистой оборотной водой по замкнутому циклу оборотного водоснабжения для технологических нужд. Ограждающие сооружения хвостохранилища относятся к I классу капитальности. Общая длина сооружений составляет 4,3 км.

Натурные наблюдения на объекте ведутся с 2004 года по реперам (рисунок 1).



Рису. 1. – Схема ходов натурных наблюдений по реперам

В качестве основного метода контроля наблюдения за деформациями

сооружения является: выполнение плано-высотных наблюдений по реперам, определение длин пляжей (расстояния от уреза воды прудка до нижней бровки верхового откоса дамб обвалования), визуальные обследования.

Наблюдения были выполнены электронным тахеометром Topcon QS3M (точность измерения угла одним приемом – 3"; точность измерения расстояния по одной призме составляет $\pm(2\text{мм}+2\text{ppm})$ и оптическим нивелиром Sokkia V1 (СКП 0,5 мм на 1 км двойного хода).

Плановые наблюдения выполнялись линейно-угловой засечкой, высотные наблюдения выполнялись нивелированием III класса. Определение длин пляжей было измерено в процессе дешифрирования геопривязанного космического снимка.

Основным положением анализа результатов геодезических наблюдений следует считать установление закономерностей процессов осадки дамбы во времени. О характере этих закономерностей можно судить по ходу кривых на графиках осадок по каждому реперу на дамбе (рисунок 2). Последующая кривая повторяет предыдущий цикл, плавно увеличивая скорость осадки, но с временными отклонениями от нормального хода. Нарушения плавности хода в отдельные временные отрезки обусловлены обвалованием дамб, перемещением грунтом.

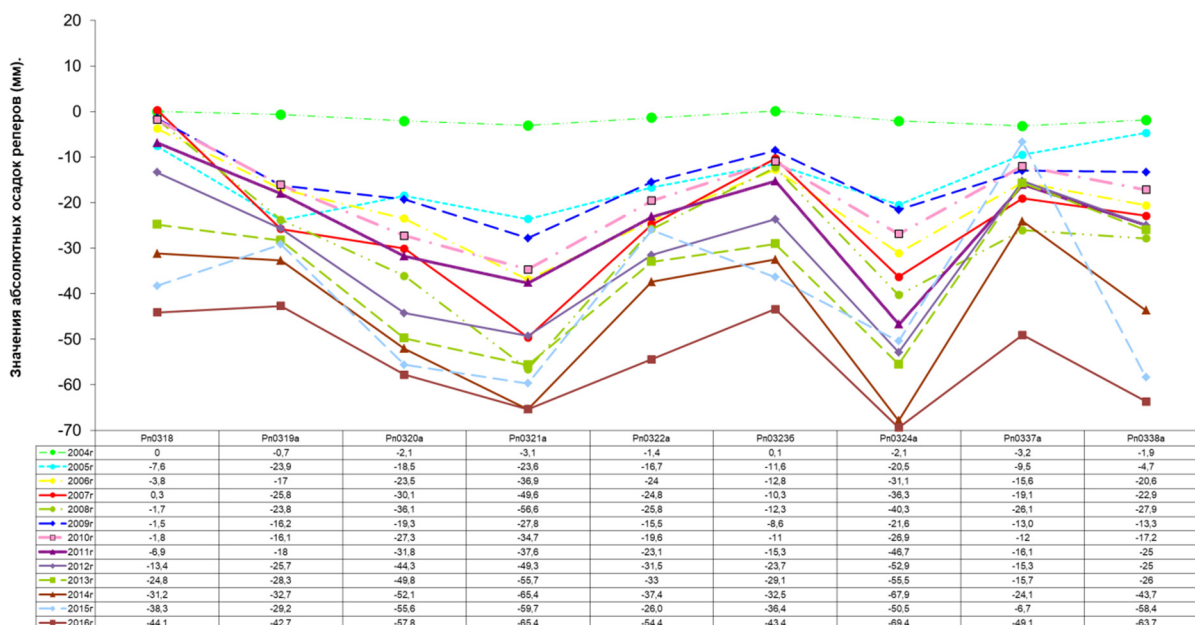


Рис. 2. – График абсолютных осадок реперов (2004 по 2016 гг.)

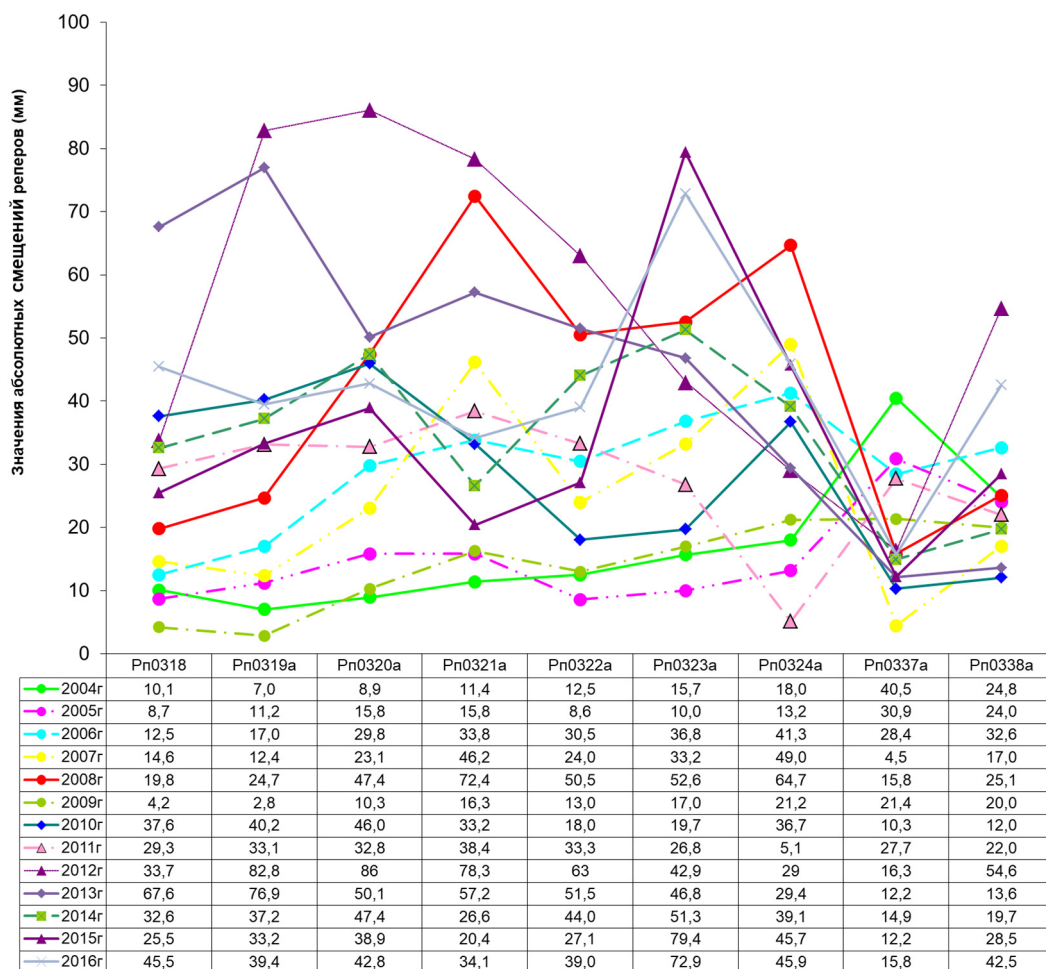


Рисунок 3 - График абсолютных смещений реперов (2004 по 2016 гг.)

В целом состояние дамб с точки зрения их осадок можно охарактеризовать как удовлетворительное.

Примером обновления картографического материала является обновление инженерно-топографического плана прудка и пляжей хвостохранилища.

В нашем распоряжении находится обширная база космических снимков покрывающих территории промышленных объектов Мурманской области. Снимки предоставлены ведущим российским интегратором в области геоинформационных технологий и аэрокосмического мониторинга, компанией «Совзонд» с таких спутников, как «МЕТЕОР-М» «РЕСУРС - П». Данные космической съемки соответствуют состоянию местности на 2013–2017 гг.

Процесс обработки обновления устаревших картографических материалов состоит из двух этапов (рисунок 4). На первом этапе проводится совмещение космических снимков, покрывающих территорию хвостового хозяйства, с цифровой топографической основой масштаба 1:5000. На втором этапе проводится камеральное, т. е. визуальное дешифрирование космических снимков. В результате создаются цифровые слои карты, в которых оцифровываются новые, еще не вынесенные на карту вновь отсыпанные горизонты дамб обвалования, уреза воды в прудке, современного положения пульпопроводных трасс, появившиеся с момента последнего обновления цифровой топографической карты, а так же ситуации рельефа. Помимо этого, проводится корректировка контура уже существующих дорог и коммуникаций.

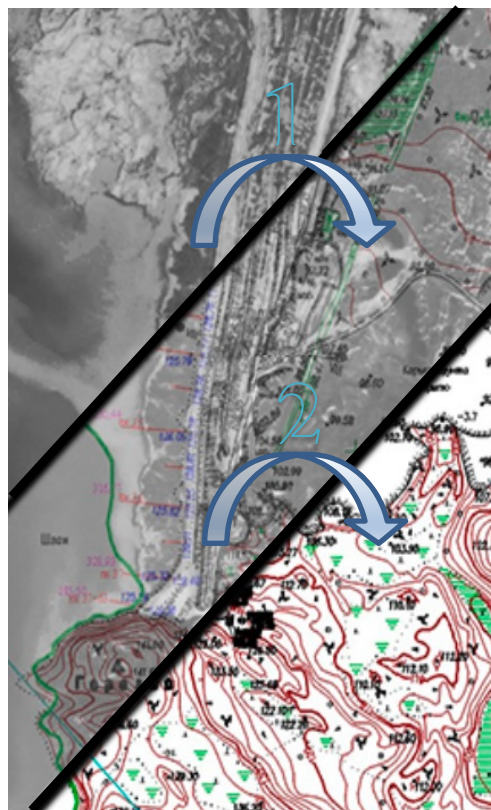


Рис. 4. – Этапы обновления топографического плана

Вывод. В общем комплексе натуральных наблюдений геодезические методы наблюдений за состоянием ГТС являются достаточно точными и позволяют надежно оценить фактическое состояние сооружения, выявить нежелательные процессы, происходящие в сооружении, и в комплексе с результатами других измерений принять решения по своевременному предотвращению аварийных ситуаций.

С помощью комплексирования методов геодезического мониторинга удалось собрать всю необходимую информацию о состоянии дамб хвостохранилища. Опыт работы с космическими снимками показал их эффективность в качестве средства для оперативного картографирования и мониторинга изменений.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция: СНиП 2.06.05-84: утв. Министерством регионального развития РФ 29.12.11. – М.: Минрегион России, 2012. – 85 с.

2. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 (с Изменением N 1)



3. РД 03-259-98 «Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России»

4. П 87-2001 Рекомендации по проведению натуральных наблюдений за осадками грунтовых плотин // ОАО "ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева" № 2001

5. ПБ 03-438-02. Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов.

6. Мельников Н.Н. Применение современных методов для комплексных исследований состояния гидротехнических сооружений региона Баренцева моря / Н.Н. Мельников, А.И. Калашник, Н.А. Калашник, Д.В. Запорожец // Вестник МГТУ. 2017. Т. 20. № 1. С. 13-20.

УДК 622.62

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА ЗУБЧАТО-РЕЕЧНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ ШАХТНЫХ НАПОЧВЕННЫХ ДОРОГ

Л.В. Лукиенко

доктор технических наук, заведующий кафедрой Агроинженерии и техносферной безопасности, ФГБОУ ВО Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, г. Тула, Россия, e-mail: lukienko_lv@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты анализа конструкций шахтных напочвенных дорог и требований к ним, а также проведён анализ особенностей их эксплуатации и представлены направления совершенствования технологичности изготовления зубчатых тяговых органов.

Ключевые слова: шахтная напочвенная дорога, зубчатые тяговые органы, повышение технологичности изготовления, снижение изнашивания.

INCREASE IN THE RESOURCE OF RACK AND PINION SYSTEMS FOR MINE BOTTOM ROADS

L.V. Lukienko

Ph.D., Head of the department of Agroengineering and technosphere safety, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula, Russia, e-mail: lukienko_lv@mail.ru

Abstract. In work results of the analysis of designs mine are presented the floor roads is dear also requirements to them and also the analysis of features of their operation is carried out and the directions of improvement of technological effectiveness of production of rack and pinion systems are presented.

Keywords: mine floor road, rack and pinion systems, increase in technological effectiveness of production, decrease in wear.

Введение. Усложнение горно-геологических условий и значительное

