

Как видно из данных приведенных в таблице 1 эффективность очистки сточных вод от взвешенных веществ находилась в пределах 95,17 – 96, %, БПК₅ – 96,19 – 97,76 %, ХПК – 88,75 – 97,76 %, СПАВ 69,9 – 75 %, нефтепродуктов – 84,76 – 96,21 %.

Наибольшее содержание взвешенных веществ в городских сточных водах на входе и на выходе наблюдалось в 2012 году, однако превышения ПДК за период с 2010 по 2016 годы не выявлялось. Незначительное превышение концентрации сухого остатка на выходе с биологической системы очистки наблюдалось только в 2010 году, что вероятнее всего связано с аномально малым количеством осадков.

Химическое потребление кислорода в 2013-2014 годах незначительно увеличивалось, что свидетельствует о росте содержания в сточной воде сильно окисляющихся веществ. При этом эффективность очистки по ХПК за период с 2010 по 2016 годы составляла 88,75 – 96,11%, а по БПК₅ 96,2 – 97,8 %.

Среднегодовая концентрация синтетических поверхностно-активных веществ находится в пределах ПДК с эффективностью очистки более 70 %, концентрация нефтепродуктов на выходе не превышает ПДК, эффективность очистки выше 84,8%.

Таким образом работа биологических очистных сооружений ОАО «ТКС» «Тамбовводоканал» характеризуется высокой эффективностью. На выходе из очистных сооружений содержание большинства загрязняющих веществ снижается в среднем на 85 – 90 %.

Список использованной литературы:

1. Анализ эффективности работы городских очистных сооружений в отношении ряда приоритетных загрязняющих веществ. Рязанов А.В., Можаров А.В., Завершинский А.Н. Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 4. С. 58.

© Завершинский А.Н., Ермилова О.Л., Ерохина Е.О., 2017

528.48:622'17(98)

А.И. Калашник

канд. техн. наук, зав. лаб.

Д.А. Максимов

мл. науч. сотр.

ФГБУН Горный институт

Кольского научного центра РАН (ГоИ КНЦ РАН)

г. Апатиты, Российская Федерация

А.В. Филатов

канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр.

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

Балтийский федеральный университет имени И. Канта

г. Калининград, Российская Федерация

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ГТС ХВОСТОХРАНИЛИЩА В АРКТИКЕ

Аннотация

Основываясь на успешном опыте применения спутниковых радарных снимков в дополнение к наземным геодезическим измерениям на нефтегазовых месторождениях, были выполнены аналогичные исследования на ГТС хвостохранилища одного из горных предприятий в Арктике. По наблюдательным

пунктам дамбы хвостохранилища произведены циклы нивелирования, а для осуществления площадного мониторинга ГТС использованы радарные снимки со спутника Sentinel-1A. Сопоставительный анализ результатов нивелирования и интерферометрической обработки спутниковых снимков показал хорошую сходимость как значений, так и направлений скоростей вертикального смещения наблюдательных пунктов.

Ключевые слова

Мониторинг, геодезия, спутниковые радарные снимки, интерферометрическая обработка, сопоставительный анализ, хвостохранилище.

В западной части российского сектора Арктики сосредоточены значительные запасы углеводородного и минерального сырья. Так, в Кольском регионе ведется масштабная добыча полезных ископаемых на ряде месторождений, которая сопровождается извлечением, переработкой и складированием миллионов тонн пород и руды, а также хвостов обогащения, что приводит к увеличению риска геодинамических проявлений в регионе. В связи с этим, важное значение имеет геодинамический мониторинг состояния горнотехнических объектов в Арктике в целях минимизации рисков техногенных катастроф и экологических последствий горнодобывающей деятельности [2-6].

Значительный размер промышленных площадей, на которых ведутся горные работы, обуславливает целесообразность использования площадных методов мониторинга, таких как сканирование местности с использованием космических радаров, беспилотных летательных аппаратов и лазерных сканеров. В то же время, большинство методов, применяемых в настоящее время для мониторинга смещений техногенных объектов и массивов пород, носят локальный характер и жестко привязаны к геодезическим реперам и маркам: нивелирование различных классов, дальномерные измерения и другие. Это можно объяснить более высокой точностью классических методов геодезии перед площадной съемкой, но данное преимущество постепенно нивелируется за счет развития новых технологий, сопровождающегося увеличением точности получаемых данных. Примером может служить космическая радарная съемка, которая, благодаря развитию аппаратуры спутников и разработки новых методов обработки получаемых данных, позволяет получать распределенные данные смещений исследуемого объекта с субсантиметровой точностью. Так радарная интерферометрия успешно применяется в дополнение к традиционным методам наземных геодезических измерений (нивелировка, гравиметрия, GPS) на геодинамических полигонах нефтегазовых месторождений [1,8].

Однако характер смещений на территории промплощадок горнодобывающих предприятий отличается от деформаций земной поверхности на нефтегазовых месторождениях. В связи с этим возникает вопрос об эффективности современных методов спутниковой радарной съемки и обработки полученной информации для целей мониторинга горнотехнических объектов. Для ответа на данный вопрос сравним данные, полученные в результате нивелирования 3-го класса и спутниковой радарной съемки, для дамбы хвостохранилища горно-обогатительного предприятия, представляющей собой насыпное гидротехническое сооружение I класса длиной 1 км и находящейся в юго-западной части Кольского региона. Дамба была выбрана в качестве объекта исследования не только благодаря ее протяженности и размеров в плане, но и за счет того, что подобные объекты часто используются в энергетике, горном и нефтегазовом деле, а также полученный опыт может легко экстраполироваться на другие линейные протяженные объекты, такие как дороги и трубопроводы. Измерения были выполнены в бесснежный период в 2015-16 гг.³⁹

Для осуществления площадного мониторинга использовались радарные снимки со спутника Sentinel-1A [7]. Длина волны зондирующего сигнала составляет 5,6 см (С-диапазон), поэтому из накопленного за 2015-2016 годы архива выбраны снимки, полученные в бесснежный период. Выполнена обработка 23 радарных кадров по методу интерферометрии постоянных отражателей [9, 10], реализованного в программном обеспечении ENVI/SARscape. Смещения, определенные методом радарной интерферометрии, являются проекцией реальных смещений объектов на линию визирования радиолокатора (рис.). Для обработанных данных Sentinel-1A направление линий визирования составляет

³⁹ Геодезические измерения выполнены инженером ГоИ КНЦ РАН Еграшичевой Д.Н.

83° по азимуту (от севера) и 38° по наклонной дальности (от надира).

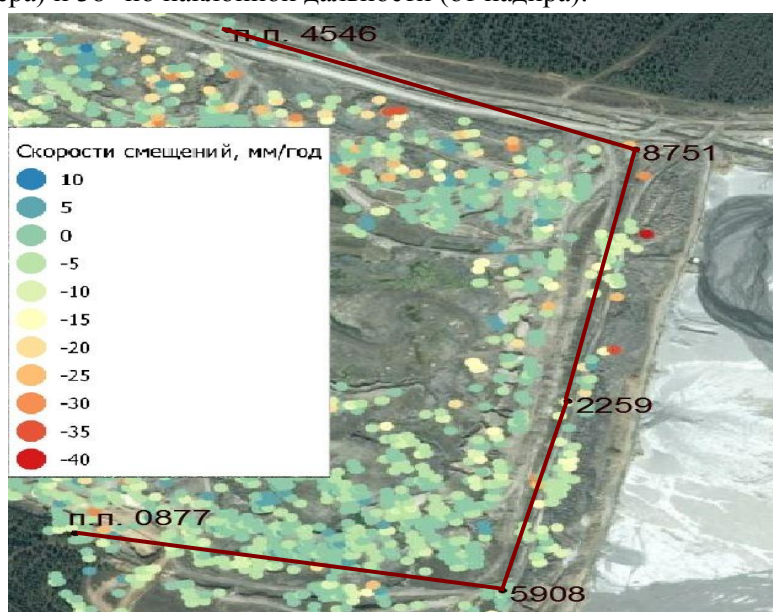


Рисунок – Карта скоростей вертикальных смещений поверхности грунтов в районе дамбы по данным интерферометрической обработки снимков спутника Sentinel-1A

Как видно из рисунка, значения скоростей вертикальных смещений удалось определить не для всей площади дамбы и прилегающей территории, вследствие того, что обработка снимков проводилась для отражателей, которые претерпевали существенное изменение в ходе эксплуатации хвостохранилища. Но для наблюдательных пунктов, в районе которых технические работы ведутся в меньшей степени, чтобы их не повредить, скорости смещения вычислить удалось.

Таким образом, имея результаты нивелирования и интерферометрической обработки радарных спутниковых снимков в привязке к конкретным наблюдательным пунктам, представляется возможным провести сопоставительный их анализ посредством прямого сравнения значений и направления смещения (табл.)

Таблица

Сравнение значений и направлений смещений наблюдательных пунктов дамбы по данным нивелирования и интерферометрической обработки снимков спутника

Наблюдательный пункт	Скорость вертикального смещения, мм/год		Различие в значениях	В направлении
	По данным нивелирования	По данным интерферометрической обработки снимков спутника		
п.п. 0877	0	0	0	-
5908	-1	0	1	-
2259	-14	-15	1	совпадают
8751	-6	-25	19	совпадают
п.п. 4546	0	0	0	-

Выполненный сравнительный анализ показывает хорошую сходимость результатов определения как значений, так и направлений скоростей вертикального смещения рассмотренными методами. Отклонение по четырем из пяти геодезических пунктов не превышает 1 мм/год, что может свидетельствовать о достаточной точности метода определения вертикальных смещений на основании интерферометрической обработки космических радарных снимков для ГТС хвостохранилища.

Существенное отклонение скоростей проседания, полученное для разных методов, наблюдается только для репера 8751. Это может быть вызвано активной техногенной деятельностью, так как данный пункт находится на сопряжении ограждающих дамб и подъездной дороги, что могло вызвать значительные

деформации отражающей площадки. Так же в районе данного репера практически отсутствуют другие стабильные отражающие поверхности, что может быть легко объяснено геометрией рельефа вблизи данного репера, который характеризуется значительными перепадами высот, что не позволяет спутнику произвести измерение для данного пункта.

Выводы

Значения скоростей вертикальных смещений наблюдательных пунктов по данным нивелирования и космических радарных снимков имеют в целом хорошую сходимость. Данные радарных спутниковых снимков могут существенно дополнять результаты наземной геодезии и служить основой для оценки техногенных процессов на всей промышленной площадке, включая соседние горнотехнические объекты и окружающие природные системы.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ, Проект № 15-29-06037 ОФИ-м.

Список использованной литературы:

1. Васильев Ю.В., Филатов А.В. Выявление зон локальных деформаций методом радарной интерферометрии по результатам мониторинга на Сомотлорском геодинамическом полигоне // Маркшейдерский вестник. 2016. № 3 (112). С. 38-46.
2. Калашник А.И. Интегрирование георадарной съемки в мониторинг геологической среды горнотехнических и нефтегазовых систем западного сектора арктического региона // Комплексные научные исследования и сотрудничество в Арктике: взаимодействие вузов с академическими и отраслевыми научными организациями: матер. Всерос. конф. с междунар. участием, 26-27 фев. 2015г. – Архангельск САФУ, 2015. С. 131-135.
3. Калашник А.И., Запорожец Д.В., Максимов Д.А. Мониторинг ГТС хвостохранилищ горноперерабатывающих предприятий Кольского региона // X Международная школа-семинар «Физические основы прогнозирования разрушения горных пород» и VI российско-китайский научно-технический форум «Проблемы нелинейной геомеханики на больших глубинах». Тезисы докладов. 2016. С. 108.
4. Калашник А.И., Максимов Д.А. О подходах к оценке сейсмического риска и районированию Кольского полуострова применительно к поверхностным линейно-протяженным объектам // Вестник Кольского научного центра РАН. 2016. № 2. С. 44-51
5. Мельников Н.Н., Калашник А.И., Калашник Н.А. О необходимости обеспечения геодинамической безопасности нефтегазовых объектов западного сектора российской Арктики // Проблемы Арктики и Антарктики. 2014. № 2 (100). С. 95-103.
6. Мельников Н.Н., Калашник А.И. Создание многоуровневой системы геодинамического мониторинга горнотехнических и нефтегазовых объектов западной части российского сектора Арктики // Арктика: экология и экономика. 2015. № 3 (19). С.66-75.
7. Мельников Н.Н., Калашник А.И., Филатов А.В., Евтюшкин А.В. Применение радарных съемок для мониторинга карьера в условиях Арктики // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. Спецвыпуск. «Глубокие карьеры» С. 220-229, 448-449.
8. Филатов А.В., Брыксин В.М., Евтюшкин А.В., Васильев Ю.В., Белоносов А.Ю. Использование PSInSAR-технологии на кластере для геодинамического мониторинга нефтегазовых месторождений // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2013. № 5 (51). С. 49-51.
9. Ferretti A., Prati C., Rocca F. Permanent scatterers in SAR interferometry // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2001. V. 39. Is. 1. P. 8-20.
10. Hooper A. Persistent Scattered Radar Interferometry for Crustal Deformation Studies and Modeling of Volcanic Deformation // Ph. D. Thesis. Stanford University. 2006.

Петров Д.С. доц.
к.т.н. доцент кафедры Геоэкологии
Санкт-Петербургский горный университет
Кузовлева В.Г.
магистрант 2 курса горного факультета
Санкт-Петербургский горный университет

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ В УСЛОВИЯХ ПОСТТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Аннотация

В статье дана краткая характеристика ООО «ПГ «Фосфорит», как экологически опасного объекта. Представлены результаты экологического мониторинга водотоков, формирующихся на затопленных территориях отработанных карьеров. На основании полученных данных сделаны выводы о характере и степени воздействия предприятия на объекты гидросферы.

Ключевые слова

Мониторинг поверхностных вод, посттехногенное воздействие, добыча фосфорита, гидросфера.

На состояние гидроэкосистем, как известно, оказывают воздействие множество факторов, из числа которых антропогенный (техногенный) фактор зачастую является императивным. Исходя из этого, промышленные объекты различной специфики находятся под пристальным вниманием общества и контролирующих органов с точки зрения оценки негативного воздействия на окружающую среду в целом и отдельные ее компоненты. Степень опасности, характер, масштаб оказываемого воздействия определяется на основании мониторинговых исследований.

В Ленинградской области определенное внимание с точки зрения охраны водных ресурсов привлекает промышленная зона ООО «ПГ «Фосфорит», расположенная на территории Кингисеппского района. Предприятие, входящее в состав МХК «ЕвроХим», является одним из ведущих производителей серной и фосфорной кислот, а также сложных комплексных удобрений и кормовых фосфатов на Северо-Западе нашей страны. До 2006 г. в состав предприятия входил рудник и обогатительная фабрика. На сегодняшний день горно-обогатительная часть производства ликвидирована, а её территория частично рекультивирована и передана Лесфонду. На месте отработанных карьеров по добыче фосфорита естественным образом происходит затопление пониженных форм техногенного рельефа. Этот процесс отчасти обусловлен движением загрязненных грунтовых вод с промплощадки в сторону Южного рудника. Затопленные участки, не являясь изолированными от природного ландшафта, участвуют в формировании нескольких водотоков, наиболее крупными из которых являются река Падужица и ручей Нотика – левые притоки реки Луги, относящейся к водным объектам высшей категории рыбохозяйственного водопользования. До 2006 года эти водотоки являлись приемниками сточных вод карьерного водоотлива.

Основополагающей работой по влиянию ООО «ПГ «Фосфорит» на поверхностные и подземные воды являются исследования Бродской Н.А. [1], в которых отображены основные положения и выводы, сделанные автором на основании многолетних натурных исследований. Последние научно-исследовательские работы, посвящённые вопросам экологии водных объектов рассматриваемого района, проводились в 1990-х годах и в начале 2000-х [2,3], когда производственный комплекс имел отличную от сегодняшней структуру. Что касается существующего химического комплекса, то актуальных общедоступных исследований его влияния на гидросферу за последние несколько лет не обнаружено.

Анализируя данные государственного мониторинга в пределах Ленинградской области [4], в частности, результаты исследований реки Луги, было отмечено, что в створах, расположенных непосредственно в зоне влияния предприятия, её состояние характеризуется как «загрязненная». Согласно данным 2015 года [5] в двух створах установлены превышения нормативов по ряду металлов, а также азоту