

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, доцента Чусова Александра Николаевича на диссертационную работу Боденко Елены Михайловны на тему «Рекультивация полостей на поверхности Земли строительными отходами городской агломерации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Актуальность темы исследования

Обращение с отходами является одной из важнейших проблем современной цивилизации. Ежегодно на планете образуются около 2 млрд. тонн твердых отходов. Прогнозируется, что к 2050 году это количество может вырасти до 3,4 млрд. тонн. В России данный показатель также растет. Суммарный ежегодный объем отходов в нашей стране – 70 млн. тонн. При этом только 5% идет в переработку. Остальные 95% отходов вывозят на полигоны и свалки. Для этой цели выделяются большие земельные участки, что, в свою очередь, наносит огромный ущерб экологии, а в конечном итоге – здоровью и жизнедеятельности людей.

Наибольшие объемы, практически не поддающиеся переработке представляют строительные отходы, образующиеся при возведении и сносе зданий и сооружений. Так, на сегодняшний день они составляют до 60% общего объема отходов мусорных полигонов Санкт-Петербурга и Ленинградской области, и эта цифра продолжает расти.

Наряду с этими факторами в настоящее время на территории Ленинградской области приобрела устойчивую тенденцию к расширению геоэкологическая проблема рекультивации выработанных карьеров.

После окончания горных работ обладатель лицензии на освоение месторождения должен приступить к рекультивации территории, которая, как правило, подразумевает лесопосадку или создание искусственного водоёма.

Однако зачастую разработчик месторождения после его освоения бросает карьер. Самая вероятная и наиболее часто встречающаяся судьба такого карьера – превращение в несанкционированную свалку.

В этой связи, проведенные автором исследования, о возможностях рекультивации гранитных карьеров с использованием отходов сноса зданий и сооружений и учетом их химического состава и механических свойств бесспорно представляются решением актуальной геоэкологической задачи.

Структура и содержание работы

Во *введении* автором обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цели, основные идеи и задачи

диссертационного исследования. Показаны научная новизна и практическая значимость достигнутых в ходе исследования результатов. Указаны основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности и обоснованности научных положений.

В первой главе автором проведен анализ литературных данных по вопросам утилизации отходов сноса в городах и крупных агломерациях, указаны источники возникновения отходов сноса, их химический и морфологический состав, выявлены принадлежность отходов сноса к различным классам опасности, методы обеззараживания утилизации такого вида отходов. Акцентируются недостатки в системе управления отходами в целом и в частности в сфере обращения со строительными отходами и отходами сноса, а также освещены недостатки разработанности решений в сфере превентивных и ликвидационных мер, предотвращающих и устраняющих загрязнение геосистем строительными отходами. Обоснована необходимость ликвидации объектов вреда, нанесенного в результате хозяйственной деятельности человека. Автором выявлена необходимость разработать и оценить качество технологических решений для защиты геосистемы и окружающей среды от несанкционированных свалок отходов сноса. Предложена рекультивация гранитных карьеров на основе установленного соответствия в анализе химического состава и механических свойств между размещаемыми отходами и заполняемыми структурными элементами рекультивируемого карьера.

Во второй главе автор подробно изучил объекты и методы использования отходов сноса строительных объектов в качестве заполнителей гранитных отработанных или заброшенных карьеров. Представлено обоснование прогнозирования и построения схемы заполнения выработанных гранитных карьеров строительными отходами в качестве заполнителя и снижения негативного воздействия деградированных земель на геосистему.

Автором предложены и изучены возможные варианты рекультивации полостей на поверхности земли с учётом геоэкологической и экономической потребности территорий. В зависимости от дальнейшего использования рекультивируемых участков определяется их целевое назначение.

В третьей главе автор смоделировал динамику образования отходов сноса зданий и сооружений и процесс их вывоза на объект рекультивации.

Для исследования вопроса формирования объемов отходов сноса и обеспечения заполнения гранитных карьеров была построена расчётная схема формирования карты объектов формирования отходов сноса, учитывающая оценку вероятности надёжности вывоза отходов сноса с объектов их появления. Так же сформирована аналоговая схема вывоза отходов сноса с

объекта, в которой учитываются такие данные как объём и вес образовавшихся отходов сноса, а также дальность расположения объектов образования отходов сноса к месту их захоронения в гранитных карьерах.

На основании ранее полученных и смоделированных данных был создан укрупненный алгоритм выбора наилучшего варианта транспортной логистической цепи. Определены основные технологические и геоэкологические факторы, влияющие на формирование транспортно-логистической цепи вывоза отходов сноса. Представлены результаты работы имитационной модели транспортной цепи перевозки отходов сноса зданий и сооружений.

Математическая модель прогнозирования формирования транспортно-логистической цепи вывоза отходов сноса от места их образования до места их использования в качестве заполнителя гранитных карьеров дает возможность выбрать транспортные средства, позволяющие вывозить отходы сноса в условиях городской застройки и в соответствии с требованиями формирования железнодорожных составов. Отличительной особенностью разработанной модели является учет важных геоэкологических факторов таких как: существующие методики сноса/разбора зданий, способы заполнения строительных контейнеров отходами сноса, выбор грузовых автотранспортных средств, перевозящих контейнеры с отходами сноса с учётом городской дорожной инфраструктуры, отдалённость объекта заполнения от места образования отходов сноса и рациональность организации утилизации отходов сноса.

Согласно проведенным исследованиям и полученным в результате работы имитационной модели данным следует, что с большинства объектов, которые были определены, в соответствии с удаленностью от места захоронения на территории Северо-Запада, можно вывозить отходы сноса и автомобильным и железнодорожным видами транспорта.

При отсутствии возможности вывоза отходов только одним видом транспорта возникает необходимость формирования мультимодальной схемы вывоза отходов сноса с объектов их формирования до гранитных карьеров с целью захоронения.

Так же было выявлено влияние объемов образующихся отходов сноса на формирование транспортно-логистических цепей вывоза отходов сноса с объектов на прогнозируемую вероятность заполнения объекта рекультивации территории. Значительно меньше влияние оказывает величина расстояния от места образования отходов до места их захоронения.

В главе четыре представлены результаты имитационного моделирования разработанного метода по вывозу и захоронению отходов сноса в гранитных карьерах с целью проведения рекультивации объектов.

Таким образом, по результатам использования укрупненного алгоритма и комплекса программных модулей было определено, что для карьера «Возрождение» Ленинградской области, п. Кузнечное наиболее подходящим вариантом рекультивации является полное заполнение отходами сноса, после чего территория площадью 51 га может быть использована в лесотехнических целях.

В работе был проведен расчёт предотвращенного экологического ущерба при рекультивации гранитного карьера «Возрождение» НП «ГПСК «Возрождение» который составляет около 26 млн. руб./год.

Проведенное имитационное моделирование доказало, что одновременный учет сноса/разбора зданий, способов заполнения строительных контейнеров и отдаленность объекта рекультивации позволяет снизить индекс загрязнения атмосферы с 11 до 4.

Разработанные математические модели с заданным уровнем надежности позволяют оперативно выбрать гранитный карьер, требующий рекультивации с учетом вариантов рекультивационных решений, сроков сноса зданий и сооружений и объемов формирования отходов.

Установлено снижение негативного воздействия на окружающую среду от сноса зданий за счет применения разработанной математической модели по оптимальному выбору метода разбора и способа складирования отходов в зависимости от серии здания и инфраструктуры прилегающей территории. Предложенный способ рекультивации гранитных карьеров позволяет использовать отходы сноса зданий и сооружений в качестве заполнителей отработанных гранитных карьеров для временного хранения, частичного или полного заполнения с последующей рекультивацией отработанных карьеров.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов, включая научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, гарантируется корректным использованием эмпирических методов сбора информации и данных, статистики, методов математического моделирования, системного анализа и машинной имитации. Данные методы квалифицированно оценены в работе и их использование обоснованно, что позволяет утверждать, что полученные результаты достоверны. Степень достоверности представленных результатов диссертационного исследования также подтверждается: детальной проработкой отечественных и зарубежных научно-технических публикаций, связанных с тематикой диссертации, применением теории

эффективности; необходимым объемом и объективностью информационных и статистических данных; обеспечивается удовлетворительной сходимостью результатов, рассчитанных с использованием математического моделирования, с имеющимися опытными данными.

Результаты диссертационного исследования получили необходимую апробацию, о чем свидетельствуют выступления автора на соответствующих конференциях.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Автором впервые предложен критерий принятия решения о целесообразности рекультивации гранитных карьеров, заключающийся в установлении соответствия в результате анализа химического состава и механических свойств между размещаемыми отходами и заполняемыми структурными элементами рекультивируемого карьера.

Автором разработана и предложена математическая модель с заданным уровнем надежности для выбора гранитного карьера, требующего рекультивации с учетом вариантов рекультивационных решений, сроков сноса зданий и сооружений и объемов формирования отходов с объекта реновации.

Исследована динамика образования отходов сноса зданий и сооружений, определены расчетные объемы работ по их вывозу и созданы имитационные модели для принятия научно-обоснованных вариантов рекультивации гранитных карьеров.

Полученные научные результаты, по сравнению с имеющимися, базируются на исследовании целесообразности рекультивации гранитных карьеров, заключающиеся в использовании комплексной математической модели с заданным уровнем надежности для выбора гранитного карьера, сроков сноса зданий и сооружений, объемов формирования строительных отходов на объекте реновации.

Несомненно, работа содержит научную новизну и имеет существенное значение для дальнейшего развития методов поддержки принятия решений с позиций геоэкологических подходов к управлению отходами.

В целом, выводы, содержащие обобщенные результаты диссертационного исследования, по своему содержанию соответствуют решению поставленных автором задач.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность основных положений, результатов и выводов диссертационной работы не вызывает сомнений и обеспечивается большим количеством расчетов на математических моделях и воспроизводимостью их результатов, а также данными, полученными в ходе исследований с

использованием современных средств измерений и оборудования, методик количественного и качественного физико-химического анализа с применением высокочувствительных экспериментальных методов.

Кроме того, обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации подтверждается публикациями в ведущих рецензируемых журналах. По материалам диссертации опубликовано 23 работы, из которых 5 статьи – в российских научных журналах из Перечня рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 3 публикации – в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 6 публикаций – в сборниках материалов конференций и 1 патент.

Теоретическая и практическая значимость работы

Автором разработаны практические рекомендации по рекультивации отработанных гранитных карьеров с учетом утилизации, хранения или захоронения отходов сноса зданий и сооружений, о чем получены соответствующие акты.

Результаты работы позволяют использовать отходы сноса зданий и сооружений в качестве заполнителей отработанных гранитных карьеров для временного хранения, частичного или полного заполнения с последующей рекультивацией отработанных карьеров. Предложенный способ рекультивации гранитных карьеров использован при разработке рекомендаций по планированию рекультивационных мероприятий на территории карьера «Возрождение» НП ГСПК «Возрождение», п. Кузнечное в Приозерском районе Ленинградской области. По результатам апробации получен соответствующий акт.

Разработанные мероприятия по рекультивации гранитных карьеров позволяют минимизировать экологический ущерб (до 26 млн. руб./год на 1 карьер) от размещения продуктов отходов сноса зданий и сооружений на полигонах.

Применение разработанных автором математических моделей с заданным уровнем надежности на базе ООО «Бриз» Инженерно-техническая фирма «Бриз» (г. Санкт-Петербург) позволили значительно снизить уровень пыления при транспортировке отходов и размер платы экологического сбора, о чем свидетельствует акт о внедрении схемы мультимодальных перевозок строительных отходов с площадок и объектов реконструкции.

Разработанная комплексная математическая модель геоэкологической оценки потребности в мероприятиях по рекультивации нарушенных территорий с заданным уровнем надежности позволяет оперативно определять набор мероприятий по рекультивации.

Результаты исследований автора внедрены в учебный процесс и реализуются в образовательном процессе по направлениям подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» и 12.04.01 «Приборостроение» института Аэрокосмических приборов и систем ФГАОУ ВО «Санкт – Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», о чем свидетельствуют акты о внедрении, представленные в диссертации.

Замечания

По работе имеются следующие замечания:

1. Существует целая классификация строительных отходов, поэтому для понимания, о чем диссертационная работа, в названии работы желательно было указать какие именно строительные отходы рассматривает автор.
2. Автор в своей работе рассматривает ограниченный круг твердых минеральных строительных отходов. Почему в представленной диссертационной работе было не рассмотреть весь спектр минеральных строительных отходов, пригодных для наполнения отработанных карьеров.
3. На мой взгляд, представлялось бы логичным в рамках защиты по специальности «Геоэкология» в качестве основного критерия выбрать минимизацию негативных эмиссионных воздействий на окружающую среду по всей логистической цепочке обращения с выбранным типом отходов: образование, обезвреживание, транспортировка, дробление, укладка и т.д. Автор рассматривает лишь современные технологии их утилизации или полезного использования.
4. Математическая модель оптимизации обращения с выбранными строительными отходами базируется, скорее на технолого-экономических аспектах решения проблемы без оценочных характеристик экологического и природоохранного свойства.
5. Возможно ли использование иного (например, водного) транспорта в разработанной схеме мультимодальных перевозок отходов от сноса зданий и сооружений?
6. В списке использованной литературы отсутствуют ссылки на международный опыт за последние 10 лет решения заявленных в диссертационной работе проблем.

Данные замечания не носят принципиального характера и не снижают научно-практическую значимость представленной диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Боденко Елены Михайловны является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Рекультивация полостей на поверхности Земли строительными отходами городской агломерации» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Боденко Елена Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геозкология.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук, доцент,
доцент Высшей школы
гидротехнического и энергетического
строительства,
Федеральное государственное
автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра
Великого»



Чусов Александр Николаевич

«29» августа 2023 г.

Адрес: 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29
E-mail: chusov17@mail.ru
Тел.: +7-921-940-0925

