

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра физической географии и ландшафтной экологии

**Экологические последствия образования террикона фосфогипса в
Балаковском районе Саратовской области**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направления 05.03.06 Экология и природопользование

географического факультета

Стексова Максима Михайловича

Научный руководитель

доцент, к.г.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

М.Ю Проказов

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.г.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

В.З. Макаров

инициалы, фамилия

Саратов 2024

Введение. Террикон в Балаковском районе представляют собой уникальный природный и антропогенный комплекс, который формируется в процессе производства фосфорных удобрений и фосфорной кислоты. Этот террикон оказывает существенное влияние на окружающую среду и экосистемы данной территории. Эти искусственные отвалы пустой породы, образующиеся в результате производства фосфорных удобрений, террикон может вызвать ряд негативных последствий для природы.

Цель бакалаврской работы: провести анализ террикона фосфогипса, который находится в Балаковском районе Саратовской области и выявить проблемы, связанные с ним

Основные задачи:

1. Сделать физико-географическую характеристику территории
2. Сделать характеристику предприятия АО “Апатит”
3. Провести анализ террикона фосфогипса
4. Сделать характеристику террикона фосфогипса
5. Дать рекомендации по улучшению стабильности террикона

Объектом исследования является террикон фосфогипса, предметом исследования экологическое – воздействие террикона на природу.

Методы исследования: метод теоретического анализа и картографический метод.

Структура и объем работы: Выпускная квалификационная работа состоит из содержания работы, введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников. Работу иллюстрируют 4 таблиц и 11 рисунков.

Основное содержание работы

1 Физико-географическая характеристика территории нахождения террикона фосфогипса. В этом разделе рассматриваются природные условия территории, на которой расположен террикон. Предприятие АО “Апатит” и принадлежащий ему террикон находится в Балаковском районе Саратовской области. Рельеф территории равнинный, в основном аккумулятивный, явных перепадов высот не наблюдается. Территория сложена аллювиальными

песками и суглинками четвертичного периода. Распространены почвы: черноземы южные остаточного луговатые, а по долине реки Большой Иргиз – аллювиальные дерновые насыщенные. В непосредственной близости от террикона (400м) протекает река Большой Иргиз, недалеко от впадения в Волгоградское водохранилище.

Климат на территории характеризуется как умеренно континентальный, с некоторой засушливостью. Основные черты климата включают в себя частые ясные дни, особенно в летний период, умеренно холодную зиму с небольшим количеством снега, короткую засушливую весну и жаркое, сухое лето. Близость водохранилища немного смягчает континентальный характер климата.

В настоящее время осталось немного естественной степной растительности из-за обработки плодородных степных почв под посевы зерновых, кормовых и промышленных культур. Животные представлены только грызунами, птицами и рыбами.

2 Характеристика предприятия АО «Апатит». Балаковский филиал АО «Апатит» специализируется на производстве фосфорсодержащих удобрений, кормовых фосфатов, сульфата аммония, разнообразных кислот. Предприятие расположено в Саратовской области, на юге России, вблизи от основных регионов-потребителей минеральных удобрений.

Влияние на окружающую среду. Химическое предприятие характеризуется большим ассортиментом выпускаемой продукции, среди которой есть крупнотоннажная, исчисляемая миллионами тонн (серная, азотная, фосфорная и соляная кислоты, минеральные удобрения и др.). В производстве органических веществ основными загрязнителями являются углеводороды и оксиды углерода, выбросы которых исчисляются многими тысячами тонн. Основным источником выбросов в Балаковском районе являются оксиды углерода, образующиеся при производстве продукции и выработке энергии. На диоксид серы приходится 4723 тонны выбросов, которые влияют на все компоненты природы, особенно на почвы и водные объекты.

Диоксид серы образуется при окислении сернистого ангидрида и приводит к выпадению аэрозоля серной кислоты с осадками, что вызывает подкисление почвы. Оксид азота в сочетании с солнечным светом, летучими органическими соединениями и водой может образовывать приземный озон, который может изменить местный микроклимат.

3 Проблемы образования террикона фосфогипса. В городе Балаково Саратовской области находится предприятие, которое является одним из крупнейших производителей аммофоса — сложного азотно-фосфорного удобрения. Но при производстве полезного продукта образуется побочный — фосфогипс. Его вывозят в отвал, представляющий собой многоярусное сооружение. Оно занимает площадь 127 гектаров и имеет высоту 60 метров в центре, стремясь к проектным отметкам.

Деформации породных отвалов. В литературе, изданной в последние два десятилетия, вопросам деформации породных отвалов уделялось незначительное внимание, что можно объяснить спадом производства и уменьшением финансирования в угольной промышленности, а также значительным вниманием и ужесточением требований к отсыпке новых крупных породных отвалов. Однако проблема деформации породных отвалов не ушла на второй план, поскольку деформации свойственны не только вновь отсыпанным отвалам, но и давно переведенным в разряд недействующих. Наиболее интенсивное изучение устойчивости откосов породных отвалов, а также деформаций породных отвалов приходится на 1957- 1985 годы.

Деформации породных отвалов реализуются как нестационарные случайные процессы, поскольку нарушение устойчивости обуславливается многими разнородными техническими и природными факторами. Наиболее часто употребляется термин «сдвиг».

По определению Е.П. Емельяновой сдвиг — это перемещение горной массы на более низкий гипсометрический уровень, без отрыва от основания, то есть, когда сохраняется контакт с неподвижным основанием.

На предприятие АО «Апатит» отвалы занимают площадь более 100 га, высота их местами достигает 60 м при углах откосов 28-32 градусов. Отвал эксплуатируется более 40 лет. Его формирование ведется по схеме веерного размещения отходов от периферии к центру, поярусно, с расширением площади отвалообразования. К настоящему времени на площади 159,6 га сформировано многоярусное сооружение с максимальной высотой в центре более 55 м. Высота внешних откосов по периферии отвала достигает 40—45 м. Вокруг отвала возведена противофильтрационная дамба, по оси которой в толще делювиальных суглинков методом «стена в грунте» сооружена противофильтрационная завеса (ПФЗ). Для отвода поверхностных вод, стекающих с откосов отвала, по периметру сооружения устроены водоотводящие лотки, которые сообщаются с прудами — испарителями [8]. В основании отвалов залегают «слабые» глинистые породы делювиального, лиманно-морского и аллювиального генезиса. В сооружение на различных этапах его существования в произвольном порядке складировались два вида гипсовых отходов: дигидрат сульфата кальция и полугидрат сульфата кальция. В инженерно-геологическом отношении техногенный массив отвала представляет собой четырехслойную систему из фосфогипса различного состояния и свойств (рисунок 1).

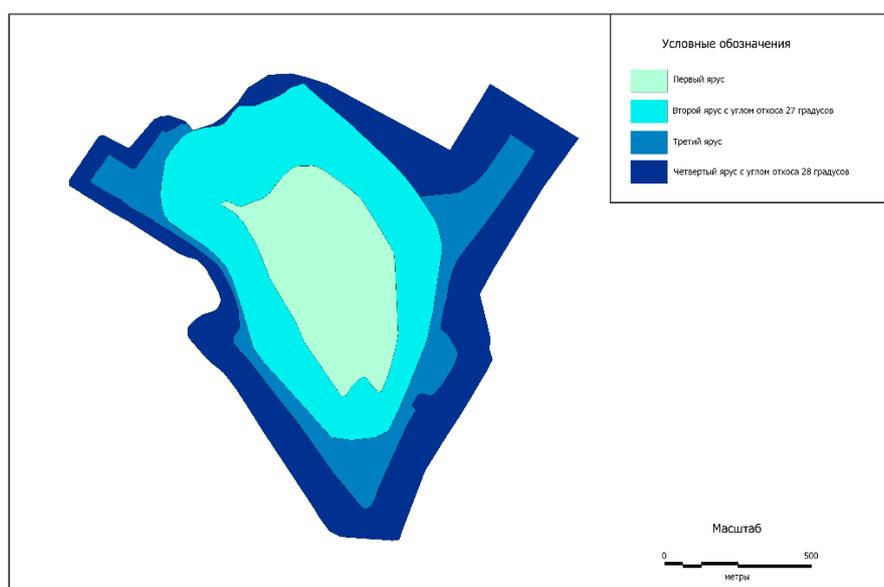


Рисунок 1 - Схема ярусов отвала фосфогипса (составлено автором)

Исходя из характера распределения величин общих деформаций и направленности результирующих векторов смещений, можно предположить, что происходит начальная стадия развития оползней подпошвенного типа с захватом пород естественного основания. Локализация вала выпирания непосредственно у нижней бровки откоса указывает на то, что глубина захвата пород основания не превышает 1-2 метра. Таким образом, можно предположить, что формирование поверхности скольжения происходит по линии тока разгрузки водоносного горизонта. Это связано с гидрогеологической природой деформаций отвалов на слабом фильтрующем основании.

Гидрогеомеханическая характеристика отвала. Начальная влажность полугидрата составляет 25÷30%, а дигидрата — 35÷40%. После отсыпки фосфогипс частично теряет свою влажность за счет перехода воды из свободной в кристаллизационную (при преобразовании полугидрата гипса в дигидрат), а частично — инфильтруется в тело отвала. С каждой тонной сухого дигидрата в отвал поступает 0,398 м³ свободной (гравитационной) воды, с тонной сухого полугидрата — 0,241 м³. Посчитано, что при активном ведении отвалообразования ежедневно в отвал поступает более 1000 м³ технической воды, которая остается в отвальном массиве и идет на пополнение техногенного водоносного горизонта. Обычно отвалы дисперсных пород характеризуются высокой проницаемостью, поэтому даже при повышенном инфильтрационном питании в них не формируются мощные водоносные горизонты, оказывающие существенное влияние на устойчивость откосов. По данным натурных замеров по пьезометрическим скважинам тело отвала обводнено почти на 70% по мощности (в центре), уровень техногенного водоносного горизонта постоянно повышается по мере увеличения высоты 27 отвала, а после прекращения отсыпки — практически не снижается [8].

Пути решения проблемы стабилизации отвала фосфогипса. Самым рациональным методом решения этой проблемы, я считаю использование технического метода. Так как использование геотекстиля или других

инженерных конструкций, обычно считаются более надежными и эффективными для решения проблем стабилизации отвалов фосфогипса по следующим причинам: технические методы обеспечивают более надежное укрепление и защиту отвалов. Геотекстильные материалы обладают высокой прочностью и устойчивостью к внешним воздействиям, что делает их подходящими для предотвращения эрозии и обвала. Строительство инженерных конструкций относительно быстро позволяет обеспечить улучшение стабильности отвалов, что особенно важно в случаях, когда необходимо срочно предотвратить обвал или дальнейшую эрозию. Позволяет лучше контролировать и предсказывать результаты, что особенно важно при решении проблем стабилизации отвалов, где непредвиденные последствия могут иметь серьезные последствия для окружающей среды и человека. Хотя фиторемедиация и другие биологические методы также имеют свои преимущества, технические методы обычно считаются более надежными и эффективными для решения проблем стабилизации отвалов фосфогипса.

4 Влияние отвала на окружающую среду. Отвал химкомбината АО «Апатит» является одним из многочисленных объектов складирования фосфогипса — побочного продукта производства фосфорной кислоты и фосфорсодержащих минеральных удобрений. Исследуемый отвал фосфогипса, образующийся в результате переработки Кольского апатитового концентрата, введен в эксплуатацию в 1975 году. Его ежегодный выход составляет ~ 1,8 млн. т. Причем при существующей на сегодняшний день технологии производства удобрений на каждую тонну выпускаемой полезной продукции приходится 3,81 т фосфогипса. В настоящее время объем отвала фосфогипса по данным выполненных расчетов составляет $30129167 \text{ м}^3 \pm 3\%$. Масса составляет 54 млн тонн — это 90 % от общей массы промышленных отходов города Балаково и 70 % — в области. Данный отход относится к IV классу опасности, т.е. малоопасный для окружающей среды.

На предприятии АО «Апатит» для складирования отходов производства используются три участка: 1 – основной, участки 2 и 3 – новые расширения

существующего отвала. Исследуемый существующий отвал, обозначенный как основной, имеет площадь 90 га. Высота отвала приблизилась к абсолютной отметке 87 м. Мощность отсыпанного фосфогипса достигает в некоторых местах 60 м (рисунок 10). Расширение 1 примыкает к юго-восточной части основного отвала и имеет площадь 16,6 га. Расширение 2 примыкает к западной части основного отвала и имеет площадь 3,5 га [15]. Также на территории предприятия существуют шламонакопители и пруды-испарители. Шламонакопители служат для захоронения отходов и для дальнейшего обезвреживания отходов, для предотвращения попадания токсичных веществ в грунт. Пруды испарители принимают поверхностный сток с отвалов и препятствуют его дальнейшему распространению в почвы и водоемы

Радиоактивность фосфогипс. Главной опасностью использования материала хранилищ фосфогипса исследователи называют повышенную радиоактивность. Фосфатная порода содержит кальций, фосфор и природные радионуклиды уранового (^{238}U) и ториевого (^{232}Th) рядов. В фосфатных породах из различных регионов мира 33 содержание ^{238}U и ^{226}Ra варьирует в широких пределах: от 37 до 4900 Бк/кг для ^{238}U и от 100 до 10000 Бк/кг для ^{226}Ra . Постоянное внесение фосфорных удобрений в почву будет приводить к растущему накоплению фосфора и радионуклидов в почве. Это представляет собой большую опасность, так как они могут пройти через слои почвы и раствориться в грунтовой воде [15].

Основными загрязнителями почв являются природные долгоживущие радионуклиды — радиоактивный калий, радий и торий. Радиоактивный калий и торий характеризуются наибольшей парной корреляционной зависимостью, что указывает на одинаковый, постоянно действующий источник их привноса. Кроме того, для них характерна слабая геохимическая подвижность в сопряженных ландшафтах, так как они фиксируются в верхних почвенных горизонтах. Удельная плотность радиоактивного загрязнения почвенного покрова в зоне вокруг отвалов фосфогипса достигает 3—4 Ки/км². Эта радиоактивность состоит на 45% из тория, на 25-30% из радиокалия и на 10-

15% из радия (равновесным с ураном), то есть из радиоактивных изотопов, содержащихся в фосфогипсе.

Влияние на почвенный покров. Для почв промышленной зоны характерно повышение содержания элементов по сравнению с почвами, удаленными на 20 км. Такое содержание токсичных элементов считается опасным для окружающей среды. В подобных техногенных аномалиях очень высока роль подвижных форм нахождения токсичных металлов в почвах, которая часто достигает более 50 — 70 % от их валового содержания, особенно в условиях совместного присутствия в почвах растворенных ионов серы, фтора, фосфора и органических кислот. Например, присутствие фосфатов тяжелых металлов в геохимических ландшафтах (в первую очередь в почвах) очень губительно для всего живого (растительности, почвенной фауны и микроорганизмов), а сульфаты и фульвокислоты тяжелых металлов могут мигрировать на значительные расстояния по вертикали и латерали, загрязняя почвенные, подземные и поверхностные воды. Очевидно, что совместное нахождение в почвах техногенных ландшафтов тяжелых металлов, фосфора, фтора, серы и органического вещества обуславливает синергетический эффект долговременного загрязнения окружающей среды и ее отдельных компонентов [16].

Влияние на водоемы. В зоне влияния отвала фосфогипса находится река Большой Иргиз, она протекает в непосредственной близости от террикона, на расстоянии 400м. Среди возможных последствий, вызванных длительным нахождением отвала под открытым небом, одно из первых мест занимает эвтрофикация близлежащих водоемов. Эвтрофикацией называется процесс ухудшения качества воды из-за избыточного поступления в водоем биогенных элементов, в первую очередь, соединений азота и фосфора. Эвтрофикация может привести к увеличению роста растительности, образованию "зеленых" вод: Ускоренный рост водорослей может привести к образованию толстого слоя зеленой массы на поверхности водоема, что называется "водорослевым цветением". Это делает воду непригодной для питья и рекреации, а также

может вызывать запахи и проблемы с очисткой воды для использования в промышленных и сельскохозяйственных целях. Также ухудшается качество воды, высвобождается большое количество дополнительного углекислого газа и других веществ, что может ухудшить качество воды и снизить ее прозрачность.

Методы уменьшения негативного влияния отвала фосфогипса на окружающую среду. Одним из наиболее перспективных направлений утилизации фосфогипса является стройиндустрия, где он может использоваться вместо природного гипса. Также фосфогипс целесообразно использовать при производстве гипсовых вяжущих и изделий на их основе, в цементной промышленности [15]. Главная опасность фосфогипса – это наличие радионуклидов и тяжелых металлов, чтобы его использовать сначала надо его переработать и очистить от вредных примесей. Идея использования фосфогипса при строительстве дорожных покрытий 1-5 класса позволит частично решить проблему его накопления. В дорожном строительстве фосфогипс используется как местный побочный продукт для создания слоев земляного полотна и основания автотранспортных дорог. Главным ограничением для создания автомобильных дорог является необходимость использования свежего фосфогипса, а отход, находящийся в отвалах, является непригодным, в связи с чем, строительство становится возможным лишь вблизи предприятий.

Заключение. В ходе проделанной работы была сделана физико-географическая характеристика территории, рассмотрена природная составляющая, также была сделана характеристика предприятия АО “Апатит” и было рассмотрено влияние на окружающую среду. Был проведен анализ террикона фосфогипса, рассмотрено его строение, были предложены пути стабилизации отвала.

Отвал фосфогипса влияет на все компоненты окружающей среды, оказывая воздействие на почвы, водные объекты. отвалы фосфогипса оказывают значительное воздействие на окружающую среду из-за их состава,

который содержит радионуклиды, тяжелые металлы и другие вредные примеси. Эти вещества могут проникать в почву, воду и воздух, приводя к загрязнению и экологическим проблемам.

Одним из основных опасений является возможность загрязнения водных ресурсов. Перегонные воды с отвалов могут содержать высокие концентрации токсичных веществ, что создает угрозу для водных экосистем и здоровье людей, зависящих от этих источников. Также отвалы фосфогипса могут приводить к изменению химического состава почвы и ее структуры, что негативно сказывается на растительности и сельскохозяйственных культурах. Кроме того, отвалы фосфогипса могут быть источником выбросов в атмосферу, что может привести к загрязнению воздуха и вредным последствиям для здоровья человека и экосистем.

Для смягчения воздействия отвалов фосфогипса на окружающую среду необходимо разработать строгие нормы и стандарты по их обработке и утилизации, а также внедрить технологии очистки, чтобы минимизировать их негативное воздействие и обеспечить устойчивое взаимодействие с окружающей средой.