

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

(НИУ «БелГУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Кафедра природопользования и земельного кадастра

**МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОТВАЛА
ОКИСЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ
ОАО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»**

Выпускная квалификационная работа

студента очного отделения 4 курса группы 81001303

направления подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Попова Родиона Вячеславовича

Научный руководитель:
доктор географических наук,
доцент Голеусов П.В.

БЕЛГОРОД 2017

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	6
1.1. Воздействия горного производства на окружающую среду	7
1.2. Воздействие горного производства на биосферу	10
1.3. Воздействие пылевых выбросов на окружающую среду	11
ГЛАВА 2. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРЬЕРНО- ОТВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА.....	14
2.1. Физико-географическая характеристика района исследований	14
2.2. Подверженность почвенного покрова аэротехногенному загрязнению в зоне влияния ГОКов	19
ГЛАВА 3. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОТВАЛА СКАЛЬНОЙ ВСКРЫШИ ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА ..	24
3.1. Характеристика модельного объекта исследования – Балки Сенной ...	24
3.2. Результаты выполнения мониторинговых обследований, проведённых в 2006 и 2011 годах	26
3.3. Характеристика метода рентенофлуоресцентного анализа и определяемых компонентов в почвах	28
3.4. Особенности пространственного распределения микроэлементов в почвах модельного объекта по результатам обследования в 2017 г.	32
3.5. Сравнение различных позиций ландшафта по степени накопления техногенных микроэлементов	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	45
ПРИЛОЖЕНИЕ	45

Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Горнорудная промышленность – один из наиболее сильных факторов антропогенного трансформирования окружающей природной среды. В Белгородской области ведется интенсивная добыча железной руды. Особенно сильное воздействие происходит в районе городов Старый Оскол и Губкин. В пределах этих территорий происходит постоянное сокращение сельскохозяйственных земель. Помимо этого, вокруг ГОКов создаются производственные комплексы, что также негативно влияет на окружающую среду.

Технологические процессы при добыче и переработке железорудного сырья сопровождаются выбросом в атмосферу пыли, тяжелых металлов, продуктов взрывных работ и т.д. Загрязнение атмосферы, природных вод и верхней части почвенного покрова экологически вредными веществами нарушает естественный процесс геоэкологической саморегуляции природной среды и может привести к быстрой и необратимой ее деградации, а также к негативному воздействию на здоровье населения региона. Специфика добычи и обогащения рудных месторождений заключается в извлечении и переработке огромных масс горных пород, обычно обогащенных широким комплексом химических элементов. Современная технология позволяет использовать лишь небольшую часть извлекаемой массы пород. Все остальное накапливается в виде отходов, рассеиваемых природными миграционными процессами и потенциально являющихся источниками загрязнения природной среды химическими элементами.

Чтобы уменьшить уровень деградацию на окружающую среду в районе Старооскольского-Губкинского промышленного комплекса, действующего в зоне КМА, необходимо комплексно изучить все факторы, влияющие на данное явление. Без объективной оценки невозможно и принятие научно обоснованных решений, связанных с охраной окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов. Проблемы загрязнения

окружающей среды, вызванная многочисленными отрицательными реакциями в различных сферах человеческой жизни и производства. К таким реакциям относится следующее: 1) ухудшение состояния здоровья населения; 2) непригодность по химическому составу большого числа водоемов для питьевого, технического водоснабжения и рекреационных целей; 3) невозможность в некоторых случаях проведения тонких технологических операций из-за загрязнения атмосферного воздуха [1].

АО «Лебединский ГОК» – крупнейшее в стране горнорудное предприятие, входящее в холдинг Металлоинвест, разрабатывает открытым способом Лебединское железорудное месторождение с 1967 года. Наиболее близким из этих техногенных массивов к городу Губкин и к селу Сергиевка Губкинского района является отвал скальной вскрыши, в настоящее время – смешанный отвал вскрышных пород, площадь которого приближается к 700 га, высота над уровнем местности – 50 м. Отвал является удобным объектом для оценки пылевого загрязнения прилегающих ландшафтов. Его развитие продолжается в юго-западном направлении.

Цель: изучить микроэлементный состав почв в зоне влияния отвала окисленных железистых кварцитов АО «Лебединский ГОК».

Задачи:

1. Изучить эколого-геохимические особенности воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду.
2. Дать геоэкологическую характеристику карьерно-отвального комплекса Лебединского ГОКа.
3. Проанализировать пространственное распределение химических элементов в верхнем слое почв модельного объекта – балки Сенной и прилегающих к отвалу скальной вскрыши агроландшафтов.

Объекты исследования – почвенный покров территории, прилегающей к отвалу скальной вскрыши (Отвал №1) АО «Лебединский ГОК».

Автором продолжены мониторинговые исследования в Балке Сенной, выбранной в 2005 году в качестве модельного объекта для оценки изменения эколого-геохимической ситуации в зоне пылевого воздействия Отвала №1.

Предмет исследования: пылевое воздействие отвальных комплексов на прилегающие ландшафты.

Методы исследования: теоретический метод – обзор и анализ литературных данных из различных источников; картографические методы – анализ и визуальное дешифрирование космических снимков при помощи программ MapInfo Professional (v. 11.0.3), SASPlanet (v. 110418), Surfer 8; полевой метод – выезд на объект и сбор почвенных образцов. Для определения содержания в исследуемых образцах валового содержания микроэлементов использован метод рентгенофлуоресцентного анализа на приборе СПЕКТРОСКАН МАКС-GV.

Материалами для исследования служили учебные пособия, статьи из журналов, интернет – ресурсы, картографические ресурсы, а также данные предыдущих обследований объекта в 2005 и 2011 годах.

ГЛАВА 1. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Цель горного производства заключается в обеспечение сырьем и энергией человека и его хозяйственной деятельности. При этом процессе происходит огромное влияние на окружающую среду. Стремительный рост потребления природных ресурсов сопровождается увеличением масштабов антропогенного воздействия. Наносимый ущерб природе ведёт к серьезным последствиям, которые влияют не только на окружающую среду, но и на человеческое общество в целом [38].

Последствия воздействий хозяйственной деятельности общества связаны с особенностями развития производства и характером уклада жизни человека. В результате чего формируются направления поиска принципов взаимодействия общественного производства и природной среды, обуславливая и необходимость целенаправленного управления использованием ресурсов [38].

Горнопромышленный комплекс нашей страны – важнейший базовый элемент народного хозяйства – играет определяющую роль в народном хозяйстве и является поставщиком большей части минерального сырья и топлива. При суммарной добыче минеральных ресурсов более чем 6,5 млрд. т общие потери в недрах составляют 2,5 млрд. т, в том числе устранимые при нынешнем уровне техники на сумму 5–7 млрд. руб. Вместе с тем производственная деятельность горнопромышленного комплекса оказывает значительное воздействие на окружающую среду: в атмосферу выбрасывается около 50 млн. т вредных веществ, в водоемы сбрасывается более 2 млрд. м³ загрязнённых сточных вод и складировается на поверхности земли более 8 млрд. т твёрдых отходов [40].

В нашей стране широко проводятся исследования по предотвращению отрицательного воздействия горного производства на окружающую среду. В

них принимают участие научно-исследовательские институты Российской Академии наук, различных министерств и ведомств, учебные заведения и другие организации [39].

Это позволило разработать и передать для практического применения в горнодобывающей промышленности крупные мероприятия по охране и рациональному использованию различных видов природных ресурсов при эксплуатации месторождений полезных ископаемых [40].

1.1. Воздействия горного производства на окружающую среду

Чтобы дать достаточно полную характеристику воздействия горнорудного производства на окружающую среду, необходимо рассмотреть влияние на каждый природный компонент. Так подземные воды подвергаются сильному осушению на месторождениях. В результате этого происходит уменьшение уровня подземных, грунтовых и поверхностных вод; нарушается гидрологический режим. Поверхностные воды объектов испытывают не только осушение, но и сброс стоков, водозабор для технических нужд предприятий. Атмосфера в районе воздействия подвергается организованным и неорганизованным выбросам пыли и газов. Почвы испытывают сильнейшее напряжение в зоне влияния и это заключается в следующем: проведение горных выработок, сооружение отвалов, гидроотвалов, хвосто- и водохранилищ; строительство промышленных и гражданских зданий и сооружений; прокладка дорог и других видов коммуникаций. После этого могут произойти отрицательные реакции. Такие как: деформация земной поверхности; нарушение почвенного покрова; сокращение площадей для сельского хозяйства; деградация почв; изменение ландшафта местности; изменение состояния грунтовых и поверхностных вод; осаждение пыли; ускорение эрозионных процессов.

Горнопромышленный комплекс так же очень сильно влияет на растительный и животный мир. И в основном это проявляется в следующем: промышленное и гражданское строительство; вырубка лесов; нарушение почвенного покрова; изменение состояния грунтовых и поверхностных вод; запыление и загазовывание атмосферы; появление шумов производственного и бытового происхождения. В следствие этого происходит: ухудшение условий обитания лесной, степной и водной флоры и фауны; миграция и сокращение численности диких животных; угнетение и сокращение видов дикорастущих растений; снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Недра, в свою очередь, подвергаются проведению горных выработок; извлечению полезных ископаемых, вмещающих и вскрышных пород; осушению месторождения; обводнению участков месторождения; возгоранию полезных ископаемых и пустых пород; захоронению вредных веществ и отходов производства. В результате происходит изменения напряжённо-деформированного состояния массива горных пород; снижается качество полезных ископаемых и промышленной ценности месторождений; загрязнение недр; развитие карстовых процессов; потери полезных ископаемых [32].

Академик Н.В. Мельников отмечал что генеральным направлением развития горнодобывающих отраслей является обеспечение опережающего роста прогрессивного открытого способа добычи, на долю которого в производстве угля, руд и нерудного сырья приходится 75%. Подземным способом целесообразно добывать коксующиеся и ценные энергетические угли, залегающие на больших глубинах, железные и марганцевые руды, а также жильные руды цветных металлов, калийные соли и часть фосфатного сырья [33].

Академик В.В. Ржевский выделяет открытые разработки залежи полезного ископаемого относительно земной поверхности:

1. Поверхностного вида, т.е. залежи, непосредственно выходящие на поверхность или расположенные под насосами небольшой (до 20- 30 м)

мощности. Залегание - горизонтальное или пологое. К этому виду относится большинство разработок россыпей, природных строительных горных работ, значительная часть угольных и небольшая часть рудных разработок.

2. Глубинного вида, т.е. залежи, расположенные значительно ниже господствующего уровня поверхности; мощность толщи пустынных пород может составлять от 30 до 250 м. Залегание чаще наклонное или крутое. К этому виду относится большая часть рудных, нерудных и частично угольных разработок. Карьеры постепенно углубляются; их конечная глубина может достигать 400-700 м. Такими карьерами разрабатываются все типы горных пород.

3. Нагорного вида, то есть залежи, расположенные выше господствующего уровня поверхности на возвышенности или склоне горы. К этому виду относятся в основном разработки различных руд и сырья для стройиндустрии. Полезные ископаемые и вскрышные породы в основном скальные.

4. Нагорно-глубинного вида, т.е. залежи, одна часть которого расположена выше, а другая – ниже господствующего уровня земной поверхности. Залегание может быть согласным или несогласным с рельефом косогора. Залежь может занимать всю или часть возвышенности. К этому виду относятся разработки руд, угля и сырья для стройиндустрии. Полезные ископаемые чаще всего скального или полускального типа.

5. Подводного вида, т.е. залежи, кровля и почва которых расположены ниже открытого уровня воды. Покрывающие породы имеют обычно небольшую мощность. К данному виду относятся, в частности, разработки в поймах рек и озер. Породы чаще всего мягкие или полускальные [33].

1.2. Воздействие горного производства на биосферу

На биосферу всегда влияют все способы разработки месторождений, без исключения. Это затрагивает все элементы живой среды, то есть: водную часть, атмосферу, почву, недра, флору и фауну [35].

Это воздействие может быть, как прямым, так и косвенным, которое является следствием первого. Площадь распространения косвенного влияния гораздо больше, чем площадь прямого воздействия. В процессе горного производства образуются территории, нарушенные горными выработками, отвалами и отходами переработки. Данные области представляют собой бесплодные поверхности, которые в свою очередь отрицательно влияют на прилегающие территории [36].

Воздействие горного производства на биосферу проявляется в различных отраслях народного хозяйства и имеет большое социальное и экономическое значение. Так, косвенное воздействие на земли, связанное с изменением состояния и режима грунтовых вод, осаждением пыли и химических соединений из выбросов в атмосферу, а также продуктов ветровой и водной эрозии. Приводит к ухудшению качества земель в зоне влияния горного производства. Это проявляется в угнетении и уничтожении естественной растительности, миграции и сокращении численности диких животных, снижении продуктивности сельского и лесного хозяйства, животноводства и рыбного хозяйства [30].

В настоящее время не представляется возможным дать сравнительную количественную оценку влияния на окружающую среду горного производства и других видов деятельности человека, поскольку отсутствуют научно-методические основы для такого сравнения. Применение же различных частных критериев не позволяет получить однозначный ответ на этот вопрос [30].

1.3. Воздействие пылевых выбросов на окружающую среду

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых характеризуется интенсивным загрязнением атмосферы. Производство горных работ в воздушную среду поступает большое количество минеральной пыли и газов, при следующих процессах: машинное разрушение пород; бурение скважин; взрывная отбойка; вторичное дробление; резка горных пород; погрузка, транспортировка и выгрузка горных пород на приёмных пунктах или отвалах; разрушение дорожного полотна при движении по нему транспортных машин; эрозия поверхности отвалов, откосов уступов, карьеров [30].

Основными источниками выделения неорганической пыли при открытой разработке железорудных месторождений являются следующие технологические процессы: бурение скважин; взрывные работы; выемочно-погрузочные работы; транспортирование горной массы; складирование пустой породы в отвал; пыление техногенных массивов (отвалы, хвостохранилище, открытые породные склады и т. д.) [31].

Неорганическая пыль оказывает существенное влияние не только на химический состав атмосферы и метеорных вод, но и на растительные сообщества, существующие в промышленных городах и особенно в непосредственной близости от источников загрязнения [31].

При повышенной запыленности воздуха засоряются те участки растений, которые отвечают за газообмен и фотосинтез. В результате чего наблюдается ухудшение этих функций, а также замедление или полное прекращение роста растений. Также выпадение пыли на растительные сообщества приводит к трансформации растительного покрова. Лишайниковая флора полностью исчезает при первом же попадании загрязнителей. Изменение растительного покрова под действием пыли проходит несколько стадий: 1) выпадение отдельных растительных ярусов; 2) смена естественного растительного покрова производственной

растительностью; 3) исчезновение сплошного растительного покрова 4) полное исчезновение растительного покрова [30].

Интенсивность пылевыделения зависит от характера технологического процесса, влажности горных пород, способа транспортировки и состояния автодорог, преобладание воздушных масс [31].

При перфораторном бурении пыль загрязняет окружающую атмосферу в момент продувки шпуров сжатым воздухом. При бурении станками вращательного действия источниками пылеобразования являются разрушение горной массы и процесс замены буровой штанги. При экскавации, транспортировке и разгрузке запыленность воздуха в большей степени зависит от времени года: снижается при выпадении интенсивных осадков осенью и при таянии снега весной, резко возрастает в летнее время. Много пыли может выделяться на карьерных дорогах при интенсивном движении мощных автосамосвалов. Интенсивность пылеобразования на дорогах зависит от их состояния, вида покрытий, увлажнения. Дополнительным источником пылеобразования на дорогах являются ветры, сдувающие осевшую пыль. Этот фактор приобретает большое значение не только в летний период, но и зимой при отсутствии снежного покрова [32].

Особенностью пылевого фактора на карьерах является крайнее непостоянство уровней. Концентрация пыли на рабочих местах после прекращения того или иного процесса, вызывающего интенсивное пылеобразование, через 2–10 мин, как правило, снижается до величин постоянной запыленности всего карьера [31].

Пыль в карьерах имеет, как правило, высокодисперсный состав. Как показывают специальные исследования, основное количество пылинок (свыше 90 %) имеет размер менее 5 мкм. Содержание крупнодисперсной пыли размером более 10 мкм незначительно 0,5–2,5% [31].

По составу пыль на карьерах может быть преимущественно породной, рудной или угольной, а также соответствующей добываемому горно-химическому сырью. Работающие в карьерах подвергаются воздействию

смешанной пыли, чрезвычайно разнообразной по минералогическому составу [31].

В состав пыли при добыче полиметаллических руд могут входить такие элементы, как оксиды железа, алюминия, кальция, магния, соединения меди, цинка и др. [31].

Из всех выше указанных фактах о пыли при открытой разработки, необходимо сказать следующее: 1) пылевые выбросы крайне негативно могут сказаться на здоровье людей, занимающие рабочие места, непосредственно в отвале; 2) так же пыль, способствует ухудшению функциональности растений, которые произрастают в зоне влияния отвала; 3) в соответствие с причиной 2, культурные виды растений, способные к накоплению некоторых химических элементы, могут оказать влияние и на жителей населенных пунктов, через сельско-хозяйственную продукцию; 4) дикие животные в окрестности отвала, так же подвержены большому влиянию от пылевых выбросов, что приводит к их миграции.

ГЛАВА 2. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРЬЕРНО-ОТВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА

2.1. Физико-географическая характеристика района исследований

Местоположение

Лебединское месторождение расположено в центральной части северо-восточной полосы Курской Магнитной Аномалии (КМА), в южной части Среднерусской возвышенности.

Карьерно-отвалы Лебединского ГОКа расположены в 12 км к востоку от города Губкина, и 30 км к западу от города Старый Оскол.



Рис. 2.1. Космический снимок Старооскольско-Губкинского промышленного района (источник – сервис Яндекс.Карты)

Рельеф

Рельеф изучаемой территории представляет собой холмистую равнину – правобережную возвышенность бассейна р. Оскол, с интенсивным эрозионным расчленением овражно-балочно-долинной сетью правых притоков Оскола – рек Осколец, Чуфичка, Дубенка. На западе и востоке относительно месторождения расположены два оврага: Ездоцкий и Лебедок. Они используются для хранения вскрышных пород Лебединского ГОКа.

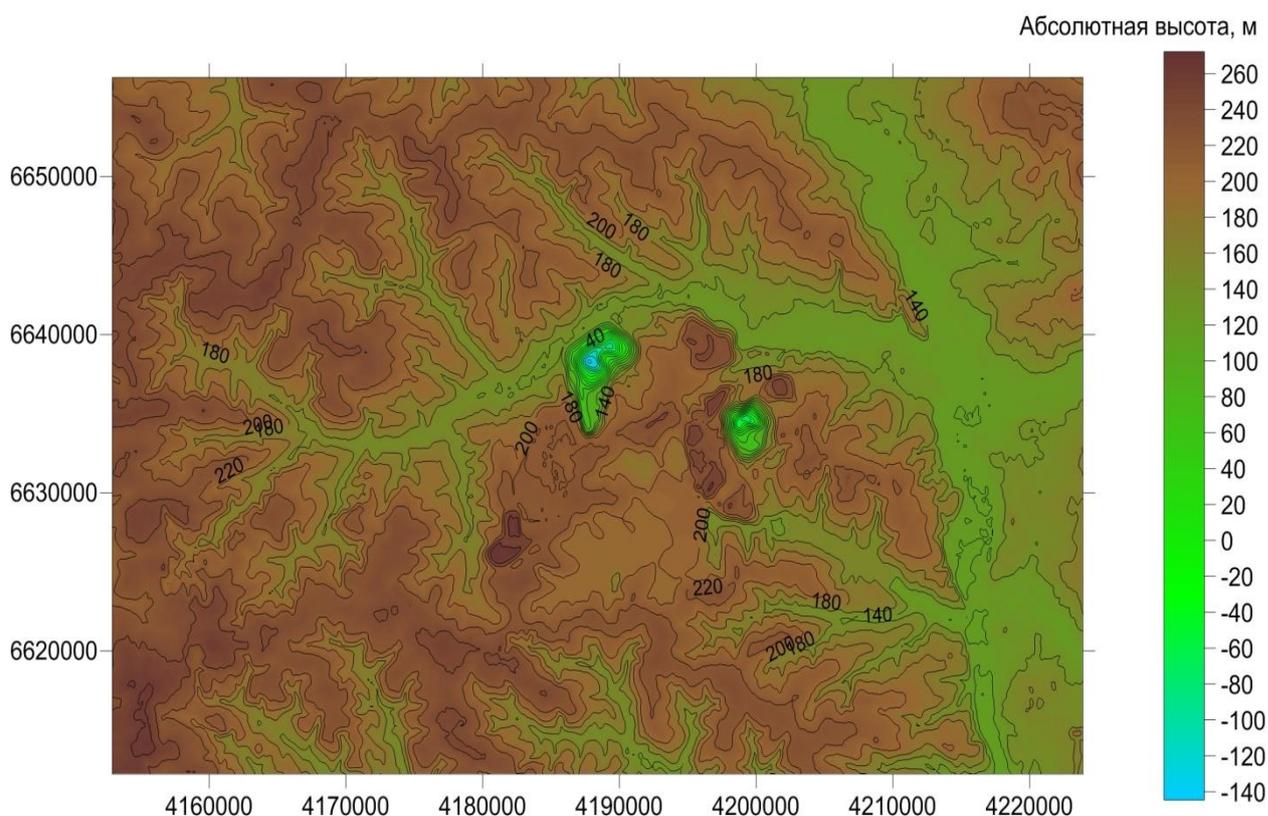


Рис. 2.2. Карта-схема рельефа, построенная в программе Surfer по данным SRTM

Максимальная высота местности достигнута на отвале скальной вскрыши Лебединского ГОКа (272 м), наименьшая отметка (-145 м) – на дне Лебединского карьера. Медианная высота (без учёта карьера) 195 м над уровнем моря.

В результате открытого способа добычи полезных ископаемых формируется техногенный рельеф, который проявляется в возникновении новых положительных и отрицательных форм рельефа, что приводит к сильно пересеченности местности. Положительные формы рельефа достигают в высоту до 100 м, а отрицательные формы более 300 метров в глубину [10].

Почвы

Почвы территории – преимущественно чернозёмы типичные, на склонах с близким залеганием и выходом на поверхность меловых пород – чернозёмы остаточно-карбонатные. Общая схема почвенного покрова Старооскольско-Губкинского промышленного района представлена на рис. 2.3.

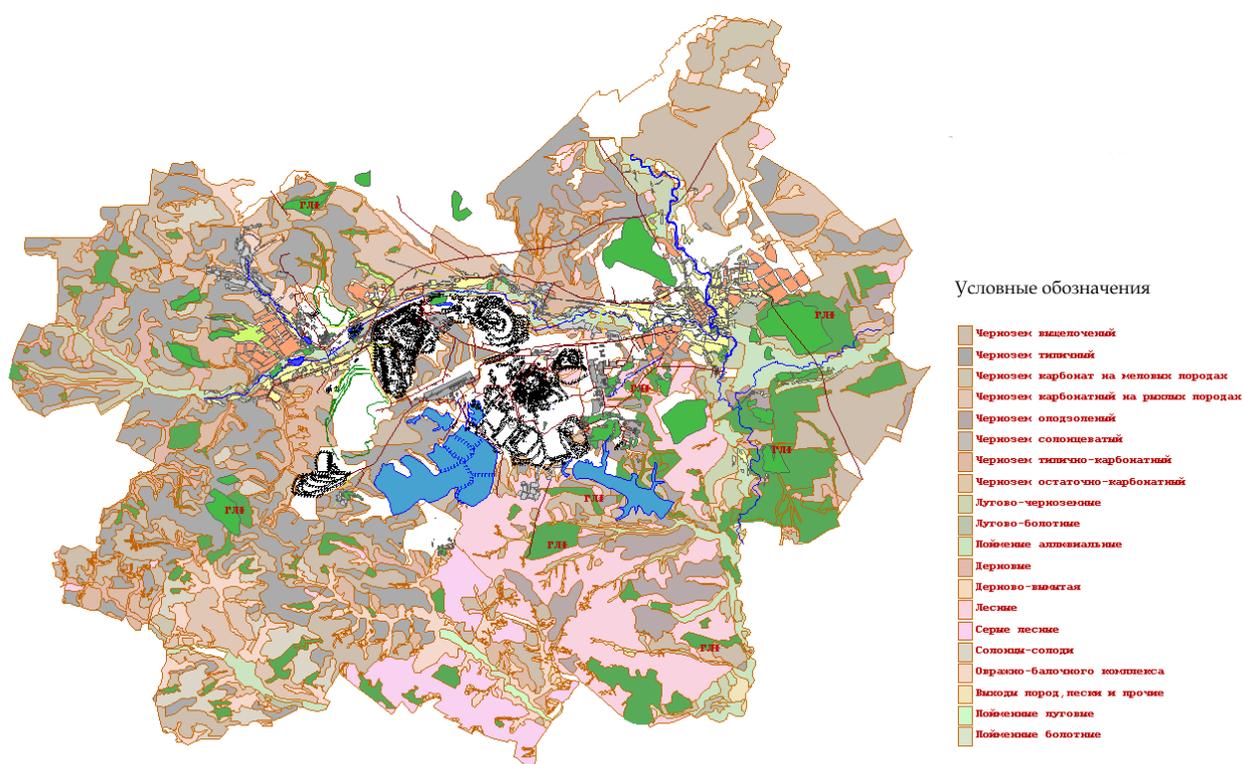


Рис. 2.3. Схема почвенного покрова Старооскольско-Губкинского промышленного района (фондовые материалы кафедры природопользования и земельного кадастра)

Для почв отвала скальной вскрыши характерны новообразованные почвы на элювии окисленных кварцитов, с мощностью гумусового горизонта до 6 см [5].

Гидрографическая сеть и подземные воды

Карьерно-отвальные комплексы Лебединского ГОКа находятся на территории бассейнов реки Оскол и его правого притока – Оскольца.

Для данной территории характерно широкое распространение двух водоносных горизонтов: мергельно-меловой и рудно-кристаллический. Воды мергельно-мелового горизонта циркулируют по трещинам в меловой толще и обладают большой водообильностью. Горизонт мощностью 35 метров. Безнапорный, приурочен к пескам.

Рудно-кристаллический водоносный горизонт приурочен к трещиноватым кристаллическим породам докембрия и богатым железным рудам. Водоупорным полом рудно-кристаллического водоносного горизонта служат монолитные докембрийские породы. Гидростатический напор составляет 5-7 атмосфер [17].

Растительный покров

Деревья нижней части отвала скальной вскрыши Лебединского ГОКа представлены следующими видами: осина, берёза, сосна обыкновенная, облепиха. Виды трав нижнего яруса: вейник наземный, мятлик, клевер. Средняя высота травостоя 18 см, общее проективное покрытие травами составляет 20 %. Из трав преобладающая ассоциация вейниковая, среди деревьев преобладает березово-осиная ассоциация.

Для средней части характерно произрастание следующих видов деревьев как: осина, тополь, береза, рябина. Травы: донник белый, полынь горькая, морковь дикая, мятлик, вейник надземный. Средняя высота травостоя 25 см, общее проективное покрытие 3-5%.

На вершине отвала произрастают такие виды деревьев как: сосна обыкновенная, осина, тополь серебристый, рябина обыкновенная. Из трав:

костер безосный, вейник наземный, донник белый, ястребинка волосистая. Средняя высота травостоя 30 см, общее проективное покрытие 5% [30].

Животный мир

Из позвоночных здесь обитают – лисы, заяц русак, полевки, ласки, куница каменная. Из птиц – синица обыкновенная и лазоревки. Из беспозвоночных – двукрылые, равнокрылые, перепончатокрылые, чешуйчатокрылые, паукообразные [42].

Близость ООПТ

Заповедный участок «Лысые горы» Государственного природного заповедника «Белогорье» организован в 1993 году. Цель создания – сохранение и изучение типичных и уникальных экосистем мелового юга Средне Русской возвышенности. Участок Лысые Горы располагается в южной части Средне Русской возвышенности и представляет собой уникальный ландшафт. «Лысые Горы» принадлежат к Донскому бассейну и находятся в одном из правых истоков реки Осколец – ручей Безымянный, который протекает по днищу балочной системы, когда-то был большой речкой и заполнял весь бассейн балки. После 50-х годов гидрологический режим в пойме ручья дважды менялся, в результате горнодобывающей деятельности Лебединского ГОКа. Первоначально образовывались родники, и вся пойма ручья Безымянного заболачивалась. Со временем родники прекратили существование, и в настоящее время ручей хорошо выражен только весной, а летом от него остаются только отдельные старицы в расширениях русла [42].

Участок «Ямская степь» организован в 1935 году. Находится на водоразделе рек Оскола и Северского Донца, в 12 км к юго-западу от города Губкина. Почвы участка представляют особую ценность, так как по запасам питательных веществ ямские черноземы не имеют себе равных в Европе. На территории «Ямской степи» произрастают более 640 видов сосудистых растений (рябчик русский, ковыль перистый, ятрышник обожженный). Так же здесь произрастают астрагал, крупный голубой лен, мордовик – являются

представителями меловой флоры. Из позвоночных животных здесь обитают около двухсот видов. Богат мир насекомых, более 800 видов [42].

В настоящее время участок «Ямская степь» находится под угрозой, территория подвергается сильному подтоплению из-за близости гидроотвала Лебединского горно-обогатительного комбината [42].

2.2. Подверженность почвенного покрова аэротехногенному загрязнению в зоне влияния ГОКов

Территория Старо-Оскольско-Губкинского района, находясь на Среднерусской возвышенности, обладает высокой расчлененностью рельефа с сильной эрозией. По причине, представленного фактора, среди почв территории велика доля эродированных почв. Так в Старо-Оскольском районе эродировано 51,9 % земель. При горных разработках больше всего уничтожаются типичные черноземы. Загрязнения на поверхность почвы поступают следующими путями: выбросы в атмосферу продуктов термической обработки сырья или сжигания топлива производствами коммунально-бытовых служб городов, горнодобывающей промышленности; пыль, образующаяся при взрывах на рудниках и выдуваемая ветром из стенок карьеров, отвалов и хвостохранилищ [3].

Но главным источником техногенного загрязнения почв в районе является пылевые выбросы промышленных предприятий, особенно связанные с буровзрывными работами [3].

На рисунке 2.1. можно проследить связь почвенного покрова с высотой местности. На возвышенных участках преобладают черноземы выщелоченные; серые лесостепные почвы располагаются ниже по склону; в долинах подпойменных террас сформировались лугово-черноземные и дерново-лесные почвы мелкого механического состава; на самых низких

уровнях – в поймах рек – образовались одновременно пойменно-луговые и пойменно-лесные почвы [21].

В таблице 2.1, а также на рисунке 2.3. представлены различные зоны техногенного воздействия, уровень и радиус влияния на прилегающие территории.

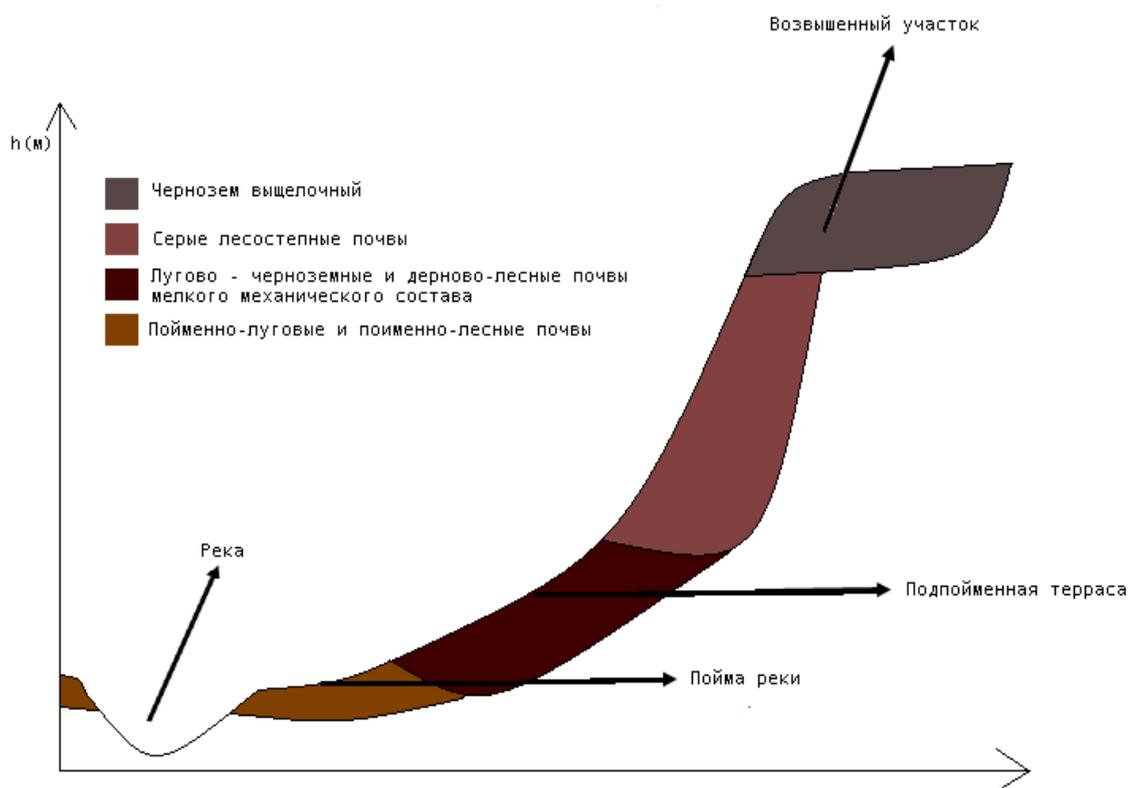
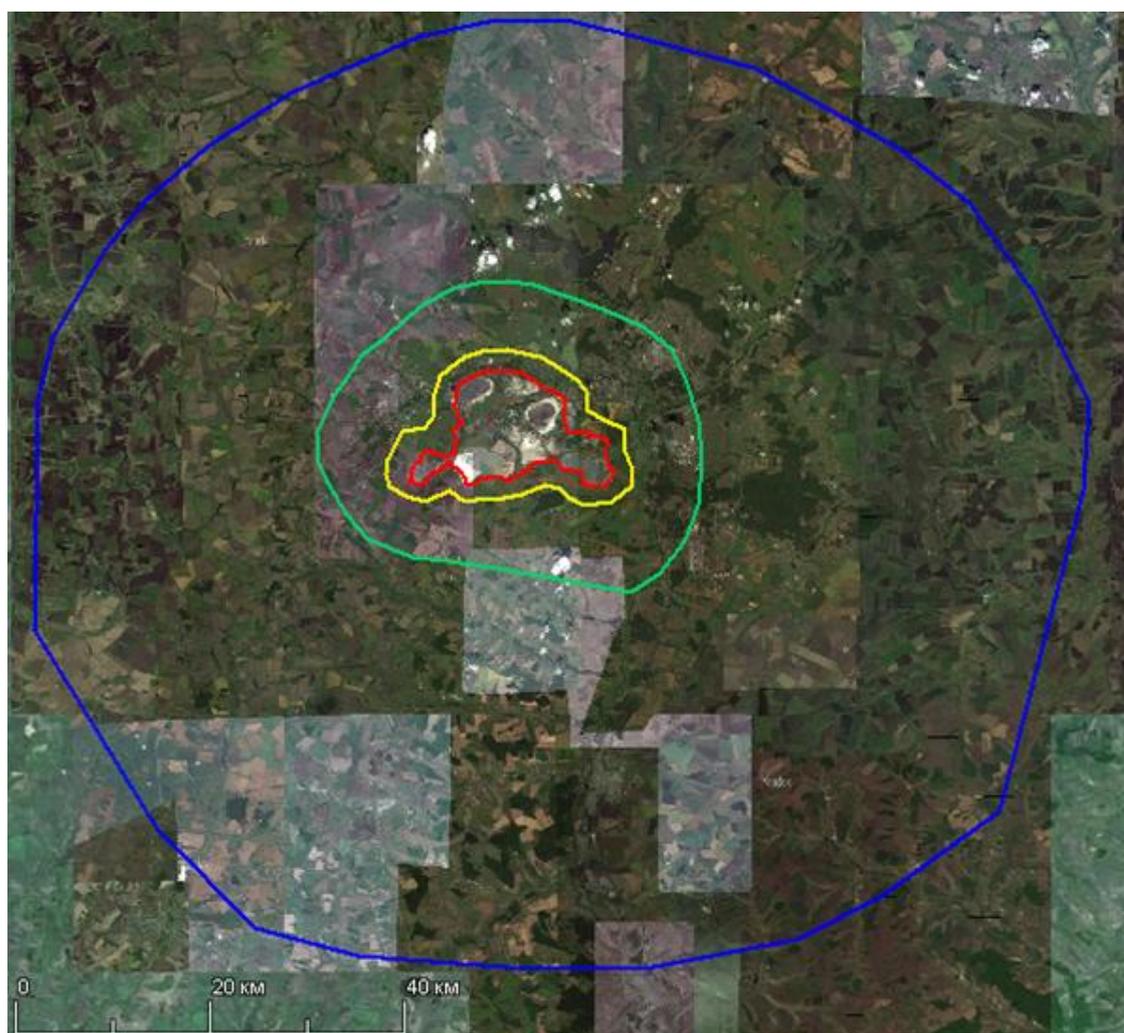


Рис. 2.3. Связь почвенного покрова с высотой местности
(составлено автором)

Таблица 2.1

**Результаты эколого-геохимического исследования НИИКМА по
пылевым выбросам [составлено по 4]**

Зона техногенного воздействия	Уровень влияния.	Радиус влияния. (км)	Техногенная нагрузка в год (кг/га)	Техногенная нагрузка в зимний период (кг/га.)
Центральное	Максимальный	до 3	750-1050	150-450
Периферическая	Умеренный	от 3-7 до 12-15	165-750	30-150
Удаленная	слабый	25-40	меньше 165	



Условные обозначения:

- - Граница Старо-Оскольского-Губкинского промышленного комплекса
- - Граница "центральной" зоны техногенного воздействия (радиус влияния до 3 км)
- - Граница "периферической" зоны техногенного воздействия (радиус влияния от 3 до 15 км)
- - Граница "удаленной" зоны техногенного воздействия (радиус влияния от 15 до 40 км)

Рис 2.4. Карта зоны воздействия Старооскольского-Губкинского промышленного комплекса на прилегающие территории

Максимальные накопления в пылевых выбросах характерны для элементов-примесей. Некоторые из таких элементов имеют тенденцию к избирательному накоплению в отходах обогащения. Хвостохранилища на данный момент занимают около 25 км² территории, являясь постоянным

источником загрязнения окрестных почв. Пылевые выбросы и сброс сточных вод, обогащенные токсичными веществами, в совокупности, привели к значительному загрязнению почв территории, что негативно повлияло на их плодородие и физико-химические свойства. Около 80% почв в зонах влияния СГОКа и ОЭМК характеризуется хлоридным и хлоридно-карбонатным типами техногенного засоления. Пахотный горизонт почв обогащается такими катионами, как Ca, Mg, Fe [6].

По данным таблицы 2.2. видно, что наиболее интенсивному преобразованию подверглись почвы на территории, входящей в Старооскольский горнопромышленный комплекс.

Таблица 2.2

Эколого-геохимический уровень загрязнения на разных территориях по И.И. Косиновой, (1999 г) (составлено по [4])

Уровень загрязнения зоны	Распространение загрязнения	Показал степень загрязненности почв (Zc)	Патогенные аномалии элементов в почве.
Окрестности территории Стойленского карьера.			
Зона чрезвычайного экологического бедствия (Максимальный уровень)	В пределах Стойленского карьера и его отвалов	от 64 до 100 и более единиц	Zn, Pb, Be (I класс опасности), Cu, Mo, Cr, Sb, Ni (II класс опасности).
Центральная зона загрязнения	Радиусом в 1,5 км от карьера	более 32, но менее 64 единиц	Pb (I класс опасности), Cr, Mo, Cu, Ni (II класс опасности).
Окрестности территории ОЭМК			
Максимальный уровень загрязнения	в радиусе 2-5 км	Больше 35 единиц	Pb, Zn, As (I класс опасности); Cr (II класс опасности).
Территория города Старый Оскол			
Неблагоприятный уровень до кризисного.	Большая часть городской территории	Достигает 30 единиц.	Pb, Zn (I класс опасности); Cr, Mo, Cu, Bi, Ni (II класс опасности).

Максимальная эколого-геохимическая трансформация почв установлена в пределах горных отводов СГОКа, и в непосредственной

близости от ОЭМК, где суммарный показатель загрязнения почв (Z_c) примерно равен 100 баллам. Количество элементов-токсикантов превышает 10, среди которых наиболее распространены Cd, Pb, Zn, Cu, Cr; намного реже встречаются Ni, Mo, Mn, Sr; иногда: Be, Sb, As, Hg, Bi. Более локальный характер носит загрязнение почв элементами: Fe, Ca, Mg, Al [5].

В радиусе 2 км, показателю суммарной загрязненности показывает больше 32 баллов, где отмечается сильная степень загрязнения почв. В радиусе первой зоны преобразования почвы имеют среднюю степень загрязнения. Данные геохимические аномалии образовались в результате миграции химических элементов в воздушной среде. При этом скорость уменьшения концентрации химических элементов в пыли в 1,5-2,0 раза ниже скорости уменьшения выпадения самой пыли [2].

Таблица 2.3

Экологические проблемы СГОКа (составлено по [4])

Зоны	Распространение проблемы	Характеристика по экологическим параметрам.
Карьер и прибортовая зона	0,55 км	нуждается в срочном внедрении специальных природоохранных мероприятий
Карьерная промплощадка СГОКа и зона ее влияния	до 1 км	неблагоприятная
Фабричная промплощадка СГОКа	до 3 км	неблагоприятная

В соответствие со всеми исследованиями прошлых лет по воздействию Старооскольско-Губкинского промышленного комплекса на прилегающие территории можно сделать следующие выводы: 1) зоной экологического бедствия является территория самого комплекса; 2) интенсивному воздействию подвергаются близлежащие территории, на которых располагаются сельскохозяйственные угодья, этим площадям необходимо уделять особое внимание; 3) территории, которые достаточно удалены от промышленного комплекса (до 40 км) так же подвергаются воздействию. Влияние происходит не только прямое, но косвенное.

ГЛАВА 3. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОТВАЛА СКАЛЬНОЙ ВСКРЫШИ ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА

3.1. Характеристика модельного объекта исследования – Балки Сенной

Балка Сенная (овраг Ездоцкий) располагается на южной окраине города Губкин и является правым элементом гидрографической сети реки Осколец. Балка представляет собой систему водотоков 1-3 порядков с востока верховья балки открыты к отвалу окисленных железных кварцитов ЛГОКа. Данная балка удобна для исследования геохимической миграции химических элементов так как имеет непосредственные границы с техногенными ландшафтами. Почвы представлены черноземами типичными разной степени смывтости в меньшей степени черноземами выщелоченными и карбонатными почвами, приуроченными к выходам мелов. Днище балки сформировано делювиальными почвами.

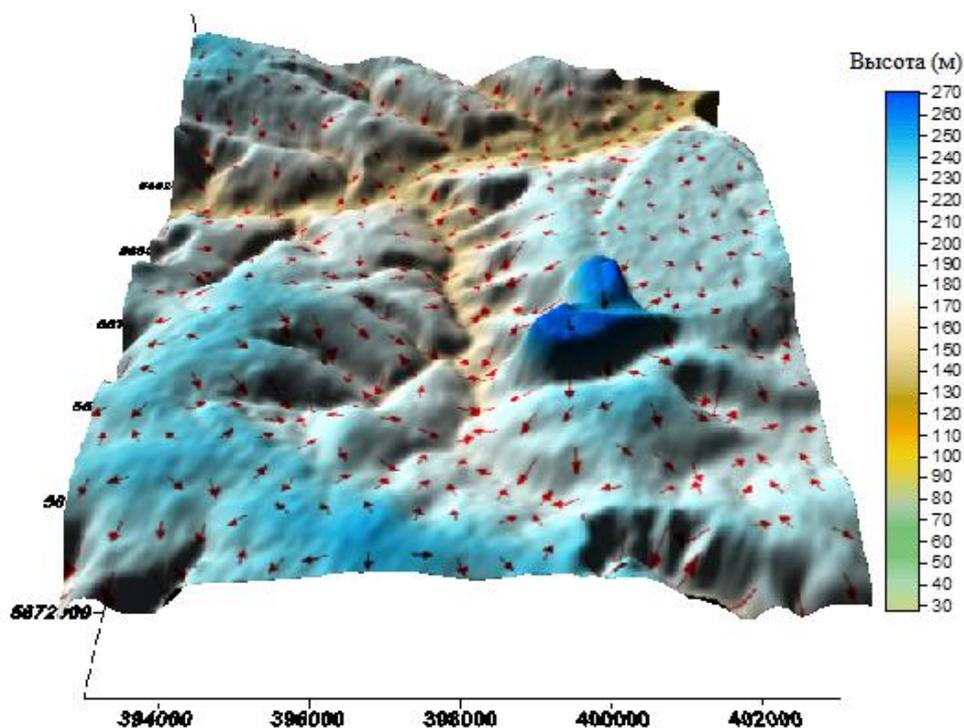


Рис. 3.1. Цифровая модель рельефа Балки Сенной (красными стрелками показаны направления линий тока)

В результате проведенного анализа можно увидеть, что накопление элементов в почве происходит неравномерно и это в большей степени зависит от рельефа местности и преобладающего направления воздушных масс, которые способствуют переносу веществ в процессе выветривания.

Таким образом исследуемую балку можно разделить на три части по степени накапливаемости элементов. В верхней части балки Zn является самым накапливаемым элементом. В центральной части наблюдается примерно одинаковое накопление всех элементов, но Cu накапливается более интенсивно. Очень быстрая накапливаемость Cu и Pb наблюдается в нижней части балки.

В результате проведенного анализа почв и изучения особенностей рельефа данной местности можно сделать вывод о том, что точки отбора находящиеся на вершине балки являются источниками элементов, которые затем и накапливаются в балке. Самые высокие показатели накопления находятся в центральной и северной части балки, это объясняется тем, что элементы при уменьшении скорости переноса, под собственной тяжестью накапливаются в балке. Распределение элементов по балке зависит от скорости их переноса, от их массы и других свойств.

3.2. Результаты выполнения мониторинговых обследований, проведённых в 2006 и 2011 годах

В марте 2006 года был организован полевой выезд для отбора проб снега на площади с северо-востока на юго-запад от Лебединского карьера. Целью данного отбора является определение интенсивности выпадения из атмосферы пыли техногенного происхождения и загрязнения снежного покрова тяжелыми металлами. Образцы снега отбирались снегомером по 28 точкам. Так же, как и данной работе потенциальными источниками

загрязнения является карьер и отвал окисленных кварцитов, которые находятся в 4 км к югу от города Губкин. К моменту отбора проб устойчивый снежный покров залегал 60 дней. Средняя высота снежного покрова составила 20 см, с колебаниями от 5 до 40 см.

Определение содержания пыли проводили весовым методом. Определение содержания тяжелых металлов в талой воде и ее водородный показатель (рН) – потенциометрическим методом с использованием ионоселективных электродов на приборе Экотест-2000.

Было определено суточное выпадение пыли по точкам исследуемой территории. В зоне влияния отвала оно превышает фоновый уровень в 2-3 раза.

Анализ влияния орографического фактора (положения в рельефе) на концентрацию тяжелых металлов показал, что имеется тенденция их накопления (в меньшей степени – железа) в понижениях рельефа, преимущественно – на наветренных склонах, которые можно характеризовать как механические геохимические барьеры на пути воздушной миграции поллютантов.

Было установлено, что на расстоянии 0-5 км от карьера содержание тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu) стремительно убывает. При этом были выделены первые три точки с максимальным содержанием тяжелых металлов в снежном покрове, которое превышает фоновое в 60-100 раз. Также, наблюдается и второй максимум накопления рассматриваемых элементов на расстоянии 6-8 км от карьера, что может быть связано с осаждением пыли, выброшенной на большую высоту. Для железа характерен максимум накопления на расстоянии 8-9 км от карьера, в зоне влияния отвала железистых кварцитов.

Поступление Pb, Cd, Cu в снежный покров происходит от карьера. Для железа характерно поступление не только от карьера, но и от отвала. Результаты обследования проб снежного покрова за 2005 год представлены в «приложении 5».

В 2011 году так же был проведен полевой выезд, но только теперь для отбора почвенных образцов в балке Сенной по сети мониторинга. Результаты анализа представлены в «приложение б».

3.3. Характеристика метода рентенофлуоресцентного анализа и определяемых компонентов в почвах

Спектрометр "Спектроскан-МАКС" относится к классу рентгеновских флуоресцентных спектрометров и предназначен для измерения интенсивностей рентгеноспектральных линий химических элементов. По измеренным интенсивностям линий химических элементов можно судить о содержании этих элементов в анализируемом образце. Эта задача автоматически решается с помощью специально разработанного программного обеспечения [27].

Рентгеновский спектрометр «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV» предназначен для определения содержания любых химических элементов в диапазоне от кальция ^{11}Na до урана ^{92}U в различных веществах, находящихся в твердом, жидком или порошкообразном состоянии, а также нанесенных на поверхность, либо осажденных на фильтр. Спектрометр реализует рентгенофлуоресцентный волнодисперсионный (WDX) метод анализа, относящийся к неразрушающим методам. Диапазон определяемых концентраций от 0,0001 % до 100 % без концентрирования и от 10^{-6} – 10^{-7} % до долей процента – с концентрированием. Прибор управляется полностью от компьютера, под управлением операционной системой Windows. Базовое программное обеспечение, сопровождающее спектрометр, позволяет выполнять измерения, необходимые для качественного и количественного анализа образца, а также обработку результатов и их сохранение в файлах на жёстком диске [28].

Вакуумирование оптического пути позволяет проводить качественное и количественное определение «легких» элементов (от 11Na). Анализируемые образцы расположены вне вакуума, что позволяет без специальной подготовки анализировать вещества, находящиеся в жидком и порошкообразном состоянии [27].

Четыре, автоматически сменяемые, кристалла-анализатора позволяют регистрировать излучение на различных энергетических участках с оптимальным соотношением сигнал-фон. Высокая разрешающая способность кристаллов-анализаторов исключает наложение близких спектральных линий разных элементов и необходимость их математического разделения, позволяя правильно учитывать фон [27].

Светосильная рентгенооптическая схема позволила достичь аналитических характеристик на уровне мощных и дорогих стационарных установок при использовании маломощной рентгеновской трубки (максимальная потребляемая мощность – 200 Вт) [27].

Не требует подвода воды для охлаждения. Рентгеновская трубка охлаждается водой по замкнутому циклу [27].

Пробозагрузочное устройство на 10 образцов позволяет в большей степени автоматизировать процесс измерений [27].

Сохранены габариты настольного прибора и обеспечены простота и удобство в эксплуатации [27].

Каждый спектрометр снабжается свидетельством о Государственной поверке. [28]

Освобожден от радиационного учета и контроля и не требуют получения специального разрешения (лицензии) на право работ с источниками ионизирующего излучения. Транспортировка, хранение, приобретение без ограничений по радиационному фактору [28].

Текущая работа со спектрометром не требует высокой квалификации персонала и может выполняться лаборантом, имеющим навыки работы на персональном компьютере. Лишь при переходе к новым, нестандартным

задачам на этапе градуировки прибора для анализа нового класса образцов требуется участие специалиста-аналитика [27].

В спектрометре применена оригинальная рентгенооптическая схема, обладающая чрезвычайно высокой светосилой, что позволило использовать рентгеновскую трубку мощностью всего лишь 4 Вт. Именно поэтому спектрометр не требует специального охлаждения и не может нанести ущерб здоровью человека. Тройная защита и система специальных блокировок обеспечивает полное отсутствие рентгеновского излучения вне спектрометра, что подтверждается санитарно-эпидемиологическим заключением [27].

На основании этого заключения приборы освобождаются от радиационного учета и контроля и не требуют получения специального разрешения (лицензии) на право работ с источниками ИИ [27].



Рис. 3.3. Фотография спектрометра СПЕКТРОСКАН МАКС-GV

Согласно ГОСТу вредное вещество – вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья. По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности: 1-й – вещества чрезвычайно опасные; 2-й – вещества высоко опасные; 3-й – вещества умеренно опасные; 4-й – вещества малоопасные [26]. Условия влияния загрязняющих элементов по классам опасности представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Условия влияния вредных веществ по классам опасности

Класс опасности	Условия	Доза мг/кг; мг/м ³
I	Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны	менее 0,1 мг/ м ³
	Средняя смертельная доза при введении в желудок	менее 15 мг/кг
	Средняя смертельная доза при нанесении на кожу	менее 100 мг/кг
	Средняя смертельная концентрация в воздухе	менее 500 мг/ м ³
II	Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны	0,1-1,0 мг/ м ³
	Средняя смертельная доза при введении в желудок	15-150 мг/кг
	Средняя смертельная доза при нанесении на кожу	100-500 мг/кг
	Средняя смертельная концентрация в воздухе	500-5000 мг/ м ³
III	Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны	1,1-10,0 мг/ м ³
	Средняя смертельная доза при введении в желудок	151-5000 мг/кг
	Средняя смертельная доза при нанесении на кожу	501-2500 мг/кг
	Средняя смертельная концентрация в воздухе	5001-50000 мг/м ³ .
IV	Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны	более 10,0 мг/ м ³
	Средняя смертельная доза при введении в желудок,	более 5000 мг/кг
	Средняя смертельная доза при нанесении на кожу	более 2500 мг/кг
	Средняя смертельная концентрация в воздухе	более 50000 мг/м ³

Особому наблюдению подвергаются вещества I и II класса опасности, так как их присутствие в почве может отрицательно повлиять не только на состояние окружающей среды, но и на здоровье людей. Классы опасности

исследуемых химических элементов в почве представлены в таблице 3.2. Распределение изучаемых микроэлементов в почве (мг/кг) на исследуемой территории представлены в «приложении 4».

Таблица 3.2

Классы опасности исследуемых химических элементов в почве

Хим. элемент	TiO ₂	V	Cr	MnO	Fe.общ	Co	Ni	Cu	Zn	Sr	Pb
Класс опасности	IV	III	II	III	IV	II	II	II	I	III	I
Хим. элемент	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Rb	Ba	Zr	Na ₂ O	As
Класс опасности	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	III	IV	IV	I

Особое внимание нужно уделить следующим элементам: As, Pb, Zn, Cr, Co, Ni, Cu, так как они обладают I и II классами опасности.

3.4. Особенности пространственного распределения микроэлементов в почвах модельного объекта по результатам обследования в 2017 г.

Для того чтобы узнать, как влияют пылевые выбросы на прилегающие территории и какие химические элементы они приносят в верхний горизонт (0-5см) почвы, необходимо отобрать почвенные образцы с исследуемой территории. Планирование полевого отбора состоит из нескольких стадий:

1. Слежение за погодными условиями. Для выезда необходимы были оптимальные условия, то есть отсутствие осадков в течение двух недель; температура +5⁰С в течение недели.

2. Выбор места. Чтобы сократить площадь исследуемой территории, сэкономить время и при этом получить достаточно достоверную информацию, необходимо было проанализировать ветровой режим, изучаемой местности, за последние четыре месяца. В данном случае данные необходимо взять за период с декабря 2016 года по март 2017 года. Количество дней в какую сторону дули ветра за рассматриваемый период представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Количество дней, при которых ветер дул в определенном направлении в период с декабря (2016) по март (2017)

Направление ветров	Кол-во дней. Декабрь (2016)	Кол-во дней. Январь (2017)	Кол-во дней. Февраль (2017)	Кол-во дней. Март (2017)	Всего	%
С	3	4	4	2	13	11
СВ	2	3	2	1	8	7
В		2	1	2	5	3
ЮВ	1	3	1	7	12	10
Ю	5	1	2	6	14	12
ЮЗ	11	5	6	3	25	21
З	8	8	9	3	28	23
СЗ	1	5	3	6	15	13
Всего	31	31	28	30	120	100

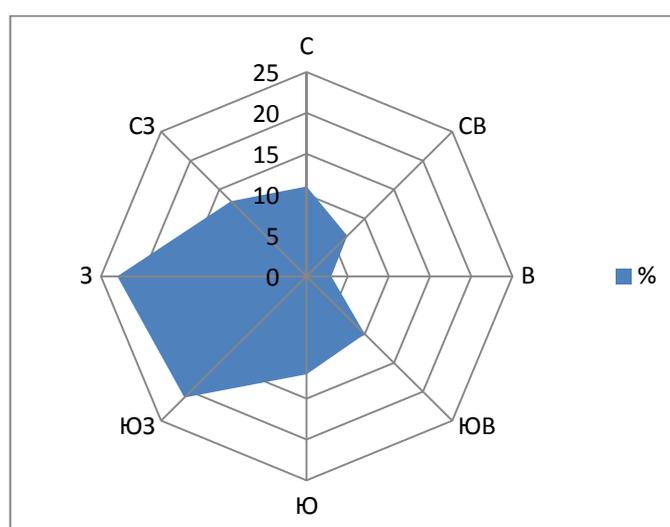


Рис. 3.4. Роза ветров Губкина за период с декабря 2016 по март 2017

3. Выбор точек отбора. За основу были взяты точки полевых исследований за 2008 и 2012 год (они выделены красным цветом на рисунке 3.5.). На местности в основном они находятся в оврагах. По этим точкам можно определить, как далеко распространяется пылевое облако. Балки и овраги являются отрицательными формами рельефа, и поэтому способны скапливать вещество, попадающее извне. Лишь две точки, располагающиеся севернее других, имеют свое положение на землях частных владений. Для полноты получения данных были введены дополнительные точки. Зеленые точки на местности расположены в лесополосах. Они нужны для того чтобы выяснить как задерживает пылевые выбросы лесополоса. Синие точки в большей части расположены на полях. Это нужно, чтобы определить сколько пыли оседает на полях, и как это влияет на содержание химических элементов в почве.



Рис. 3.5. Схема расположения маршрутных точек для отбора почвенных образцов

4. Загрузка точек в GPS приемник. Это нужно, во-первых, для ориентирования на местности, а во-вторых, для точного отбора пробы с назначенного места на карте. Для этого нужно воспользоваться программой MapSource, чтобы ввести координаты точек непосредственно в приемник.

Таблица 3.4

Координаты точек отбора почвенных образцов

Название точки	Долгота	Широта
Л1	37,51061	51,2163
Б2(П2)	37,54228	51,19857
Б2Б	37.542563	51.196302
Л3	37,52187	51,20985
Б4	37,50902	51,20744
П5	37,51858	51,20253
Б6	37,53937	51,20288
Б7	37,54378	51,20991
П8	37,5438	51,21653
Б9	37,53753	51,22124
Б10	37,53362	51,2198
П11	37,54044	51,22145
Б12	37,54286	51,22635
Б13	37,541	51,22779
П14	37,5404	51,23077
Л15	37,53414	51,23858
П16(Б16)	37,53824	51,24448
П17(Б17)	37,53529	51,24984
П18	37,5321	51,2571
П19	37,51938	51,23235
П20(Б20)	37,5404	51,23077
П21(Б21)	37,53414	51,23858
Л22	37,53335	51,23985
П23(Б23)	37,53824	51,24448
П24(001)	37,53529	51,24984
П25(003)	37,5321	51,2571
П26	37,54562	51,24821
П27	37,54984	51,24138
П28	37,54107	51,23913

Полевой выезд совершен 27 апреля 2017 года. Почвенные отбор совершается следующим образом:

- 1) прийти на точку, ориентируясь по GPS приемнику;
- 2) собрать почву по схеме (рис. 3.6) где 1 - это точка, которая находится точно по координатам GPSприемника, из которой отбирается первая прикопка; 2,3,4,5- периферийные точки, который находятся на расстояние пяти метров от центральной точки, из которых так же отбирается почвенная прикопка. Все эти прикопки нужны для смешения образца;

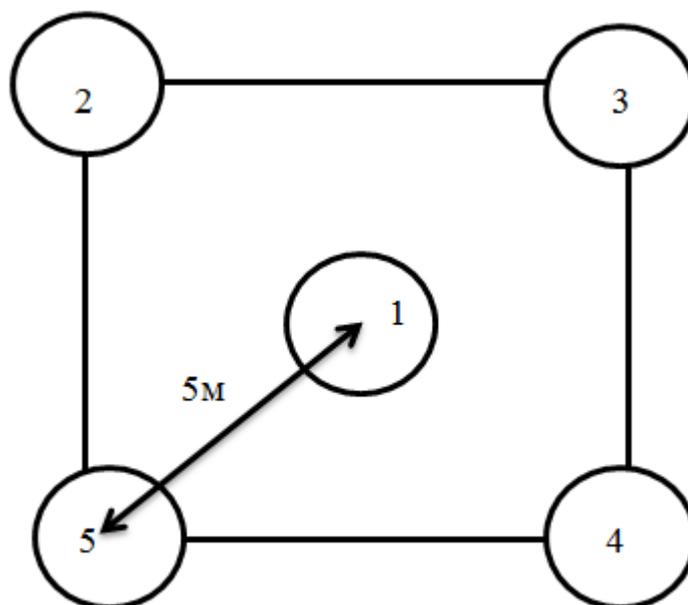


Рис.3.6. Схема почвенного отбора на одной точке.

- 3) поместить почву в контейнер и перемешать;
 - 4) пересыпать содержимое контейнера в почвенный конверт в нужном количестве и подписать.
7. После того как все образцы собраны, необходимо несколько стадий подготовки для анализа на спектрометре.

Стадия 1. Сушка почвы в течение недели, прикрыв при этом образцы газетным листом, для максимального поглощения влаги и для предотвращения попадания пыли на поверхность образцов.

Стадия 2. Оборудование: фарфоровая ступка; сито 1мм и 0,25мм; эбонитовая палочка; шерстяная ткань; полиэтиленовый пакетик. На этой стадии необходимо сделать следующее:

- Отобрать включения (корешки, камешки).
- Растереть уже отчищенную почву в фарфоровой ступке до крупности 1 мм и просеять ее через сито 1 мм. То, что не растирается и не проходит через сито, отбросить.
- Из фракции менее 1 мм отобрать методом квартования около 20 г (1 столовая ложка) и отчистить от мелких корешков с помощью отмагничиванием используя эбонитовую палочку и шерстяная ткань. Остальное высыпать обратно в конверт.
- Отобранный и отчищенный образец нужно еще раз растереть в фарфоровой ступке и пропустить полностью через сито 0,25 мм. Затем поместить в полиэтиленовый закрывающийся пакетик. Подписать тем же номером, что и конверт, из которого был взят образец.

Стадия 3. Оборудование: маленькая, пластмассовая ложка для набора почвы; агатовая ступка; стеклянная, маленькая ложка для набора; стеклянный прессик; препарвальное стекло; кювета; фиксирующее кольцо; пленка полиэтилентерефталата; ножницы

Заключительная стадия, где проводится следующее:

1. Подобрать фиксирующее кольцо так, чтобы при надевании, края кюветы выходили из-под кольца как минимум на 0,5мм;
2. Из выбранного образца насыпать 1 маленькую пластмассовую ложку в агатовую ступку;
3. Тщательно перетереть в агатовой ступке до порошкового состояния.

4. Начать пересыпать в кювету с помощью маленькой, стеклянной ложки. После 2-3 ложек необходимо аккуратно придавливать стеклянным прессиком. После того как насыпано уже больше чем вмещает кювета, необходимо разравнять препаративным стеклом.

5. Из пленки полиэтилентерефталата вырезать размером 2,5x2,5 см защитный «экран». Накрыть им кювету и зафиксировать кольцом.

6. Подписать номер образца, который соответствует номеру на кольце.

Стадия 4. Подготовка и погрузка образцов в спектрометр.

Оборудование: подготовленные образцы в кюветах; специальные чашечки для ячеек; поролоновые кружки.

Ход работы:

1. Подготовленные образцы поместить в верхнюю часть специальной чашечки. Снизу подложить поролоновый кружок. Закрыть нижней частью чашечки.

2. Включить прибор и дать ему прогреться 30 минут. В это же время запустить компьютер, открыть программу, управляющая спектрометром.

3. Подписать ячейки именем образца, который будет анализироваться конкретно в данной ячейке.

4. Разложить все подготовленные кюветы по ячейкам.

5. После прогревать прибора, нажать «старт».

Полученные результаты показаны в таблицах «приложения 1» и «приложения 2»

Для того чтобы дать комплексную характеристику влияния тяжелых металлов на почву необходимо воспользоваться **суммарным показателем загрязнения** (Z_c), который рассчитывается по формуле:

$$Z_c = \sum Kc_i - (n - 1), \quad (3.1)$$

где: Kc_i – коэффициент концентрации i -го загрязняющего вещества;

n – количество определяемых элементов [41];

$$Kci = ci/cфон \quad (3.2)$$

где: ci – фактическое содержание элемента;
 $cфон$ – фоновое содержание элемента [41].

В «приложении 3» представлены результаты расчета суммарного показателя загрязнения (Zc). А также на рисунке 3.7. показано распределение данного показателя по исследуемой территории. В таблице 3.5. можно увидеть связь между значением суммарного показателя загрязнения и категориями почв по степени загрязненности.

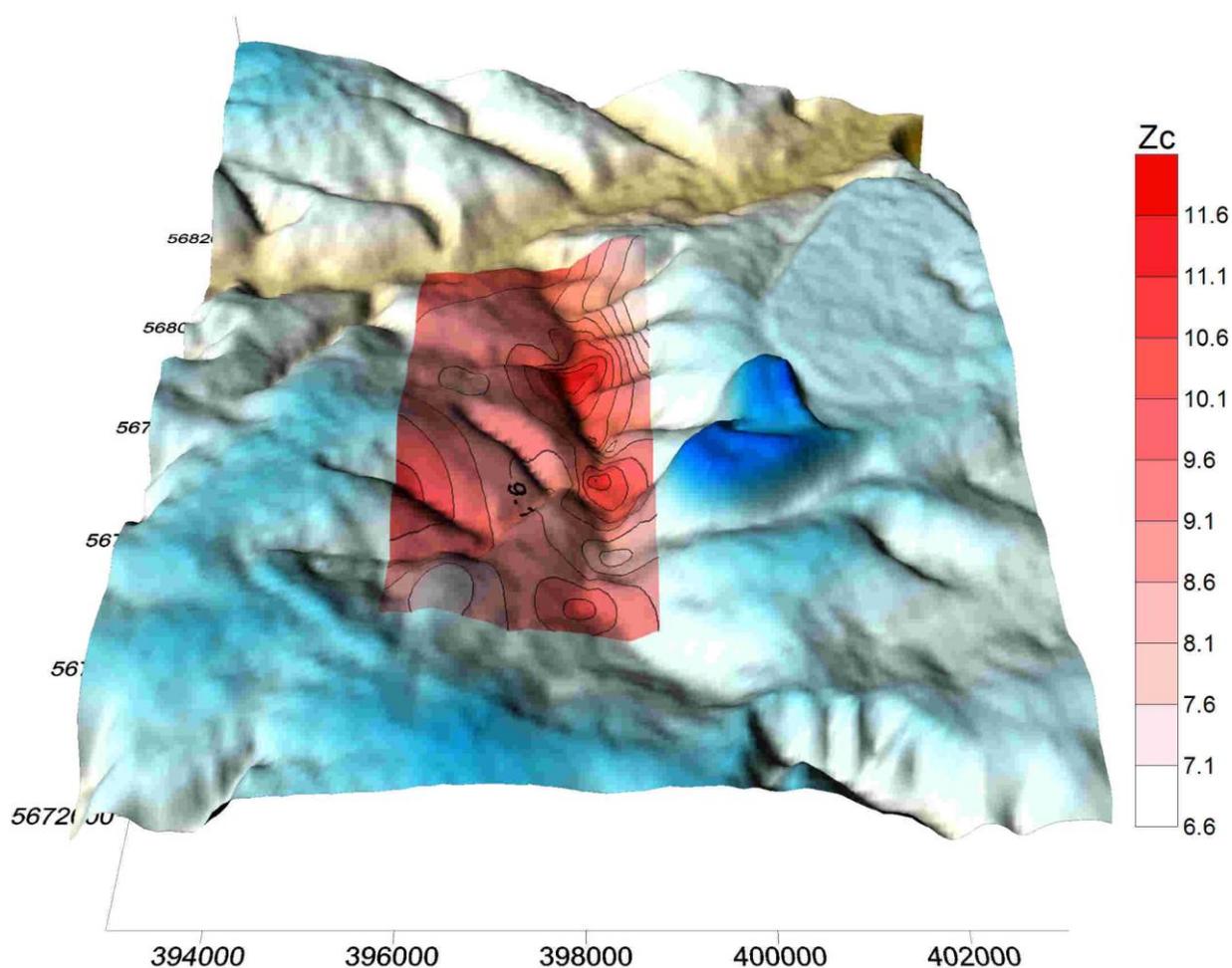


Рис.3.7. Карта распределения суммарного показателя загрязнения почв (Zc) на исследуемой территории в баллах

По карте распределения (рис. 3.8.) видно, что максимальный балл показателя загрязнения находятся в понижения рельефа (в балках и оврагах). Минимальный балл показателя в основном находятся на возвышенностях, на которых в свою очередь располагаются поля с лесополосами. То есть распределение Z_c зависит от формы рельефа местности и от преобладающих воздушных масс, и которые способствуют переносу элементов в составе аэрозолей.

Таблица 3.5

Суммарный показатель загрязненности и категории почв [29]

Категория почв по степени загрязненности	Z_c	Загрязненность относительно ПДК	Возможное использование почв
Допустимое	<16,0	Превышает фоновое содержание элемента, но не превышает ПДК	Использование под любые культуры
Умеренно опасное	16,1-32,0	Превышает ПДК при лимитирующем общесанитарном и миграционном водном показатели вредности, но не ниже ПДК транс-локационного показателя	Использование под любые культуры при условии контроля качества продукции растениеводства
Высоко-опасное	32,1-128,0	Превышает ПДК при лимитирующем транс-локационном показателе вредности	Использование под технические культуры без получения из них продуктов питания и кормов. Исключить растения-концентраты химических веществ
Чрезвычайно опасные	>128	Превышает ПДК по всем показателям	Исключить из сельскохозяйственного использования

Суммарный показатель загрязнения (Z_c) почв в районе исследования не превышает 16. По данным Госкомгидромет СССР №02-10 51-223 от 10.12.1990, исследуемая территория относится к допустимой категории для использования в сельском хозяйстве. Соответственно к необходимым мероприятиям относятся: снижение уровня воздействия источников загрязнения почв; снижение доступности токсикантов для растений.

3.5. Сравнение различных позиций ландшафта по степени накопления техногенных микроэлементов

В таблице 3.6. показаны среднее значения для лесополос, балок и полей по микроэлементам, так именно по их концентрации можно определить степень загрязненности.

Таблица 3.6

Средние содержания микроэлементов в почвах лесополос, балок и полям. Среднее общее значение, фоновое содержание и ПДК

Элементы	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	Ba	As
Среднее по лесополосам	91,4	94,0	14,8	42,6	46,0	72,8	22,8	487,4	5,9
Среднее по балкам	85,54	86,9	13,8	40,2	42,1	69,8	19,7	440,9	5,0
Среднее по полям	85,1	92,2	12,7	40,7	43,3	69,7	18,9	451,2	5,4
Среднее общее	86,1	89,9	13,5	40,7	43,1	70,2	19,8	451,2	5,3
Фон	58,6	59,8	5,1	34,9	18,0	55,5	8,6	310,3	1,6
ПДК	150,0	6,00	5,00	85,0	55,0	100,0	32,0	403,0	2,0
Среднее общее за 2012 г	82,5	77,1	5,1	43,7	28,0	69,4	16,8		6,6

Рассмотрев все данные таблицы можно сделать следующие выводы:

1. Лесополосы аккумулируют все элементы в гораздо большем объеме, чем это делают поля и балки, что и доказывает большую собирательную способность данных лесных сооружений. Все значения намного выше, чем общее среднее. А так же все без исключения значения содержания исследуемых элементов в несколько раз превышает фоновое содержание. Содержание Cr, Co, Ba и As в лесополосах превышает ПДК.

2. Содержание V, Co, Zn и Pb в балках немного выше чем на полях. Отличие наблюдается лишь в десятых долях. И всего лишь Co на несколько десятых превышает среднее общее значение. В то время как на полях содержание Cr, Sr и Ba значительно выше чем в балках, а содержание Ni, Cu и As лишь не начительно выше чем содержание в балках. Среднее общее значение превышают только Cr, Cu, Sr и As. Но содержание всех исследуемых элементов, так же как и, в лесополосах превышает фоновое

содержание. Значение ПДК превышают Cr, Co, Ba и As, так же как и в лесополосах.

3. Среднее общее содержание V в лесополосах, в балках и на полях не превышают установленные значения ПДК, но почти в 1,5 раза превышает фоновое содержание. Концентрация Cr в тех же местах, так же как и фоновое содержание в несколько десятков раз больше значения ПДК. Средне общее содержание Co почти в 2 раза превышает значения ПДК, фон лишь на несколько сотых выше. Ni, Cu, Zn, Pb и Ba превышают лишь фоновое содержание, значения ПДК не превышены. Среднее общее содержание As почти в 2,5 раза превышает значения ПДК, в то время как фон не превышает.

4. Средне сумарные показатели так же показывают, что в лесополосах аккумулируется гораздо больше пылевых загрязнителей, чем на полях и в балках.

5. За 2012 год фоновое содержание превысили следующие элементы: V, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb и As. Значение ПДК превысили лишь: Cr, As и совсем не значительно Co. К 2017 году рост концентрации был замечен у следующих элементов: V, Cr, Co, Cu, Zn, Pb. За прошедшие годы концентрация снизилась у Ni и As.

Отмеченные тенденции должны быть проверены в последующих мониторинговых наблюдениях. Возможно, некоторое повышение концентраций ТМ было связано с различием сроков пробоотбора: в 2017 году пробоотбор был произведён в весенний период, после осадения на поверхность почвы пыли, накопленной в снежном покрове. В 2012 году – в осенний период, когда за вегетационный период происходит некоторое самоочищение почвы и её промывание осадками теплого периода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Горнодобывающий комплекс в Старооскольско-Губкинском промышленном районе формирует новый тип ландшафта. В связи с этим изменяется форма рельефа, появляются как положительные, так и отрицательные формы; запыленным становится атмосферный воздух; изменяется водный баланс территории, происходит ухудшение свойств подземных вод; нарушение и деградация почвенного покрова; изменение животного и растительного мира; трансформация ландшафта лесостепи в антропогенный ландшафт. Отвалы и карьеры становятся территорией, непригодной для хозяйственной деятельности.

Исследуемый объект, представляющий собой зону контакта техногенного массива отвала №1 АО «Лебединский ГОК» с агроландшафтами, удобен с геохимической точки зрения для ведения экологического мониторинга загрязнения почв. Балка Сенная, верховья которой расположены в зоне планируемого роста отвала, выходит своим устьем в частный сектор г. Губкин, непосредственно в приусадебные сельскохозяйственные угодья. Кроме того, к её склонам примыкают поля и лесополосы, геохимическое состояние которых важно оценить с экологической точки зрения. Результаты исследований 2005, 2011 и 2017 годов подтвердили перспективность этого объекта для ведения мониторинга.

В 2005 году было установлено, что на расстоянии 0-5 км от карьера содержание тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu) стремительно убывает. При этом максимальные концентрации характерны для точек, которые находились в непосредственной близости к отвалу, где содержание ТМ в снежном покрове превышает фоновое в 60-100 раз. Второй максимум накопления наблюдается на расстоянии 6-8 км от карьера, что может быть связано с осаждением пыли, выброшенной на большую высоту. Для железа характерен максимум накопления на расстоянии 8-9 км от карьера, в зоне влияния отвала

железистых. Определение содержания тяжёлых металлов было произведено атомно-абсорбционным методом.

Исследованиях 2011 и 2017 годов проводились с помощью рентгенофлуоресцентного метода, что способствовало увеличению числа измеряемых показателей. Однако, замечено некоторое завышение результатов, что можно объяснить различием методик.

В 2017 году после полученных результатов и их анализа были сделаны следующие выводы: 1) по содержанию микроэлементов в почве можно достоверно определить загрязнение исследуемой территории; 2) особое внимание нужно уделить следующим элементам: Cr, Co, Ni, Cu и Pb, Zn, As, так как они имеют II и I класс опасности, соответственно; 3) значение ПДК превышают Cr, Co, Ba и As; 4) наблюдается тенденция к увеличению концентрации в период с 2012 по 2017 года у следующих элементов: V, Cr, Co, Cu, Zn, Pb; 5) суммарный показатель загрязнения почв (Zc) на всей исследуемой территории имеет значение меньше 16, соответственно весь изучаемый участок на данный момент относится к допустимой категории для использования в сельском хозяйстве.

При современных темпах воздействия горнорудной промышленности на окружающую среду, в районе Старооскольско-Губкинского района, мониторинг за состоянием природной среды на данной территории всегда будет актуален.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1

Таблица содержания микроэлементов в исследуемых почвенных образцах (мг/кг)

Объекты	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Sr	Pb	Rb	Ba	Zr	As
Л1	88,30708	89,8667	18,2362	42,22064	45,2444043	71,80394	111,0913	22,16657	82,87249	450,779357	338,463525	6,235439
Б2(П2)	87,04378	87,80663	16,34994	41,85035	40,127085	72,83019	85,40576	21,20155	84,3907	472,887316	324,180641	5,718508
Б2Б	89,82066	91,24936	13,51889	42,89039	48,0070981	70,80466	92,34457	24,624	79,32578	473,594847	307,400732	5,340631
Л3	92,2811	98,77856	14,80365	42,29646	46,7654362	70,52835	125,274	20,77317	84,3396	513,039215	317,290229	5,376892
Б4	94,01235	85,78403	19,03886	40,15501	46,1721037	68,84953	72,6378	21,60358	74,15036	438,641634	268,492998	5,456563
П5	91,68341	94,16425	8,820507	40,3367	47,091514	54,60766	83,41259	25,31524	79,11481	464,851028	344,332825	4,77082
Б6	91,14668	91,87413	15,3895	50,46059	53,5301622	68,56435	103,5937	26,1185	79,58641	432,823805	297,686343	4,881553
Б7	92,63583	94,97868	10,53617	42,17051	47,9095289	65,24071	87,42915	19,75531	79,05958	453,041739	371,490347	4,008984
П8	93,06704	95,7345	13,77328	41,31937	43,4275251	61,5132	112,2368	21,72773	84,90392	497,818548	389,83886	6,288337
Б9	87,44447	85,81208	17,11972	40,79408	45,0868106	77,40749	86,27022	20,24539	81,66465	449,075196	294,441871	4,662055
Б10	81,39227	89,16615	16,2572	33,55253	35,8419772	65,72776	99,02082	17,56269	76,71275	441,479254	346,087725	5,813889
П11	97,13682	100,3966	16,0765	45,05594	51,9346065	67,74686	114,931	24,68727	86,88926	503,602376	333,040434	5,640643
Б12	83,51866	83,13432	15,58926	38,73971	41,387645	68,30257	95,20198	13,17481	80,92162	460,495656	347,965233	5,830229
Б13	106,0665	93,22683	15,64912	47,29883	49,855857	73,55866	90,0246	20,17556	82,51086	467,985811	316,474945	5,389405
П14	87,25372	104,3316	11,97615	44,64467	53,9986247	84,53821	178,1083	14,8734	79,42584	455,791285	265,778042	4,673339
Л15	96,83994	96,17733	15,49238	46,43654	49,0141241	74,5979	121,9781	26,96716	80,35594	498,511667	364,660062	6,093922
П16(Б16)	91,48249	85,95568	16,88047	43,2892	47,2680717	70,5244	119,7763	21,69401	78,4575	442,419273	301,815922	5,411531
П17(Б17)	80,26739	88,53666	11,86821	39,78482	42,820247	70,94197	129,8324	21,84358	77,38316	456,665449	317,061005	4,910109
П18	89,67875	104,0288	16,2008	43,35369	52,1805055	63,45529	75,21416	20,74964	82,06096	461,128556	348,204965	5,649775
П19	85,18665	90,98665	14,82621	39,97581	42,5123112	68,42007	73,98257	17,76811	83,8123	463,307302	383,713218	5,888465
П20(Б20)	49,32966	67,53727	3,037448	23,45754	15,6605405	66,87464	341,8487	12,07202	38,00395	310,342669	178,091495	4,283049
П21(Б21)	92,73301	94,05561	13,8403	43,69043	43,5814896	68,19891	129,7177	23,79315	84,45119	479,407304	340,386997	5,074515
Л22	88,2072	91,5147	11,0094	39,59236	43,3194395	74,35686	111,0764	21,57067	77,2129	487,559872	365,811363	6,172605
П23(Б23)	70,62668	77,82099	8,85326	34,81668	33,3164747	69,77191	210,2238	12,19684	65,52317	394,233614	279,520377	4,500023
П24(001)	57,17755	74,36883	7,554216	31,75025	23,0917028	82,91067	356,8544	16,90185	51,13483	329,623432	168,048086	5,201054
П25(003)	86,66375	87,56264	15,66913	41,47309	43,0030021	77,75505	97,87351	18,94611	78,36204	478,829596	345,450136	5,55499
П26	74,62519	80,58356	10,20529	40,0517	41,1817434	71,24874	183,9548	8,055411	64,3986	389,382658	235,561164	5,816079
П27	71,6347	81,89273	9,263509	37,05231	37,9564501	66,91167	160,3043	13,82035	68,28681	419,898224	308,545406	4,706639
П28	102,2936	101,0217	15,89845	42,75791	40,1237064	67,75915	157,3757	25,45621	91,53092	499,549528	371,390474	5,419489
Среднее	86,19162	89,94302	13,57704	40,73338	43,15207542	70,19832	131,2757	19,85655	77,13251	451,2678004	316,59398	5,33688
Стандартная ошибка	2,244968	1,577692	0,679429	0,948793	1,543214242	1,106276	12,90853	0,875208	2,020645	8,693324223	9,994290909	0,11135
Медиана	88,30708	90,98665	14,82621	41,47309	43,5814896	69,77191	111,0913	20,77317	79,42584	460,495656	324,180641	5,411531
Мода	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Стандартное отклонение	12,08952	8,496133	3,658835	5,109407	8,310463027	5,957477	69,51458	4,713138	10,88151	46,81498366	53,82090368	0,599636
Дисперсия выборки	146,1566	72,18428	13,38708	26,10604	69,06379572	35,49154	4832,277	22,21367	118,4072	2191,642695	2896,689673	0,359563
Экссесс	2,746072	0,614155	0,905298	3,945944	3,974829336	1,689132	5,498315	0,0516	5,870912	2,920042426	1,89292304	-0,55619
Асимметричность	-1,44555	-0,56119	-1,01861	-1,4089	-1,714136887	0,170035	2,324219	-0,72606	-2,2417	-1,58558998	-1,312286776	-0,37067
Интервал	56,73686	36,79435	16,00141	27,00305	38,3380842	29,93055	284,2166	18,91175	53,52697	202,696546	221,790774	2,279353
Минимум	49,32966	67,53727	3,037448	23,45754	15,6605405	54,60766	72,6378	8,055411	38,00395	310,342669	168,048086	4,008984
Максимум	106,0665	104,3316	19,03886	50,46059	53,9986247	84,53821	356,8544	26,96716	91,53092	513,039215	389,83886	6,288337
Коэффициент вариации %	14,02633	9,446128	26,94871	12,54354	19,2585477	8,486638	52,95312	23,73594	14,10755	10,37410239	16,99997697	11,23569
Доверительный интервал	4,400057	3,09222	1,331656	1,8596	3,024644335	2,168261	25,30026	1,715376	3,960391	17,03860238	19,58845023	0,218241

Таблица содержания макроэлементов в исследуемых почвенных образцах (%)

Объекты	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Feобщ	K ₂ O	MgO	TiO ₂	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO
Л1	59,2797	9,92278	2,11352	2,89731	1,96352087	0,80151477	0,74079	0,53148	0,17522	0,079645678
Б2(П2)	62,4765	10,4463	1,64664	2,89628	2,03564304	0,86070547	0,77774	0,57157	0,17567	0,07977398
Б2Б	61,2422	9,47012	1,593	2,76508	1,88868715	0,59599681	0,77889	0,30352	0,20091	0,086365354
Л3	59,8891	9,5432	1,6773	3,00864	2,01616179	0,68353815	0,78078	0,34092	0,19408	0,086486794
Б4	59,9994	9,90733	1,97354	2,85078	1,96248676	0,62256862	0,72092	0,54672	0,18117	0,073238337
П5	61,5474	9,70053	1,3636	2,75696	1,92505017	0,55391165	0,74396	0,62763	0,14821	0,071506138
Б6	59,4497	9,42593	1,57376	2,83844	1,95307591	0,77215616	0,72019	0,46387	0,21013	0,070927599
Б7	61,5007	9,47765	1,42572	2,67524	1,79509014	0,51112601	0,77722	0,40721	0,17915	0,074435683
П8	62,4733	9,70145	1,44922	2,99472	1,95823819	0,70865722	0,76352	0,38436	0,14383	0,08009341
Б9	63,6329	10,2923	1,93609	2,75796	2,08717867	0,68043157	0,74486	0,44213	0,19453	0,074707869
Б10	64,3288	10,2099	2,98255	2,6366	2,06914855	0,89715968	0,73182	0,47998	0,18582	0,072913265
П11	57,2526	10,0678	1,80955	3,18427	1,92741413	0,70749956	0,80482	0,33442	0,17324	0,0782061617
Б12	63,1814	10,255	1,98412	2,70989	2,12303149	0,74176014	0,74275	0,60101	0,20682	0,075392196
Б13	60,6121	11,0496	1,80347	3,25312	1,99461127	0,83505174	0,78862	0,41891	0,17112	0,07443061
П14	46,4086	8,92589	6,62314	2,96005	1,80060457	0,90908992	0,66043	0,79249	0,29058	0,09070399
Л15	55,181	9,91911	2,31307	3,1327	1,87515841	0,94917185	0,76821	0,519	0,16442	0,079330462
П16(Б16)	56,9024	9,86229	4,52788	2,88916	2,06454049	0,99416424	0,68959	0,6859	0,24805	0,06988357
П17(Б17)	60,1441	9,79554	4,69354	2,7612	2,03202925	0,9910877	0,6759	0,58371	0,2555	0,073087715
П18	56,8159	10,2923	1,95746	2,91764	1,9354038	0,61232288	0,7482	0,47857	0,17328	0,078525755
П19	65,604	10,4997	1,47412	2,84145	2,07288119	0,76349607	0,7664	0,36929	0,15264	0,074063646
П20(Б20)	33,0671	7,03968	26,0248	1,69861	1,28179734	2,02166	0,43339	1,66983	0,33548	0,068924428
П21(Б21)	58,072	9,36931	2,34606	3,06255	2,06000985	0,81916655	0,76002	0,71751	0,2032	0,083191086
Л22	58,098	9,66722	2,288	2,93025	1,97119605	0,84884493	0,71479	0,57851	0,21545	0,077389856
П23(Б23)	48,3495	8,17865	12,108	2,40135	1,72655648	1,32417574	0,55849	1,08278	0,23239	0,067751527
П24(001)	37,3894	7,94035	23,5341	2,12966	1,69145787	2,09720715	0,44218	1,59894	0,36933	0,063044802
П25(003)	64,3275	10,4727	1,96549	2,9748	2,13191023	0,8398378	0,73541	0,43841	0,2397	0,081162473
П26	50,6878	9,61313	12,2101	2,64771	1,74820985	1,59500914	0,57216	0,84078	0,31743	0,073075058
П27	53,4223	9,1338	9,16856	2,55086	1,79677568	1,25256552	0,59361	0,96648	0,26834	0,066812871
П28	54,1399	9,9627	3,47148	3,3454	1,94313294	1,00305464	0,73628	0,83684	0,18347	0,072962383
Среднее	57,09	9,66	4,83	2,80927	1,92520697	0,93079075	0,70593	0,64182	0,21342	0,075865109
Стандартная ошибка	1,42	0,15	1,17	0,0607	0,03186273	0,07244514	0,01793	0,0622	0,01059	0,001164491
Медиана	59,45	9,80	1,98	2,85078	1,95823819	0,83505174	0,74079	0,54672	0,19453	0,074435683
Мода	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Стандартное отклонение	7,66	0,82	6,29	0,32688	0,17158604	0,39012901	0,09658	0,33497	0,05702	0,006270975
Дисперсия выборки	58,74	0,68	39,54	0,10685	0,02944177	0,15220065	0,00933	0,11221	0,00325	3,93251E-05
Экссесс	3,34	3,10	6,05	4,13165	6,03199429	3,51947214	2,56543	3,89299	1,07744	0,121922913
Асимметричность	-1,80	-1,49	2,53	-1,54927	-1,99581715	1,9201004	-1,76658	1,94994	1,26024	0,349087449
Интервал	32,54	4,01	24,66	1,64678	0,85011289	1,58608115	0,37143	1,36631	0,2255	0,027659187
Минимум	33,07	7,04	1,36	1,69861	1,28179734	0,51112601	0,43339	0,30352	0,14383	0,063044802
Максимум	65,60	11,05	26,02	3,3454	2,13191023	2,09720715	0,80482	1,66983	0,36933	0,09070399
Кoeffициент вариации, %	13,43	8,52	130,22	11,64	8,91	41,91	13,68	52,19	26,72	8,27
Доверительный интервал	2,79	0,30	2,29	0,11897	0,0624498	0,14198986	0,03515	0,12191	0,02075	0,00228236

Результаты расчеты суммарного показателя загрязнения почв (Z_c)

Номер точки	Z_c
Л1	10,87873461
Б2(П2)	9,506931004
Б2Б	9,771693222
Л3	10,22057471
Б4	9,92702145
П5	8,092082726
Б6	10,52210856
Б7	7,664969175
П8	10,03274571
Б9	9,137135726
Б10	8,505085519
П11	11,32409475
Б12	8,334185114
Б13	10,20970363
П14	9,799285179
Л15	11,7423371
П16(Б16)	10,23965541
П17(Б17)	8,684786388
П18	10,0716811
П19	8,747476072
П20(Б20)	4,776128409
П21(Б21)	9,894219812
Л22	9,380211226
П23(Б23)	6,521104635
П24(001)	8,179570455
П25(003)	9,42520724
П26	7,47672972
П27	6,709628391
П28	11,13653221

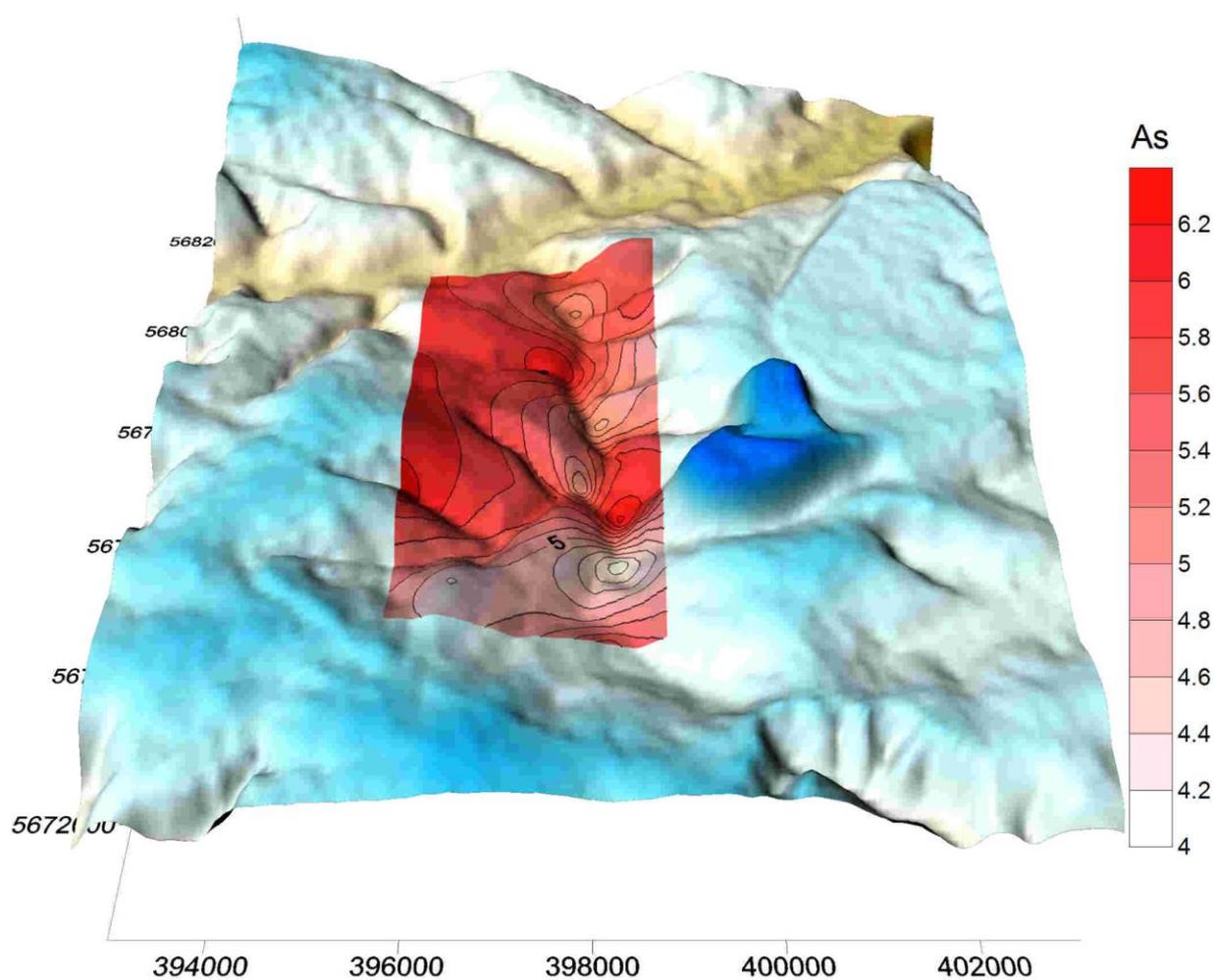


Рис.1. Карта распределения As (мг/кг) на исследуемой территории

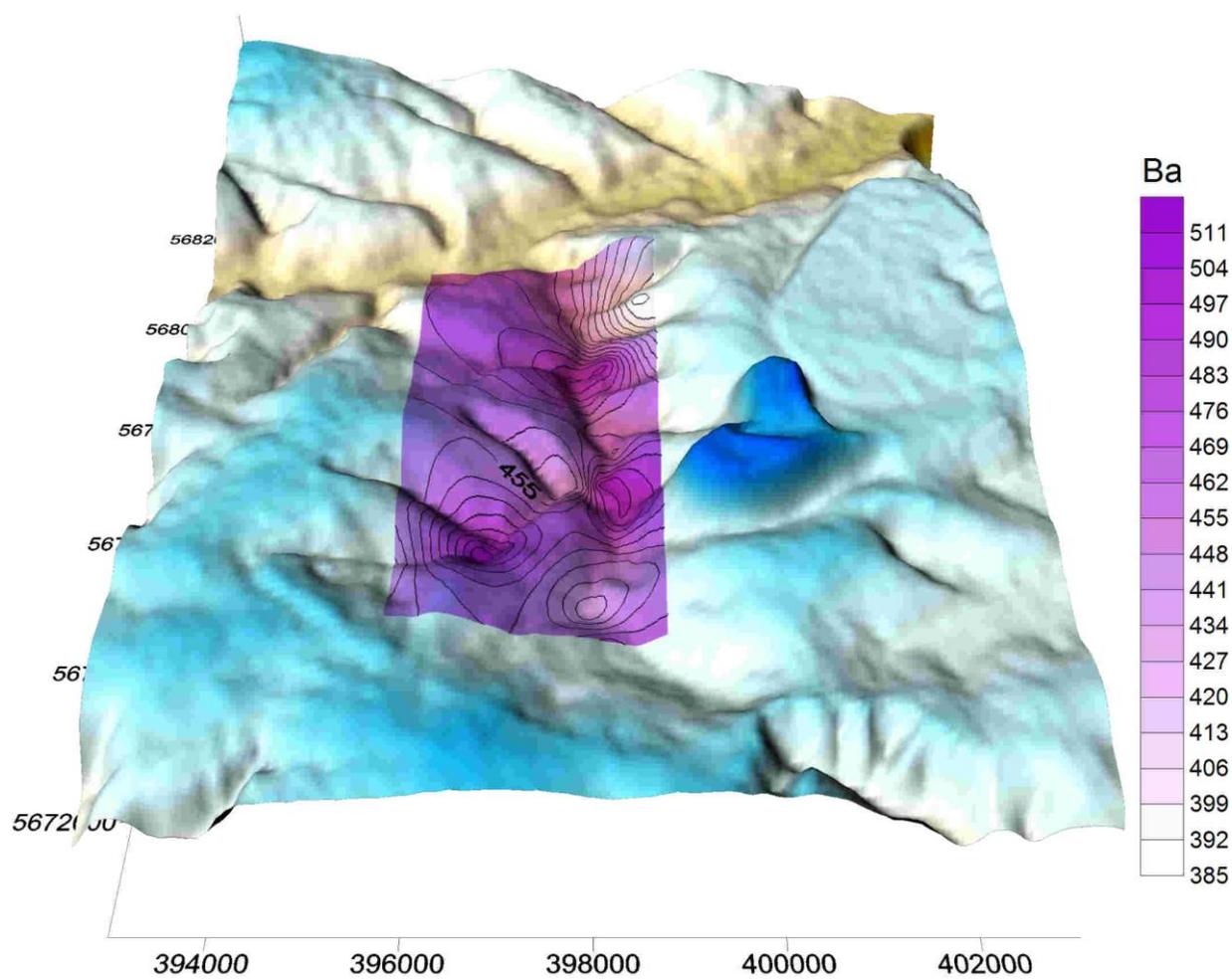


Рис.2. Карта распределения Ba (мг/кг) на исследуемой территории

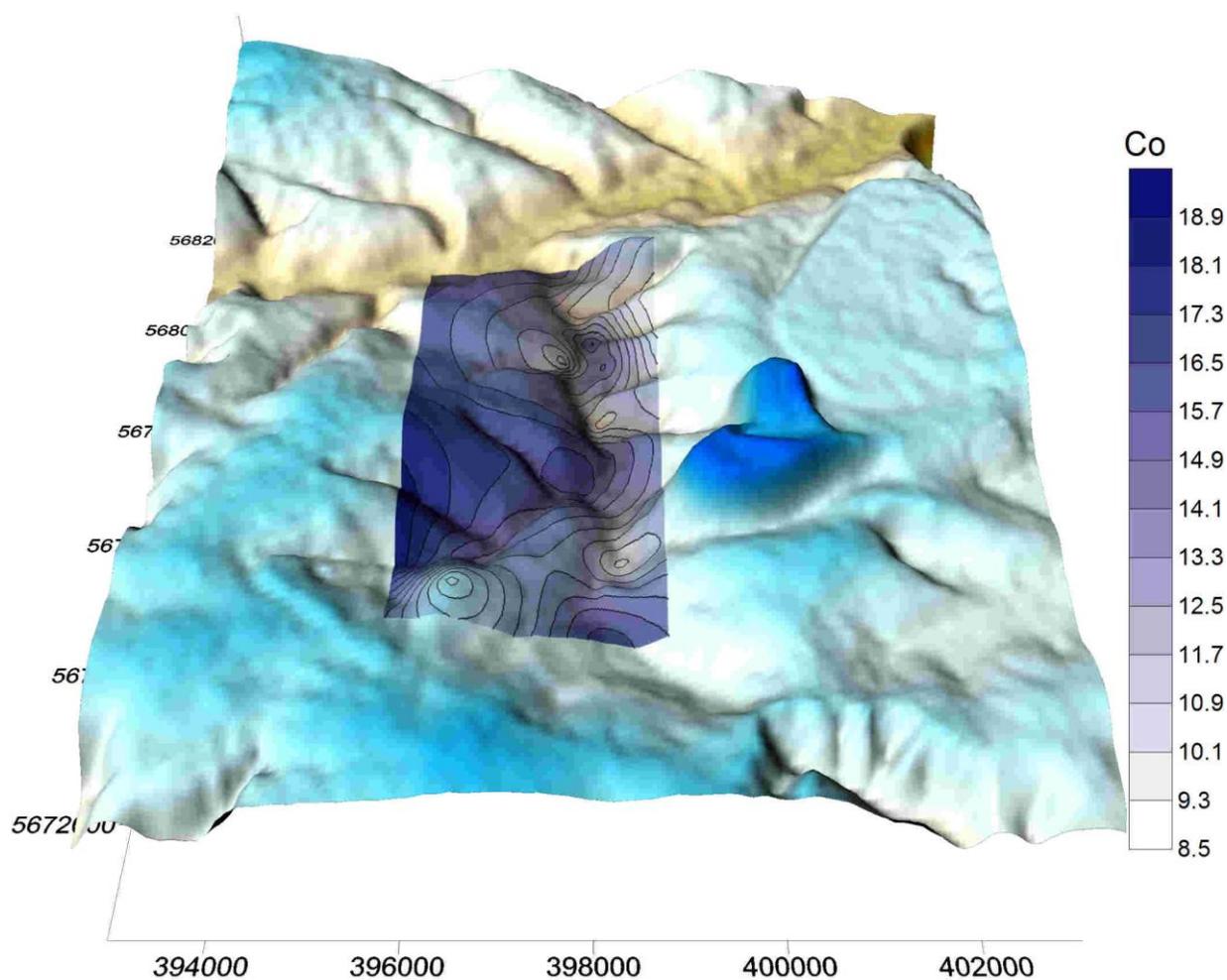


Рис.3. Карта распределения Co (мг/кг) на исследуемой территории

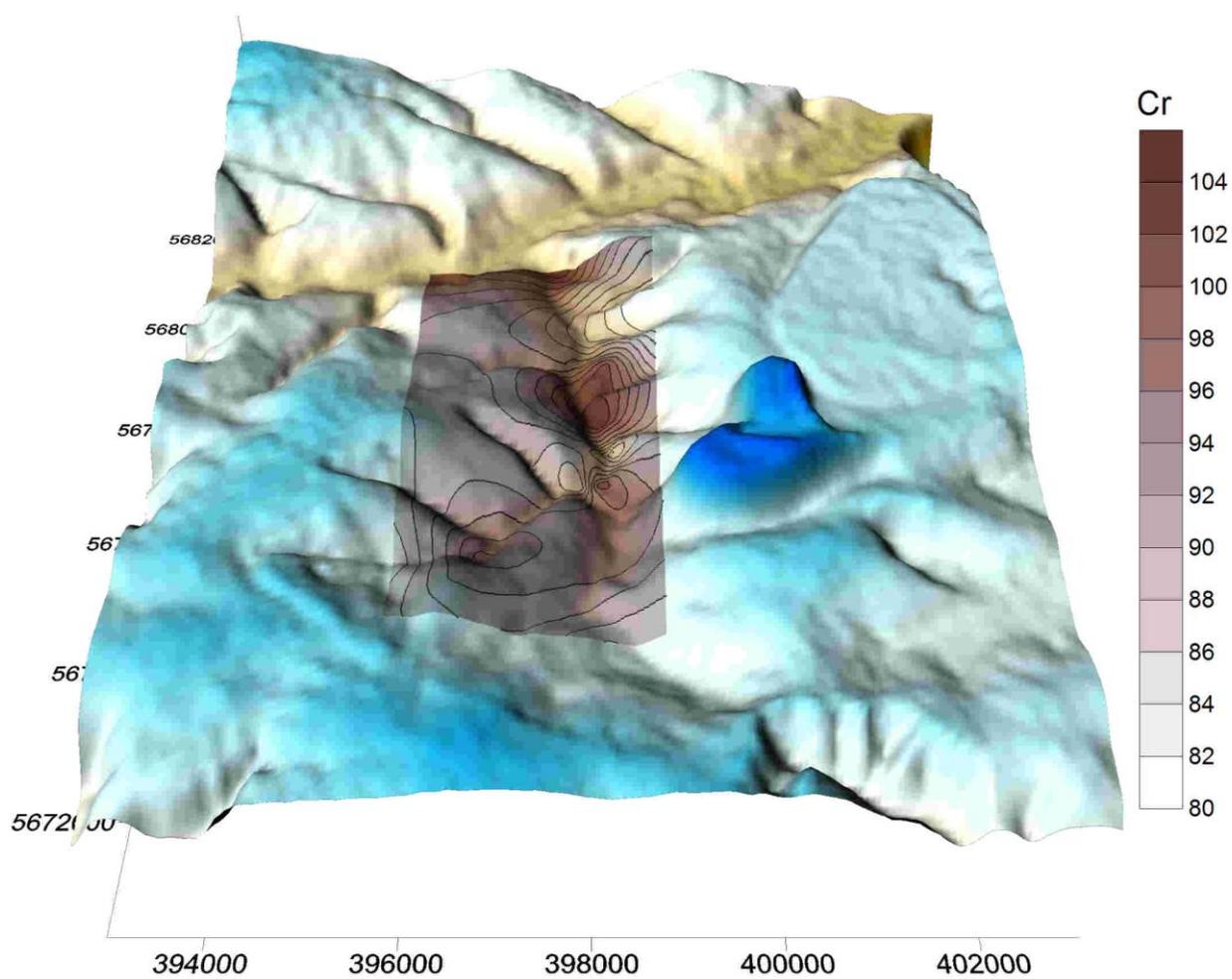


Рис. 4. Карта распределения Cr (мг/кг) на исследуемой территории

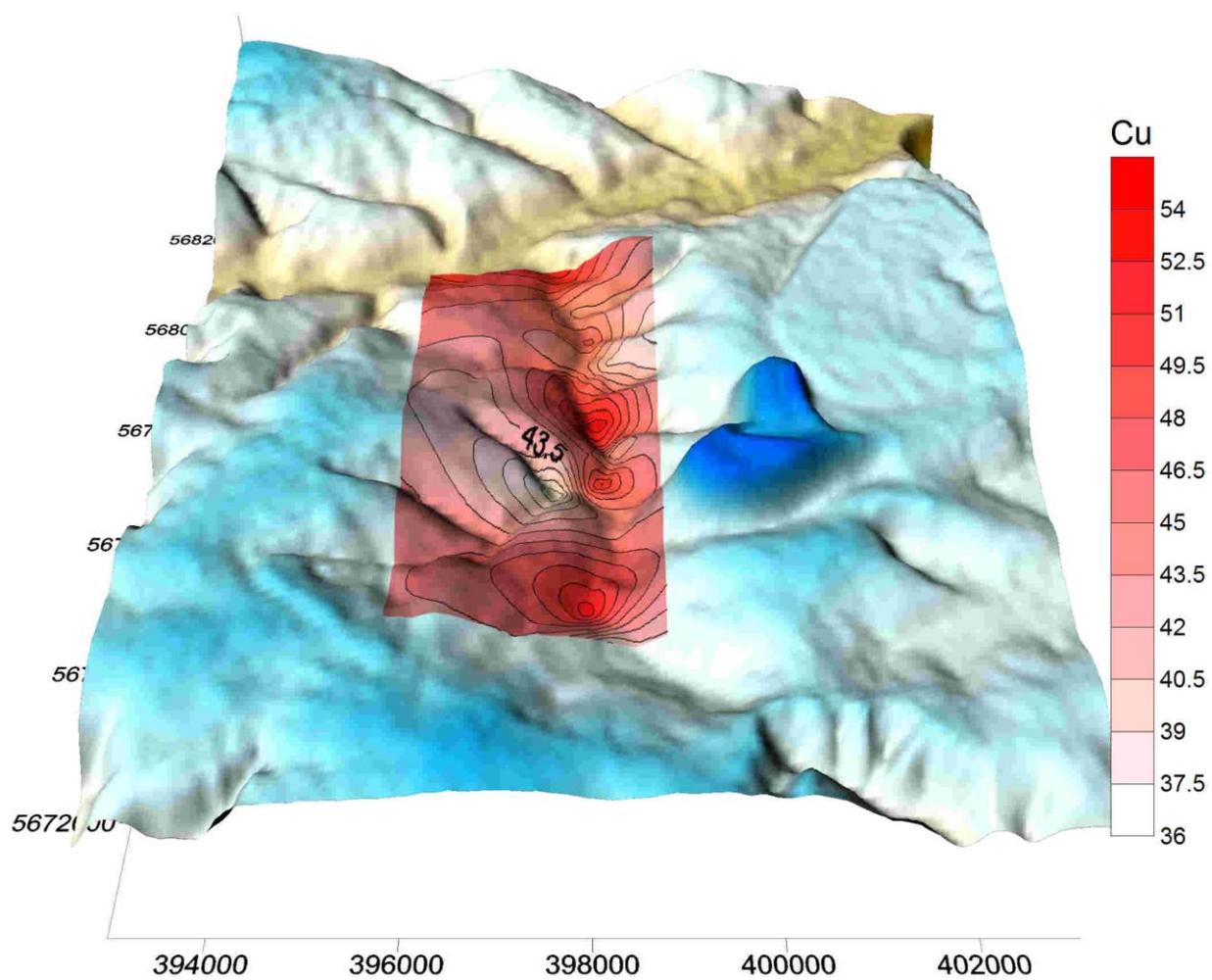


Рис.5. Карта распределения Cu (мг/кг) на исследуемой территории

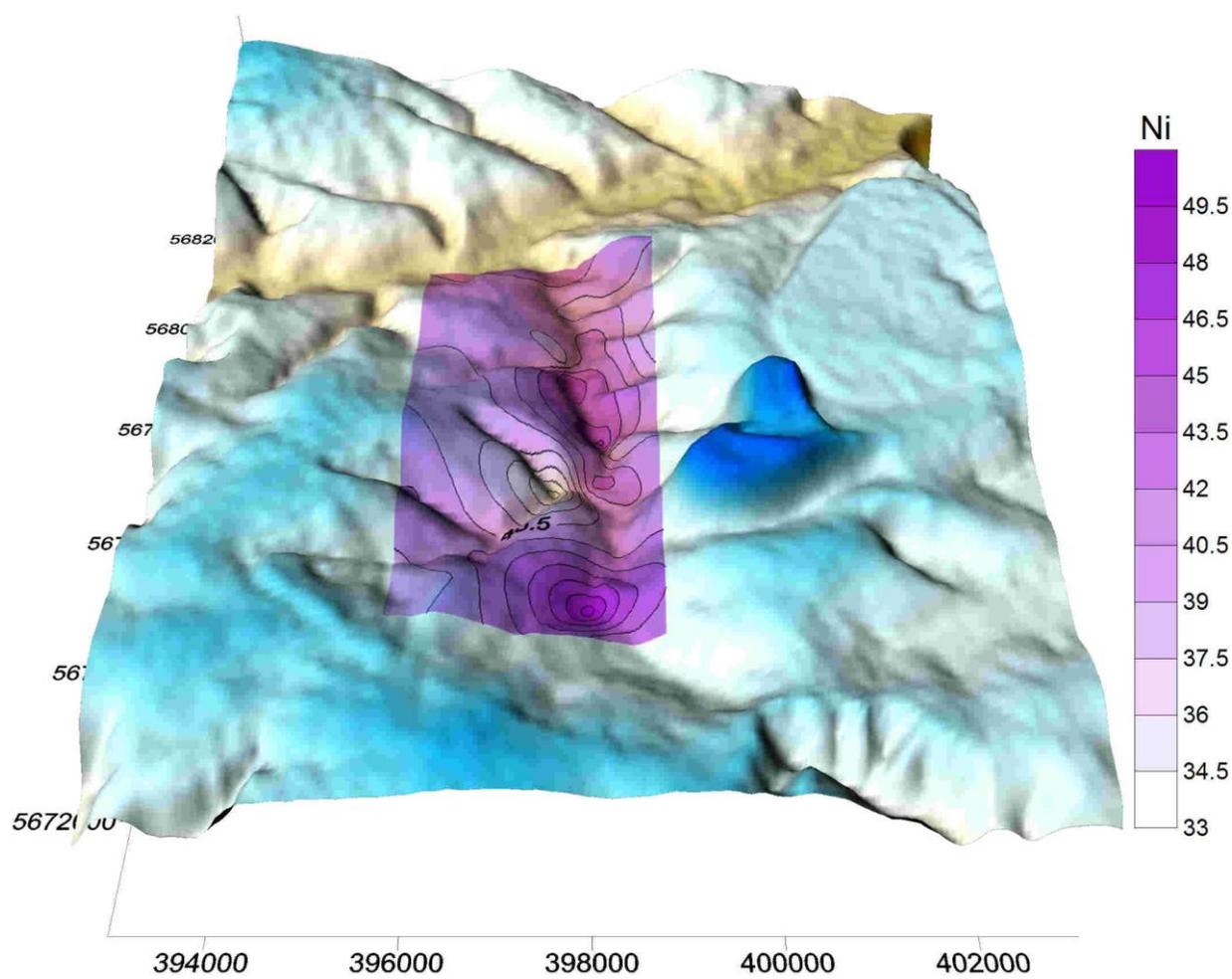


Рис. 6. Карта распределения Ni (мг/кг) на исследуемой территории

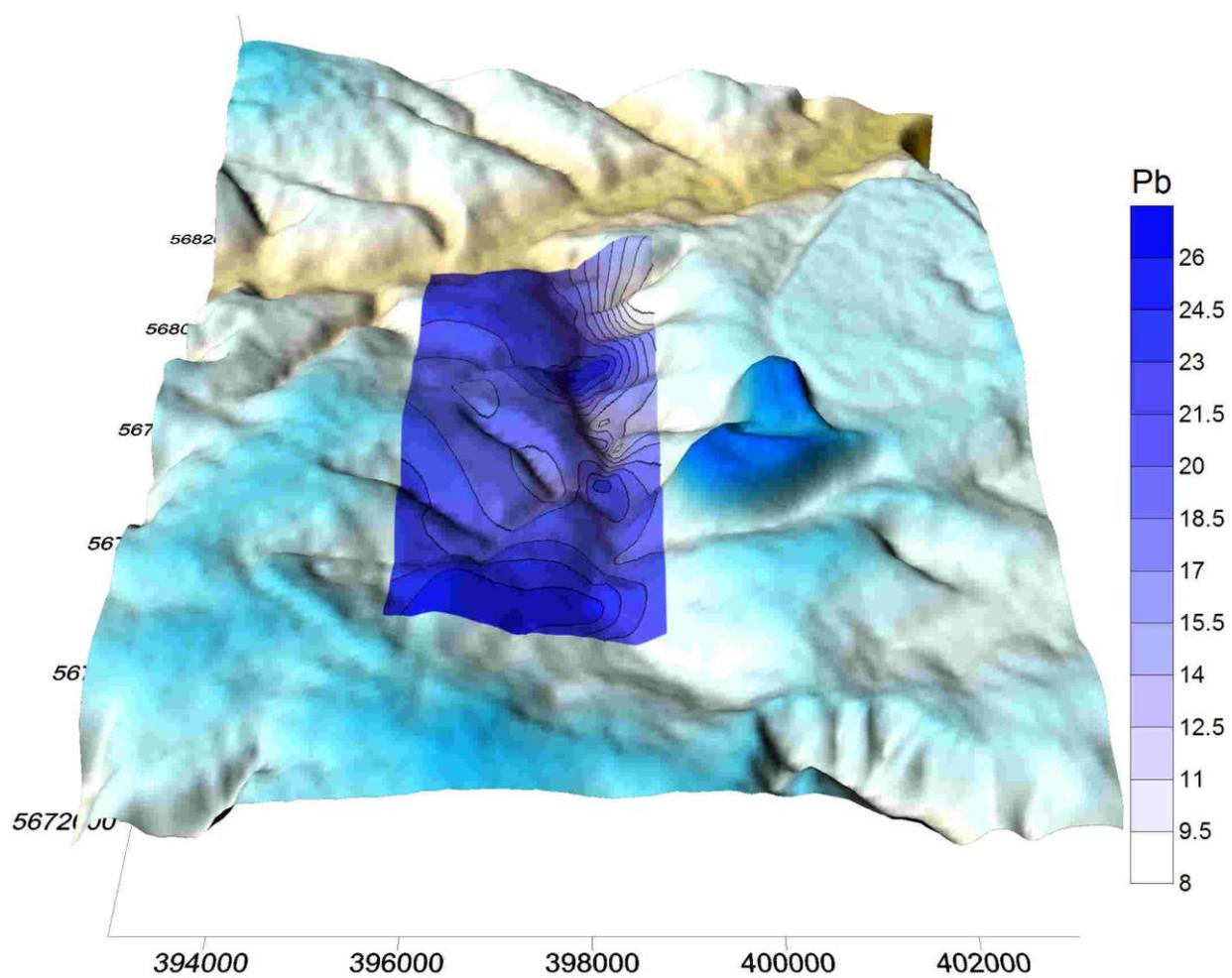


Рис. 7. Карта распределения Рb (мг/кг) на исследуемой территории

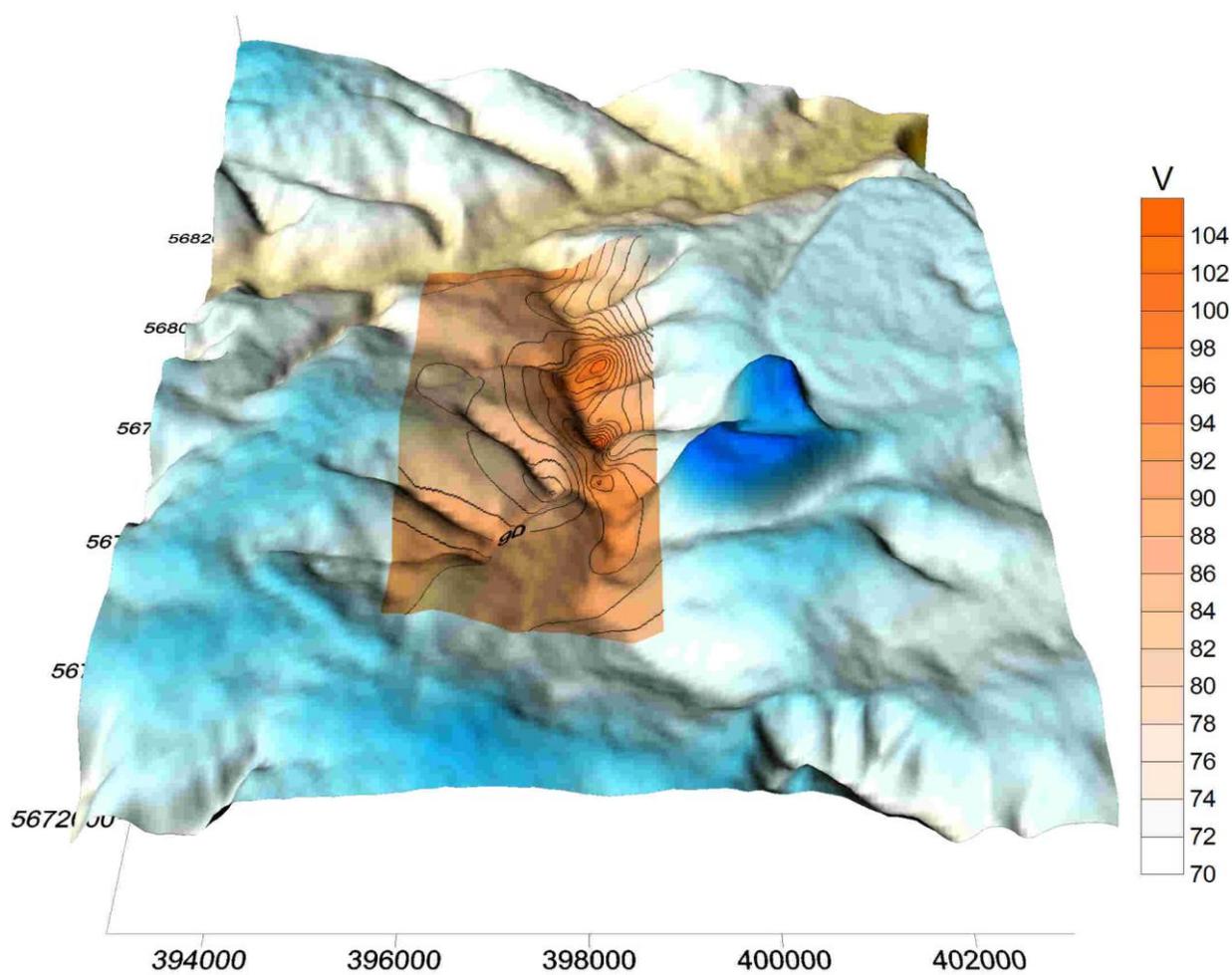


Рис. 8. Карта распределения V (мг/кг) на исследуемой территории

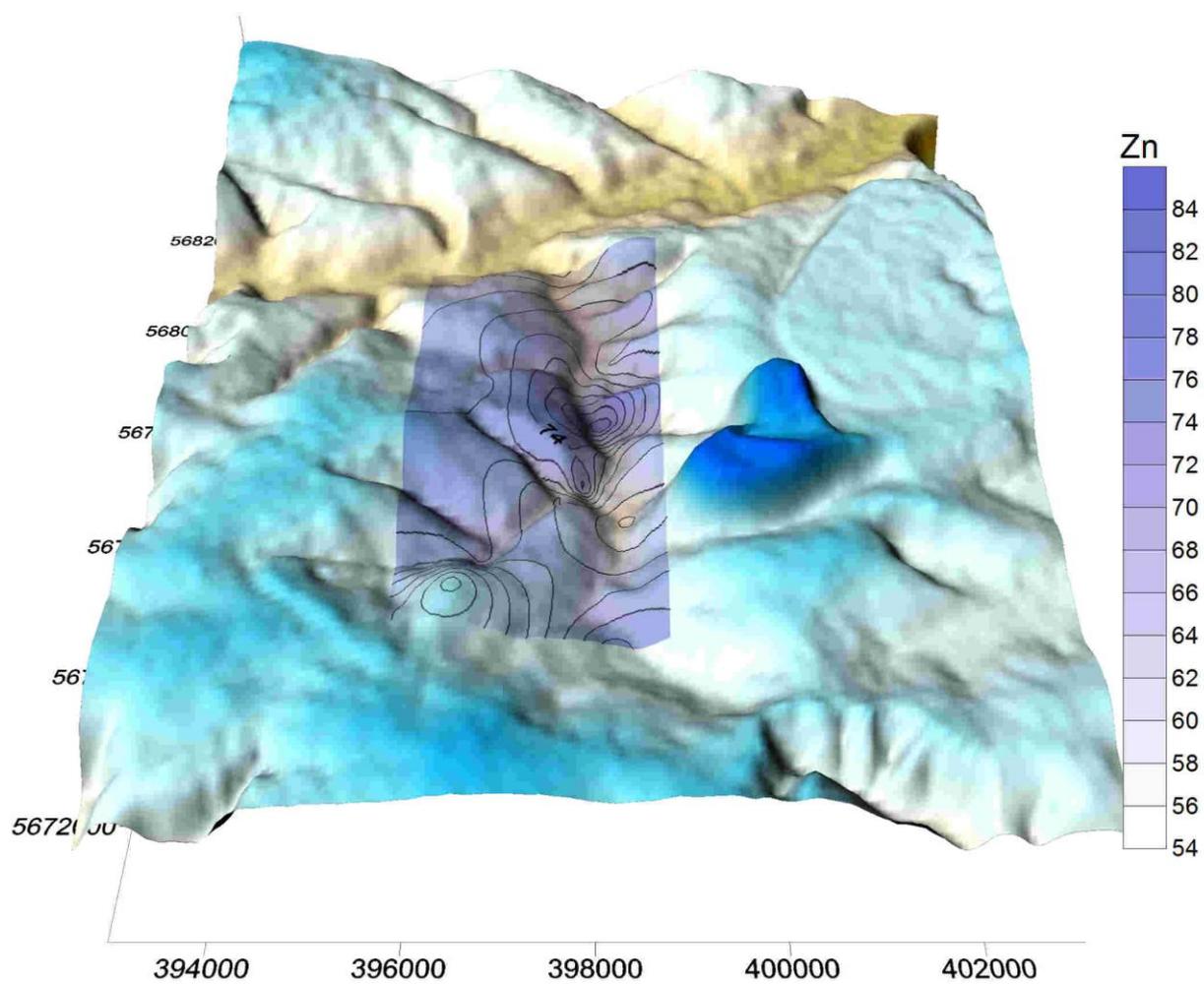


Рис. 9. Карта распределения Zn (мг/кг) на исследуемой территории

Содержание тяжелых металлов в талой воде

№точки	рН	Pb		Cd		Cu		Fe	
		Px	мг/л	Px	мг/л	Px	мг/л	Px	мг/л
Г1	6,37	2,49	20700	0,58	11200	4,42	2,403	5,78	0,092
Г2	6,7	3,5	66,335	3,1	88,841	4,72	1,204	5,56	0,15
Г3	6,49	5,08	1,701	5,38	0,468	6,24	0,035	5,17	0,369
Г4	6,51	4,8	3,222	5,44	0,399	5,58	0,163	4,56	1,53
Г5	6,57	5,2	1,276	5,65	0,248	6,37	0,026	5,56	0,15
Г6	6,47	5,18	1,36	5,86	0,153	6,11	0,049	5,25	0,312
Г7	6,36	5,3	1,03	5,93	0,13	6,55	0,017	5,17	0,369
Г8	6,75	5,24	1,185	5,97	0,119	6,15	0,044	5,51	0,169
Г9	6,77	5,42	0,78	6,1	0,087	7,2	0,003	5,4	0,22
Г10	6,77	5,32	0,992	6,22	0,066	6,65	0,013	5,14	0,399
Г11	6,56	5,4	0,817	6,13	0,081	7,15	0,004	7,36	0,0002
Г12	6,94	5,28	1,081	6,08	0,092	6,27	0,033	6,76	0,009
Г13	6,74	5,02	1,954	6,1	0,088	6,4	0,024	5,89	0,069
Г14	6,62	5	2,059	5,95	0,123	6,66	0,013	6,18	0,036
Г15	6,71	4,95	2,288	5,87	0,149	6,43	0,023	5,5	0,175
Г16	6,54	4,83	3,013	6,18	0,073	6,37	0,027	5,75	0,098
Г17	6,62	4,71	3,936	6,29	0,057	6,85	0,008	5,38	0,231
Г18	6,86	4,61	5,06	6,28	0,057	6,63	0,014	5,77	0,092

Г19	6,98	4,63	4,986	6,3	0,056	7,26	0,003	5,4	0,22
Г20	6,87	4,85	2,923	6,37	0,047	7,23	0,003	4,66	1,201
Г21	6,59	5,03	1,909	6,41	0,043	6,86	0,008	4,61	1,339
Г22	6,8	4,9	2,561	6,33	0,053	7,12	0,004	4,63	1,303
Г23	6,6	5,05	1,866	6,16	0,076	7,13	0,004	4,79	0,886
Г24	6,45	4,94	2,385	6,46	0,038	6,93	0,007	4,92	0,656
Г25	6,55	5,06	1,782	6,4	0,044	6,8	0,01	4,58	1,47
Г26	6,37	4,92	2,457	5,97	0,12	6,82	0,009	5,01	0,542
Г27	6,36	5,01	2,012	6,09	0,089	6,69	0,012	5,02	0,534
Г28	6,6	4,86	2,819	6,18	0,074	7,23	0,003	5,07	0,466

Результаты анализа за 2012 год

Номер точки	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Pb
T1									
T2	106,72	90,46	12,60	56,00	24,99	83,32	12,89	135,43	26,85
T3	77,9638	75,51161	<НПКО	42,80659	24,79981	82,07499	5,620931	107,0055	21,80577
T4	79,93897	77,00955	<НПКО	39,97454	20,41072	62,59938	6,141053	94,98549	18,02401
T5	85,99978	78,57269	<НПКО	39,55505	25,39044	58,08354	8,114224	95,50563	23,99406
T6	81,20014	77,52985	<НПКО	44,9395	28,92329	74,84055	2,120423	102,555	6,002803
T7	96,09622	89,08365	2,023319	46,00686	27,35526	64,87971	9,129892	115,2817	23,71141
T8	85,47035	74,36334	<НПКО	49,54028	35,337	73,28642	4,180935	119,6534	14,79983
T9	107,496	96,46296	0,927214	51,26855	31,56063	70,51255	10,78696	128,385	26,83225
T10	89,89207	80,24091	<НПКО	46,51553	25,70332	74,29613	6,89137	121,3678	20,69291
T11	78,90447	69,88168	<НПКО	44,42274	27,10832	73,96613	7,853165	172,8458	18,07234
T12	90,03232	79,94372	<НПКО	40,7041	21,71186	64,17826	7,879898	112,8799	16,3974
T13	88,01207	79,48976	<НПКО	44,00166	31,9085	66,68908	7,6998	141,5131	22,45574
T14	38,77549	49,77936	<НПКО	38,584	32,88218	64,97252	<НПКО	364,4793	3,768533
T15	91,36109	82,27742	<НПКО	45,6745	30,10188	69,73318	3,968542	114,1628	10,8711
T16	76,23895	70,6992	<НПКО	40,05126	34,00321	65,00287	2,911318	243,6451	6,929999
T17	74,04392	64,69643	<НПКО	42,645	38,53773	72,57383	2,880117	327,4287	8,344477
T18	55,60298	75,31081	<НПКО	30,86747	15,78237	59,24303	<НПКО	209,6923	<НПКО
Среднее	82,57	77,14	5,18	43,74	28,03	69,43	6,60	159,22	16,85