

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ГУБКИНСКО-СТАРООСКОЛЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ЗАПОВЕДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ЯМСКОЙ СТЕПИ

Доцент, кандидат геогр.наук **Н.А. Алексеенко**¹,

кандидат геогр.наук **А.А. Медведев**², магистрант **Т.В. Михайлова**¹

¹Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

²Институт географии РАН

valtuz@mail.ru, a.a.medvedeff@gmail.com, mikhailovatatyana@mail.ru, beskov_sk@mail.ru

Аннотация. Излагаются результаты изучения геохимического загрязнения экосистем одного из участков заповедника «Белогорье» — «Ямской степи» Губкинско-Старооскольским промышленным узлом, одно из предприятий которого вплотную подступило к охранной зоне участка. Исследование велось в двух направлениях: изучение динамики территории по космическим снимкам и применение картографического метода исследования для обработки полевых данных по загрязнению почв и снежного покрова. В результате оценено и подсчитано изменение площадей основных промышленных объектов в районе Ямской степи, рассчитаны значения суммарных показателей загрязнения почв и построено их распределение, проведено сравнение содержаний отдельных химических элементов с фоновыми значениями и нормативными концентрациями, получены и проанализированы карты пространственного распределения суммарного показателя загрязнения снежного покрова, значений pH и содержания растворенных солей в талой снеговой воде.

Ключевые слова: заповедник, геохимическое загрязнение почв и снежного покрова, картографический метод исследования

Abstract. The article presents the results of geochemical contamination study of ecosystems in the Natural reserve "Belogorie" - "Yamskaya steppe" caused by the GUBKINSKIY Starooskol'kim-industrial hub, one of the companies which came close to the Natural reserve's buffer zone. The study was conducted in two directions: analysis the land cover dynamics with the use of remote sensing data and cartographic research method for processing field data on soil and snow cover contamination.

The result of the study is the estimated change of the industrial areas near Yamskaya steppe, the calculated value of soil pollution its distribution, calculated ratio of the individual chemical elements concentration and the background concentration as well as the normative concentrations, maps of total snow cover pollution and maps of pH and dissolved salts in the melted snow water.

Keywords: natural reserve, geochemical soil and snow cover contamination, cartographic research method

Введение. «Ямская степь» — один из участков государственного природного заповедника «Белогорье», имеющий площадь 566 га, эталон степных экосистем Евразии, единственный в мире крупный плакорный массив типичной зональной целинной ковыльно-разнотравно-луговой степи на мощных черноземах в сочетании с дубравами, уникальная территория с десятками видов растений, занесенных в Красную книгу.

Участок «Ямская степь» расположен в Губкинском районе Белгородской области, где на относительно небольшой площади сосредоточен целый ряд предприятий: Лебединский ГОК, Стойленский ГОК, ЗАО «Осколцемент», ООО «ОСМиБТ» (ООО «Объединение строительных материалов и бытовой техники»), комбинат «КМАруда», Оскольский электрометаллургический комбинат, Губкинская ТЭЦ и др. Всего в Старооскольско-Губкинском регио-

не Курской магнитной аномалии сосредоточено около 185 промышленных объектов.

В непосредственной близости от Ямской степи, у ее северной границы находится хвостохранилище Лебединского ГОКа — крупнейшего российского предприятия по добыче и обогащению железной руды, введенного в эксплуатацию в 1971 г. В условиях растущего антропогенного воздействия особенно важна информация о фактическом состоянии биосферы и прогнозы ее будущего состояния [1].

Цель исследования: оценить влияние Губкинско-Старооскольского промышленного комплекса на заповедные экосистемы «Ямской степи». В соответствии с целью поставлены следующие задачи:

проследить динамику состояния природных комплексов по космическим снимкам.

построить карты геохимического загрязнения территории.

провести анализ полученных картографических материалов.

Проведение работ по добыче руды сказывается на экологическом состоянии региона. Наибольшая нагрузка приходится на верхнюю часть литосферы. Перемещаются громадные массы руды и породы, сложившийся естественный ландшафт заменяется техногенным. В Губкинско-Старооскольском промышленном районе суммарные валовые выбросы пыли и вредных газов достигают 100–102 тыс. т в год. Пылящие поверхности сухих пляжей хвостохранилищ и гидроотвалов представлены главным образом измельченными кварцитами, содержащими более 50% SiO_2 и обогащенными Fe, Mn, Cr, Pb, Zn и другими металлами.

Методы. Для выявления изменений в районе исследования были взяты снимки за 1984 и 2013 гг. По снимкам выделены зоны, занятые основными промышленными предприятиями, в том числе карьеры, хвостохранилища и отвалы пустых горных пород, и получены карты, отображающие состояние промышленности в разные годы, из которых видно, что изменилась площадь, занимаемая промышленными объектами. С 1984 по 2013 гг. территория, занимаемая Лебединским и Стойленским горно-обогатительными комбинатами, увеличилась в 1,3 раза. Стали больше карьеры горно-обогатительных комбинатов, изменились очертания отвалов. В балке Чуфичева плотинами были образованы хвостохранилища. И если по состоянию на 1984 г. в рельефе еще прослеживается сеть оврагов и балок в «Ямской степи», то к 2013 г. естественный рельеф здесь полностью нарушен.

С момента введения на изучаемой территории заповедного режима здесь проводились различные исследования, некоторые из них носили описательный характер, и анализ их одновременной динамики позволяет сделать только текстовые выводы, другие имели координатную привязку и могут быть подвержены математическому и картографическому анализу. Геохимические исследования, наиболее детально проводившиеся в последнее десятилетие, относятся ко второй группе.

Для оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами и другими микроэлементами в 2006 г. в «Ямской степи» прово-

дилось исследование, которое включало:

изучение основных геохимических особенностей сопряженного ряда почв заповедника; площадное геохимическое опробование почв участка; фоновые исследования.

Для выявления основных закономерностей фоновой геохимической структуры ландшафтов участка была заложена катена от автономного ландшафта (поверхность плакора) к супераквальному (днище балки Суры), в пределах которой были описаны черноземы типичные и выщелоченные, а также лугово-черноземные почвы. Отбор проб из почвенных разрезов проводился по генетическим горизонтам.

Площадное геохимическое опробование участка проводилось по сетке 100×100 м. Точная привязка точек отбора проб осуществлялась с помощью GPS-приемника Garmin. Пробы отбирались из верхнего горизонта почв (как правило, это была дернина) с глубины 0–5 см методом «конверта». Отбор фоновых проб почв проводился по семи пунктам: Сапрыкино, Огибное, Савенково, Дубровка, Меловое, Дальняя Ливенка и Коньшино.

Лабораторный анализ проб почв на содержание микроэлементов проводился масс-спектральным методом с индуктивно-связанной плазмой (MS), либо атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой (AES) в Аналитическом сертификационном испытательном центре (АСИЦ) Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья (ВИМС) им. Н.М. Федорова.

Всего было проанализировано около 100 проб, в каждой из них определялось содержание 54 химических элементов. Как известно, индикаторами загрязнения окружающей среды при добыче и обогащении железной руды являются приоритетные элементы (свинец, серебро, мышьяк, таллий) и сопутствующие (цинк, вольфрам, кобальт, ванадий). Кроме перечисленных элементов-трассеров, рекомендуемых, согласно классификации химических веществ для контроля загрязнения окружающей среды при железорудном производстве и относящихся к разным классам опасности, была выделена группа элементов, которые не являются приоритетными, но многие из которых могут

оказать весьма негативное воздействие на живые организмы — никель, медь, хром, железо, марганец, ванадий, титан, и группу рассеянных элементов, являющихся примесями в руде — индий, селен, теллур, кадмий, германий.

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на окружающую среду по данным за 2006 г. проводилась по следующим показателям: коэффициент концентрации химического вещества (K_c) и суммарный показатель загрязнения (Z_c).

K_c определяется отношением фактического содержания определяемого вещества в почве (C_i) в мг/кг почвы к региональному фоновому ($C_{ф}$): $K_c = C_i / C_{ф}$. Суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов-загрязнителей и выражается следующей формулой: $Z_c = \sum (K_{c_i} + \dots + K_{c_n}) - (n-1)$, где n — число определяемых суммируемых вещества; K_{c_i} — коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения. При расчете Z_c принимаются во внимание только вещества с $K_c > 1$ [2].

Расчеты были проведены для 15 химических элементов (As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, V, W, Zn). Основными критериями выбора элементов являлись их экологическая значимость и выявленные уровни содержания. По каждой точке отбора проб для каждого из перечисленных выше элементов рассчитывался коэффициент концентрации данного элемента в почве. Затем на каждую точку почвенного опробования высчитывался суммарный показатель загрязнения, включающий значения коэффициентов концентрации выбранных элементов. Работа проводилась с помощью программного пакета ArcGIS 10.2.

Далее содержания химических элементов в почвах сравнивались с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК) и фоновыми содержаниями тяжелых металлов и мышьяка в черноземах [3, 4]. Все значения содержания химических элементов подразделялись на три группы:

- 1) меньше фонового и меньше ПДК/ОДК;
- 2) больше фонового и меньше ПДК/ОДК;
- 3) больше ПДК/ОДК и больше фонового.

Результаты. Для каждого химического элемента были построены схемы, которые отображают их пространственное распределение и позволяют оценить отклонение содержания относительно фоновых значений и ПДК/ОДК. Анализ показал, что превышение ПДК наблюдается по двум элементам — свинцу и хрому. Содержание мышьяка на большей части территории не превышает фоновых показателей. На 1/2 площади заповедного участка содержание кадмия и цинка превышает фон. Распределение сурьмы, никеля, меди и ванадия достаточно равномерное, содержание этих элементов на большей части территории превышает фоновое (рис.1).

Для математико-картографического анализа была построена цифровая модель рельефа (по горизонталям, оцифрованным с топографической карты 1968 г. масштаба 1:25 000), затем по ней, используя инструменты Slope и Aspect (ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Surface), были построены карты углов наклона и экспозиции склонов.

Было выявлено, что максимальные значения Z_c приурочены к склонам и днищам балок. Такое распределение может быть связано с влиянием стаявшего снега, осадков и ветра. Однако взаимосвязь загрязнения с экспозицией склонов не выявлена: в большинстве случаев в области с максимальными значениями суммарного показателя загрязнения попадают как склоны северной, северо-восточной, северо-западной, так и южной, юго-восточной, восточной экспозиции. Подсчет коэффициентов корреляции показал слабую прямую связь с углами наклона, что объясняет увеличение суммарного показателя загрязнения на склонах балок.

По значениям суммарного показателя загрязнения Z_d было построено пространственное распределение данного показателя (рис. 2). Величина суммарного показателя имиссии Z_d (уровень загрязнения окружающей среды) по 14 основным поллютантам изменяется на исследуемой территории в достаточно широких пределах: от 5 в урочище Водяное до 64 в урочище Михерево, расположенного вблизи охранной зоны «Ямской степи». В начале марта 2012 г. в районе «Ямской степи» была проведена снегомерная геохимическая съемка [5].

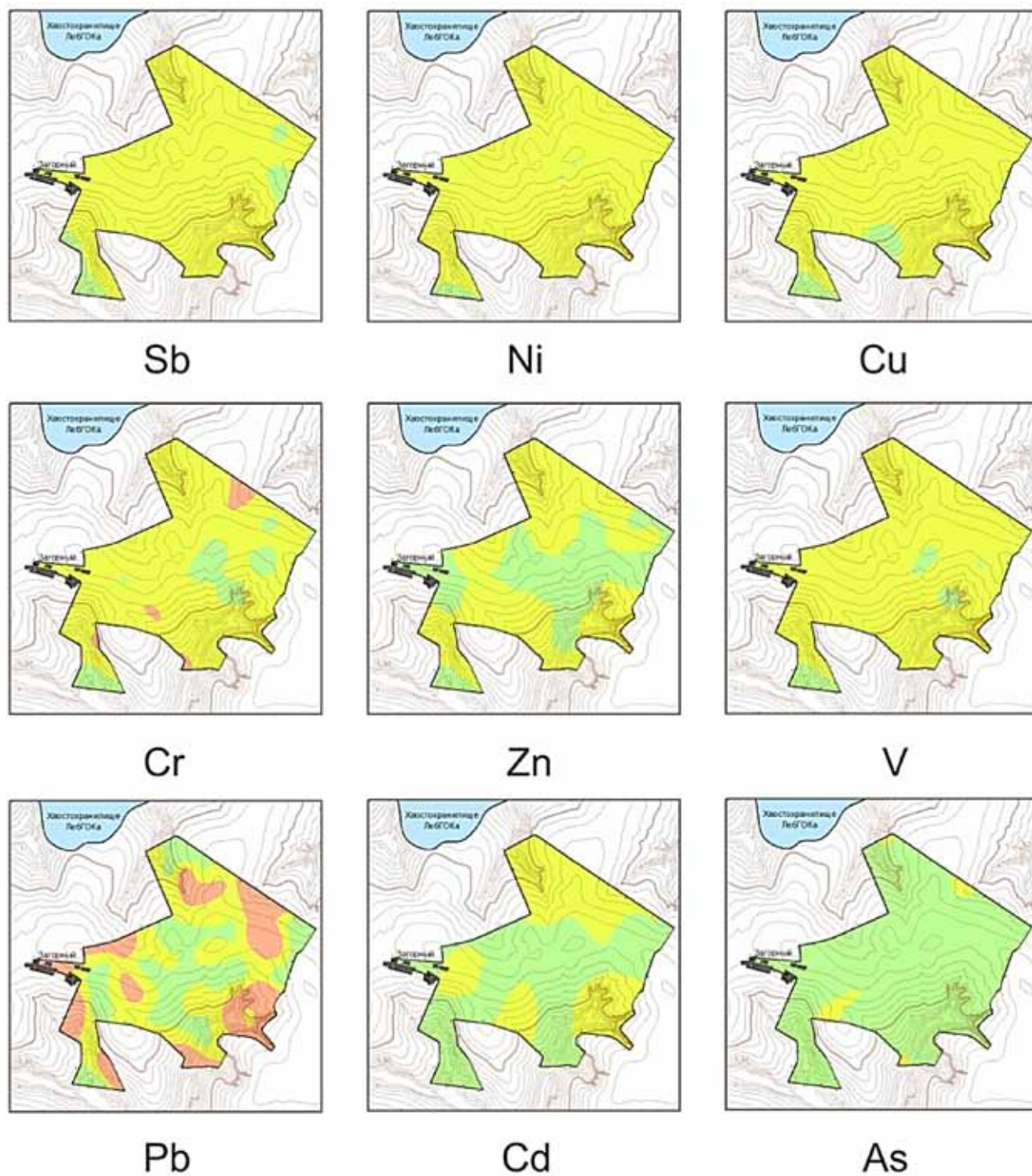


Рис. 1. Распределение содержания химических элементов относительно фоновых значений и нормативных концентраций в почвенном покрове «Ямской степи»:

- больше фоновое значения, больше нормативной концентрации;
- больше фоновое значения, меньше нормативной концентрации;
- меньше фоновое значения, меньше нормативной концентрации

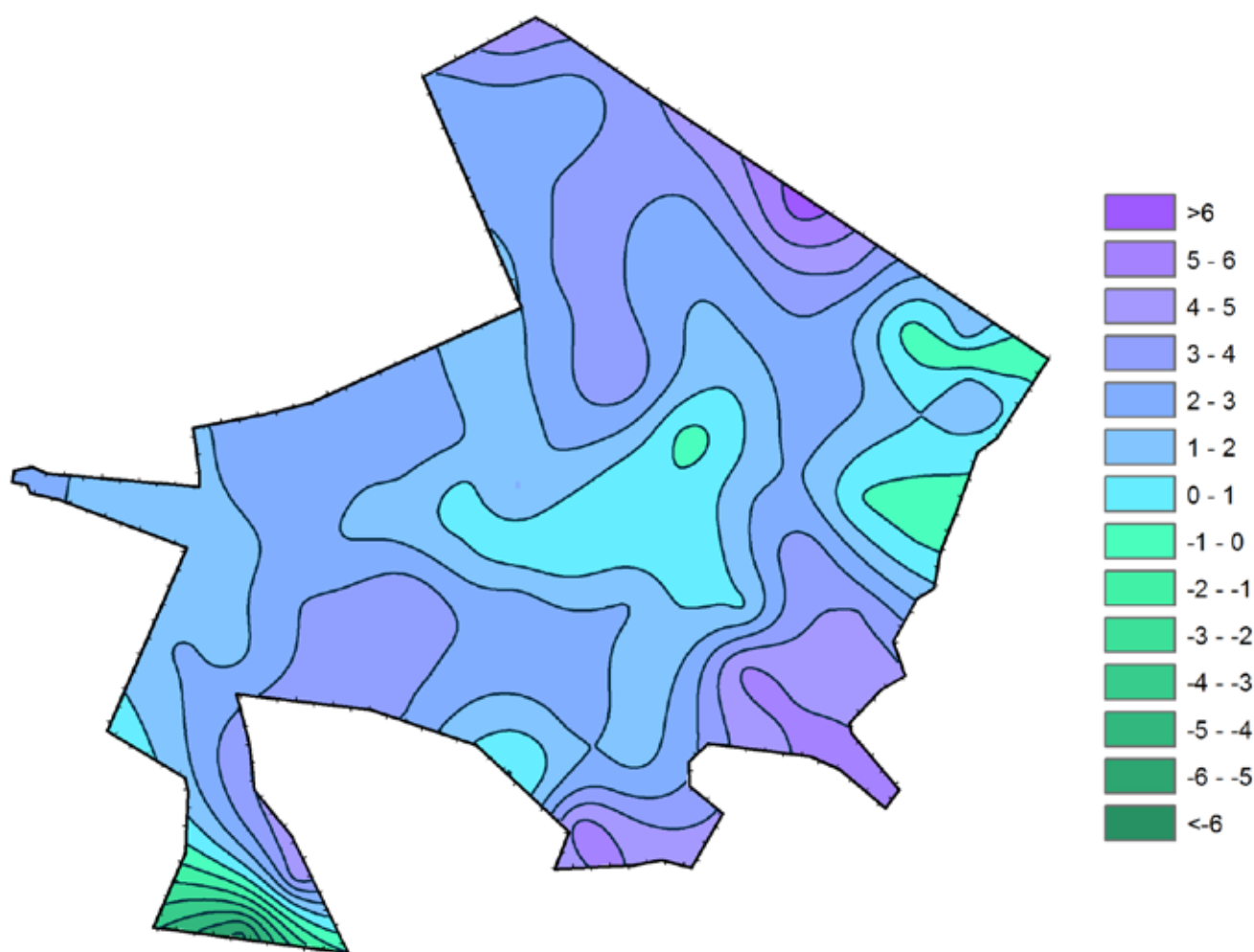


Рис. 2. Распределение суммарного показателя загрязнения

Всего было опробовано 27 точек. По представленным данным были построено распределение суммарного показателя загрязнения снежного покрова. На полученной карте четко выделяются два максимума: к одному из них с севера примыкает Лебединский ГОК, в непосредственной близости от другого восточнее располагается Оскольский электрометаллургический комбинат (рис. 3). Также было построено распределение значений pH. В районе исследований установлено повсеместное подщелачивание снежного покрова относительно фона, при этом наибольшие значения зафиксированы в точках на незначительном удалении от Лебединского ГОК. Относительно фона в снежном покрове исследуемой территории содержание растворенных солей увеличивается в 3–5 раз (до 55 мСм/см), причем локальные максимумы также установлены в непосред-

ственной близости от ГОК, а также вблизи ОЭМК. При наложении изолиний суммарного показателя загрязнения снежного покрова на цифровую модель рельефа SRTM закономерностей, объясняющих выделение локальных максимумов положением в рельефе, обнаружено не было.

Выводы. Исследования в данном районе диктуются необходимостью сохранения уникального эталонного заповедного участка «Ямская степь», который 45 лет находится в зоне влияния комплекса горнорудных и других предприятий. За это время изучались изменения в составе флоры и фауны, а также современное состояние ландшафтов в зоне влияния. Установлено уменьшение численности или исчезновение видов, характерных для естественных дубрав и степей и увеличение разнообразия и обилия луговых мезофилов. Прямая связь

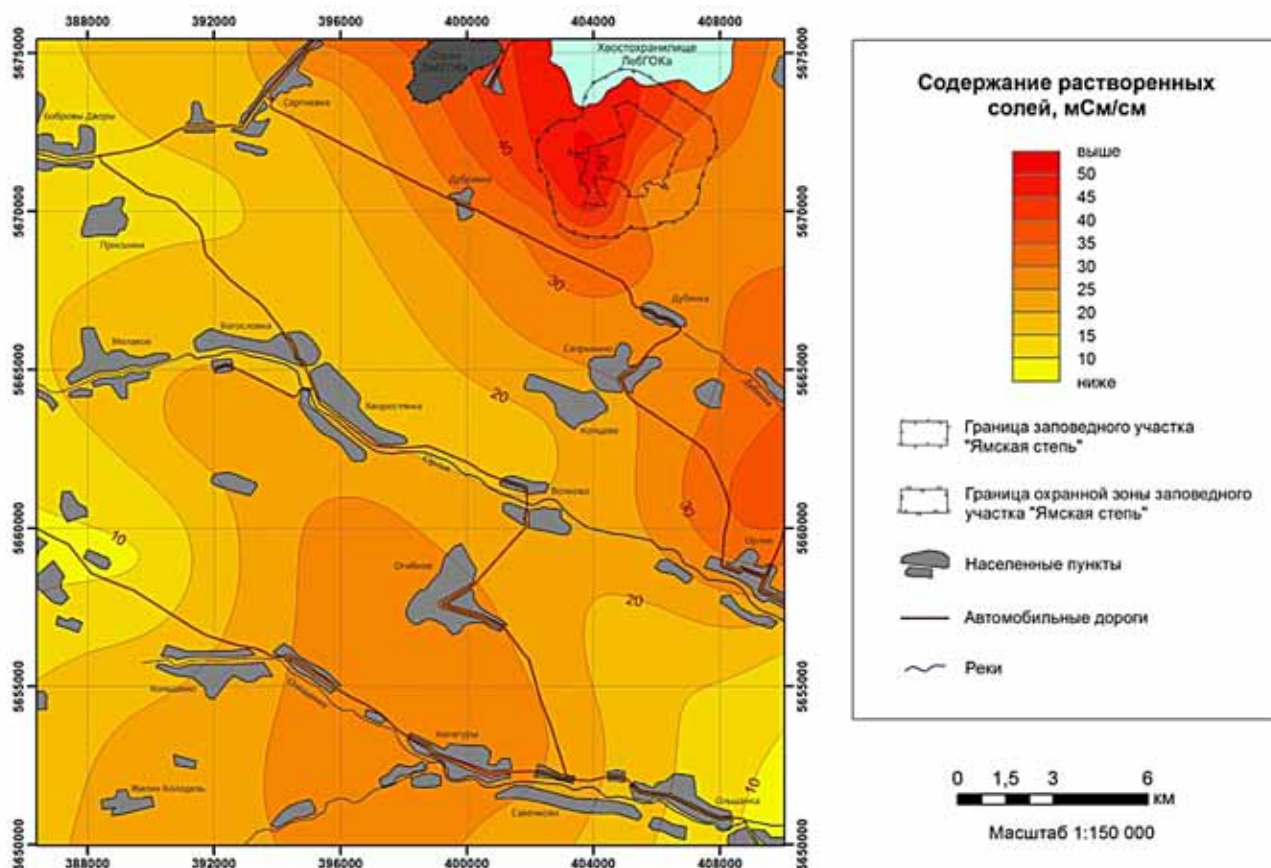


Рис. 3. Содержание растворенных солей в талой снеговой воде в 2012 г.

этих изменений с близостью ГОК не очевидна и не доказана.

Самое очевидное воздействие — геохимическое загрязнение воздуха и почвенного покрова. Для визуализации этого воздействия в данной работе был применен картографический метод исследования, результаты которого показывают превышение нормативных концентраций по основным загрязнителям, а также корреляцию наибольших значений загрязнения с близостью Лебединского ГОК и Оскольского электрометаллургического комбината.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 13-05-41094 РГО_a

ЛИТЕРАТУРА

1. Заповедник «Белогорье». URL: http://www.zapovednik-belogorye.ru/jamskaja_step/ (дата обращения 15.10.2013).
2. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
3. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» / Библиотека ГОСТов, Стандартов и нормативов URL: <http://www.infosait.ru/>.
4. ГН 2.1.7.2042-06 «Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве» / Библиотека ГОСТов, Стандартов и нормативов URL: <http://www.infosait.ru/>.
5. Отчет «Эколого-геохимическая оценка снежного покрова», заповедник «Белогорье». Кн. 1, Ч. 1. 2012. 178 с.

Принята к печати 18 августа 2014 г.