

ГОРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 004.9:528:622

КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА АТМОСФЕРУ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

**В. Н. Опарин¹, В. П. Потапов², О. Л. Гиниятуллина²,
А. А. Быков², Е. Л. Счастливцев²**

¹Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН,
E-mail: oparin@misd.ru, Красный проспект, 54, 630091, г. Новосибирск, Россия

²Институт вычислительных технологий СО РАН (Кемеровский филиал),
ул. Рукавишниковая, 21, 650025, г. Кемерово, Россия

Предложен комплексный метод оценки загрязнений атмосферы горнопромышленного региона с использованием методов инструментального, расчетного и дистанционного мониторинга. Обоснованы алгоритмы обработки экспериментальных данных для расчетного и дистанционного методов оценки загрязнений снежного покрова как универсального индикатора распространения поллютантов в атмосфере. Приводятся результаты мониторинга техногенной нагрузки на атмосферу крупного горнопромышленного кластера Кузбасса с применением комплексного метода.

Атмосфера, загрязняющие вещества, мониторинг, горнопромышленный регион, комплексный метод обработки данных, снежный покров, дистанционное зондирование Земли

DOI: 10.15372/FTPRPI20170518

Одной из актуальных проблем горнопромышленных регионов нашей страны остается загрязнение атмосферного воздуха и наземных экосистем выбросами в атмосферу от производственных процессов угледобычи. Зачастую горнодобывающие предприятия находятся либо в непосредственной близости, либо в территориальных границах населенных пунктов и оказывают непосредственное воздействие на природные комплексы и население. Особенно характерно это для Кемеровской области, где угледобыча развивается наиболее интенсивно и превышает 215 млн т в год.

По данным [1], общая масса выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) от стационарных источников Кемеровской области в 2015 г. составила 1344.459 тыс. т. Наибольшее воздействие оказывают предприятия по добыче полезных ископаемых (61.1%), обрабатывающие производства (20.1%), предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа и воды (16.7%). Основная масса выбросов приходится на газообразные и жидкие вещества (90.4%), твердые вещества составляют 9.6%. Самая высокая антропогенная нагрузка наблюдается в Новокузнецком районе — 5005 кг/чел, в Беловском — 2033, Прокопьевском — 2786, Ленинск-Кузнецком — 2741 кг/чел. Эти же районы являются и основными кластерами по добыче угля в Кузбассе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-45-420277 p_a), а также ОНЗ РАН (проект ОНЗ-3.1).

Энергетика и добыча угля вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха. Начиная с 2011 г. выбросы энергетического комплекса увеличились с 223.038 до 224.515 тыс. т, а выбросы топливной промышленности — с 804.266 до 810.597 тыс. т. При этом основную долю выбрасываемых в атмосферу ЗВ угледобывающих районов представляет метан. Выбросы твердых загрязняющих веществ составляют 19.6% от общих выбросов топливной промышленности региона.

Существующая система инструментального мониторинга загрязнения атмосферы является “точечной” и находится в крупных городах Кузбасса. Стационарные посты регулярных наблюдений имеются в трех городах: в Кемерово — 8, в Новокузнецке — 8, в Прокопьевске — 2. Данные стационарных постов служат источником прямой и статистически обеспеченной информации [2], но не позволяют дать более детальную обобщенную региональную оценку экологического состояния как природно-техногенных комплексов угледобывающих районов, так и здоровья населения.

Расчетный мониторинг дает возможность получать континуальные пространственные картины загрязнения атмосферы и почвы, а также осуществлять прогноз воздействия выбросов от проектируемых предприятий. Он основан на применении соответствующих математических моделей переноса ЗВ в атмосфере на базе значительного упрощения аэродинамических процессов и использования приближенных исходных данных.

Дистанционный мониторинг основан на обработке космических снимков и позволяет получать пространственную картину распределения поллютантов по территории, характеризующей реальное воздействие существующих промышленных выбросов (например, по загрязнению снега). Однако при этом достаточно трудно получить количественные характеристики, выраженные не в спектральной отражательной способности объектов, а принятыми в действующих нормативных документах.

Таким образом, необходима интеграция данных наземного, расчетного и дистанционного мониторинга. При ведении расчетного мониторинга проверка качества моделей и корректность исходных данных являются основными задачами, без решения которых нельзя быть уверенным в достоверности получаемых выводов. Оценка качества результатов, достигнутых расчетными методами, можно осуществить не только путем “прямых инструментальных замеров” концентраций вредных веществ. Хорошо известно, что снеговой покров выступает как надежный индикатор долговременного загрязнения атмосферы [2–5], что характерно для регионов с длительным зимним периодом.

С момента установления снежного покрова и до весеннего таяния в нем происходит накопление оседающих ЗВ, поэтому анализы снеговых проб используются как для оценки общей интенсивности, так и элементного состава поллютантов от близрасположенных источников [4, 5]. Интенсивность общей запыленности снега можно оценивать также с привлечением методов дистанционного зондирования Земли. Поскольку “выбросы” пыли от большинства производственных процессов угледобычи (взрывные работы, формирование отвалов, погрузка и транспортировка угля и породы) имеют достаточно устойчивую связь с выбросами параллельно образующихся газообразных ЗВ [6], индексы потемнения снега весьма надежно характеризуют сравнительную интенсивность выбросов угледобывающих предприятий по большинству примесей.

О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНЫМИ АЭРОЗОЛЯМИ

Классическим методом инструментального мониторинга атмосферного загрязнения аэрозолями является отбор проб снежного покрова с последующим их весовым и химическим анализом в лаборатории. Однако, несмотря на то, что анализ снеговых проб — “прямой метод” контроля, он имеет существенные ограничения в части “подробности” получения пространст-

венных характеристик загрязнения снега. Без привлечения соответствующих методов на основе проб снега практически невозможно установить границы распространения загрязнений и отследить их изменение во времени и пространстве.

Оценка выпадения ЗВ из атмосферы на подстилающую поверхность с помощью расчетного мониторинга не входит в перечень обязательных задач при проведении проектных работ, с учетом которых принимаются управленческие решения. Поэтому, в отличие от “нормативных моделей” загрязнения атмосферы [7, 8], обязательных к применению в таких работах, нет единой методики проведения комплексной оценки.

Для сравнения результатов математического моделирования загрязнения атмосферы с экспериментальными данными о загрязнении снежного покрова в ИВТ СО РАН разработана локальная модель [9] для расчета выпадения аэрозолей из атмосферы на подстилающую поверхность за длительный период времени T (сезон, год). К настоящему времени эта модель усовершенствована и верифицирована на большом объеме экспериментальных данных.

В модели учитываются следующие факты. Суммарный поток частиц из атмосферы на подстилающую поверхность складывается из вымывания осадками и сухого выпадения P_c ($\text{г}/\text{м}^2$) за период T . Вымывание, особенно в зимний период, составляет незначительную часть от общего потока и существенно влияет только вблизи источника загрязнений. Основной вклад в снеговое загрязнение вносит сухое выпадение $P = \bar{C}_3 V_d$, где средняя за зимний период концентрация \bar{C}_3 вычисляется на основе нормативной методики [8], а имеющий размерность скорости коэффициент V_d фактически является коэффициентом захвата поверхностью Земли частиц с концентрацией \bar{C}_3 . Параметр V_d зависит от скорости гравитационного осаждения, шероховатости поверхности и ряда других параметров приземного слоя атмосферы. Он вычисляется в модели для частиц различных размеров и атмосферных параметров с использованием метода сопротивлений [10].

На рис. 1 для круговой розы ветров показаны изменения расчетного выпадения за зимний период пылевых частиц различных размеров в зависимости от расстояния от источника (поллютанта) высотой 10 м и интенсивностью выбросов 1 г/с. При плотности $2 \text{ г}/\text{см}^3$ скорости выпадения V_d соответствуют размерам частиц 10–15 мкм и 20–25 мкм соответственно.

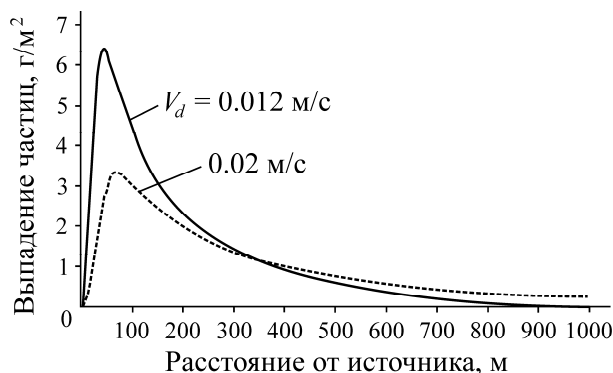


Рис. 1. Изменение выпадения частиц с различной скоростью V_d от источника-поллютанта высотой 10 м с интенсивностью 1 г/с за зимний период

Разработанная модель расчета выпадения пылевых частиц дает хорошее соответствие “расчетного загрязнения” снежного покрова с экспериментальными данными дистанционного зондирования Земли, а также снеговых проб, подтверждая корректность применения нормативных моделей [7, 8] и необходимой полноты сведений об источниках-поллютантах. Модель реализована

как дополнительная функция программного комплекса ЭРА (www.logos-plus.ru) и позволяет использовать накопленные в форматах комплекса данные инвентаризации источников для большей части предприятий Кузбасса, а также других регионов Сибири.

Современные возможности дистанционного зондирования Земли обеспечивают мониторинг и оценку влияния выбросов горнопромышленных регионов на формирование зон пылевого загрязнения соответствующих территорий с интенсивной добычей угля. В [11] описаны методы обработки космических снимков среднего разрешения с целью выделения границ промышленных загрязнений. Они позволяют получать данные измерений на больших территориях с выделением зон аномальных значений спектральной отражательной способности снега. Последние указывают на наличие пылевых загрязнений в увязке с источниками “выбросов”.

В настоящее время, благодаря дистанционному зондированию высокого разрешения со спутника Sentinel 2A, методический подход [11] адаптирован и развит в соответствии со спецификой обработки данного типа снимков. На рис. 2 приведен пример такого снимка для одного из горнодобывающих предприятий Кузбасса в зимний период времени.



Рис. 2. Снимок загрязнения снега пылевыми выбросами одного из угледобывающих предприятий Кузбасса на границе с селитебными зонами по данным космического мониторинга

Предложенный в [11] метод оценки загрязнения снежного покрова основан на применении “индекса снега” и позволяет получать зоны аномальных значений интенсивности спектральной отражательной способности объектов за счет алгоритмических преобразований красной и ближней инфракрасной полосы. В результате обработки выделяется зона загрязнения, однако провести градацию внутри нее по значениям этого индекса практически невозможно. С учетом того, что новые данные со спутника Sentinel 2A являются гиперспектральными и обладают большей информативностью, для их обработки использовались алгоритмы объектно-ориентированного метода (Future extraction method). Суть такого подхода заключается в комплексном выделении структурных, текстурных и пространственных характеристик изучаемых объектов на космоснимке по некоторым правилам или их комбинации как объектов, не используя значения отдель-

ных пикселей. В настоящее время для этого метода активно развиваются алгоритмы обработки изображений, учитывающие изменения гистограмм, различные фильтры (медианные, анизотропные и др.), морфологические операции, нейронные сети, нечеткие множества и др. [12–14]. Выбор соответствующего алгоритма обработки изображения зависит от характера решаемой задачи. Так, при оценке пылевого загрязнения снежного покрова на гиперспектральных снимках требуется выделить зону аномалии в целом (т. е. условные границы загрязнения) и выполнить более детальную градацию внутри нее.

С этой целью используется объектно-ориентированный алгоритм выделения сегментов на изображении, который работает не на одной полосе изображения, а на их совокупности. Наилучший результат обработки “запыленности” снежного покрытия дает алгоритм с опцией, которая определяет границы сегментов при изменении интенсивности в любом канале, и полного списка значений длин волн при последующем слиянии малых сегментов в более крупные. В итоге получается сегментированное изображение снежного покрова, для которого достаточно четко распознаются границы изменения интенсивности отражения снега, характеризующие степень его загрязнения.

В настоящей работе предложен подход к оценке пылевого загрязнения снега, основанный на применении результатов обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в комплексе с расчетной моделью выпадения пылевидных частиц и учетом результатов моделирования данных “прямого снегового анализа” в контрольных точках.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ОСЕДАНИЯ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ КУЗБАССА

В качестве первого примера рассмотрим территорию Бунгуро-Чумышского угледобывающего кластера масштаба 20×26 км, расположенного в южной части Кемеровской области. В этом районе имеются данные инструментальных замеров загрязнения снега, проведенных в марте 2017 г. Расчетная оценка выпадения пыли в снег возможна в реальном времени на основе данных о расположенных на территории источниках пылевых выбросов и повторяемости скоростей и направлений ветра за период с ноября 2016 по март 2017 г. Имеются также данные ДДЗ, относящиеся к марту 2017 г.

Весной 2017 г. в районе осуществления горных работ разреза “Сибэнергоуголь” и ближайших населенных пунктов в шести точках проведены отборы проб снега. Пробы проанализированы на содержание различных химических элементов и суммарное содержание пылевых частиц (твердый остаток). В таблице приведены концентрации твердых частиц в снеговой воде и пересчитанные с учетом мощности (глубины) снежного покрова и его плотности значения выпадений в снег пылевых частиц.

Для расчета выпадения пыли в снеговой покров использованы данные об источниках выброса в атмосферу четырех угольных разрезов, выбросов печного отопления от расположенных на обследуемой территории населенных пунктов, дорог общего пользования и не покрытых растительностью и снегом участков старых горных разработок и отвалов. Данные инвентаризации источников загрязнения атмосферы разреза ООО “Сибэнергоуголь” предоставлены администрацией предприятия в полной форме. Выбросы остальных угольных разрезов, автодорог и старых отвалов оценены ориентировочно на основе удельных показателей. При значительном удалении от точек отбора проб такой подход вполне приемлем для исследовательских расчетов загрязнения снега. Печное отопление населенных пунктов задано площадными источниками, а их “выбросы” рассчитаны исходя из количества дворов и среднего значения сжигаемого за зиму угля при ручной загрузке на неподвижные колосники. Всего в расчете учитывалось 138 источников, в том числе 6 точечных, 81 — площадных и 51 — линейных.

Коды точек отбора, их координаты и результаты снеговых проб, взятых весной 2017 г.

Код	Координаты, угл. град	Мощность снежного покрова, см	Плотность снежного покрова, г/см ³	Запас H ₂ O, V, л/м ²	Твердый остаток, мг/дм ³	Выпадение за зиму, г/м ²
T1	N 53.65024 E 86.91170	213	0.3704	789	164.5	129.79
T3	N 53.64700 E 86.89955	60	0.2217	133	207.2	27.56
T2	N 53.63851 E 86.85390	90	0.2744	247	66.9	16.52
T4	N 53.61587 E 86.91357	59	0.2051	121	63.6	7.69
T5	N 53.61444 E 86.92321	62	0.2452	152	53.0	8.06
T6	N 53.59819 E 86.91881	82	0.2427	199	115.1	22.91

Из-за значительного влияния дисперсного состава (см. рис. 1), суммарные пылевые выбросы всех источников в процессе расчета выпадения автоматически разделяются по фракциям в зависимости от их классификации [16]. Для построения “розы ветров” и плотности распределения ветра по скоростям (важнейшие параметры долговременного загрязнения атмосферы и выпадения ЗВ) использованы данные стандартных метеорологических наблюдений ближайшей метеостанции в аэропорту Спиченково. Ряды наблюдений стандартных метеопараметров взяты на сайте www.gr5.ru.

Следует отметить, что высота снега и запас снеговой воды определяются конкретными особенностями расположения точек отбора. К ним относятся рельефные формы, направления воздушных течений, наличие аэродинамических препятствий и т. д. Предполагалось, что распространяющиеся с воздушными потоками пылевые частицы ведут себя примерно так же, как и снеговые.

Для более корректного сопоставления расчетных и замеренных данных о пылевой “нагрузке” на снежный покров расчетные значения умножаются на поправочный коэффициент V / V_{\min} (V — объем снеговой воды из таблицы; V_{\min} — его минимальное значение для рассматриваемых точек T1 – T6). Значения расчетного выпадения поллютантов на рис. 3 получены с учетом этой операции. Коэффициент корреляции для измеренных и расчетных значений составил 0.98.

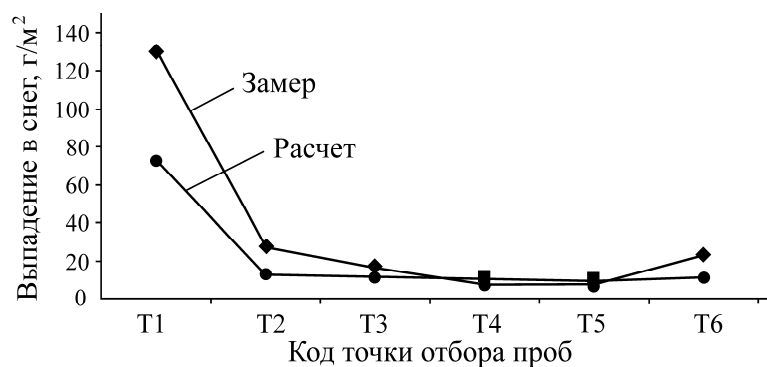


Рис. 3. Сравнение расчетных значений снегового загрязнения с данными натурных измерений в точках отбора проб за зиму

Изолинии расчетного выпадения пылевых частиц в снеговой покров на фоне космического снимка территории представлены на рис. 4. Как видно, направление потемнения снега на космоснимке происходит в соответствии с преобладающими направлениями ветров, что является одним из важнейших входных параметров модели расчета долговременного выпадения пыли: изолинии расчетного выпадения также направлены на север и северо-восток. Удовлетворительное соответствие расчетных и замеренных данных в точках снегового анализа позволяет заключить, что разработанная модель может быть использована для получения приближенного количественного соответствия характеристик выпадения пылевых частиц с данными спектрального анализа при обработке космоснимков.

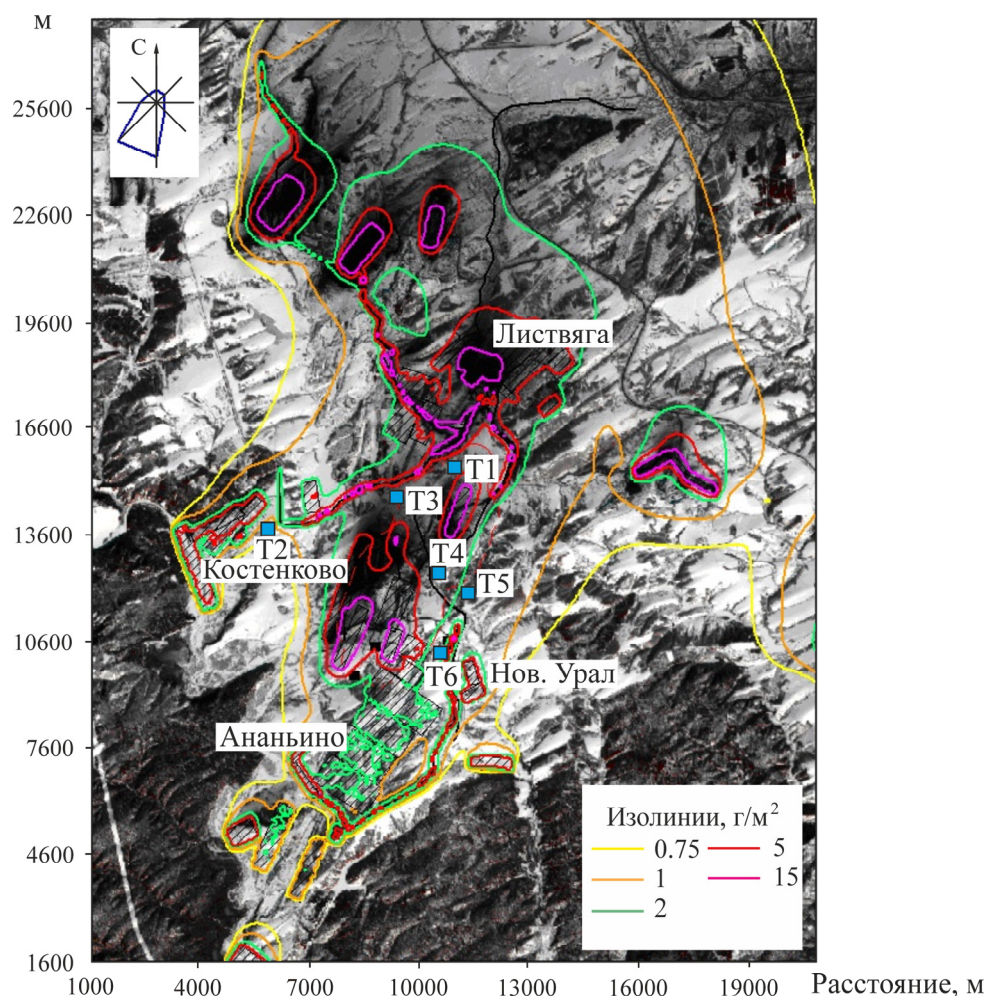


Рис. 4. Изолинии расчетного выпадения пылевых частиц за зимний период 2016–2017 гг. на фоне космического снимка территории Бунгуро-Чумышского угледобывающего района. Черные области на юге и западе являются лесными массивами (Т1–Т6 — точки отбора проб снега)

Предлагаемый подход к комплексному мониторингу загрязнения атмосферы и снега в виде цепочки “космоснимки – модель – пробы” можно применять и для оценки пылевого загрязнения крупных угледобывающих кластеров. Подобным кластером являются угледобывающие территории Киселевского, Прокопьевского и Новокузнецкого районов Кузбасса, которые охватывают свыше 2.5 тыс. км². Эта территория характеризуется большим количеством промышленных и бытовых источников загрязнения, а также высокой плотностью угледобывающих предприятий.

Для проведения расчета снегового загрязнения пылевыми частицами использованы данные об источниках выброса в атмосферу Киселевска, Прокопьевска и Новокузнецка. Учтены не только предприятия угледобычи, но и все остальные, входящие в состав сводных томов предельно допустимых выбросов (ПДВ) по указанным городам. Всего в расчете учтено 2839 источников, из которых 576 “неорганизованных площадных” относятся к предприятиям угледобычи. Пылевые выбросы источников энергетики, теплоснабжения и угледобывающих предприятий разделены по фракционному составу, а выбросы остальных источников — единообразно на пять фракций [11]. Необходимые для расчета данные метеопараметров совпадают с таковыми для первого примера.

В результате обработки космоснимков со спутника Sentinel 2A описанным методом получено сегментированное изображение на всю территорию с четким выделением зоны загрязнения в целом и разбиением ее на отдельные сегменты. Используемый при обработке данных алгоритм позволил четко выделить шесть сегментов в состоянии снежного покрова: один сегмент (с самой низкой отражательной способностью в ИК-спектре) характеризует плотность распространения источников загрязнения и пять сегментов отражают процесс оседания ЗВ. Для каждого сегмента получены соответствующие спектральные кривые.

Совмещение результатов обработки данных ДЗЗ за март 2017 г. и изолиний выпадения пыли позволило получить изображение, представленное на рис. 5. Видно, что в контуре расчетной изолинии выпадения пыли 5 г/м^2 отмечается 100%-е попадание объектов с резким падением значений отражения в области ИК-спектра (рис. 6, линия 5). Далее происходит распределение выделенных сегментов по еще четырем классам — с увеличением значений в ИК-спектре (линии 1–4), что соответствует характеру распределения ЗВ от источников. Таким образом, удалось провести идентификацию степени загрязнения снега по данным спектрального анализа. Согласно рис. 5, оседание пыли происходит в северо-восточном направлении от источников загрязнения, что соответствует преобладающему направлению розы ветров в данном регионе за исследуемый период.

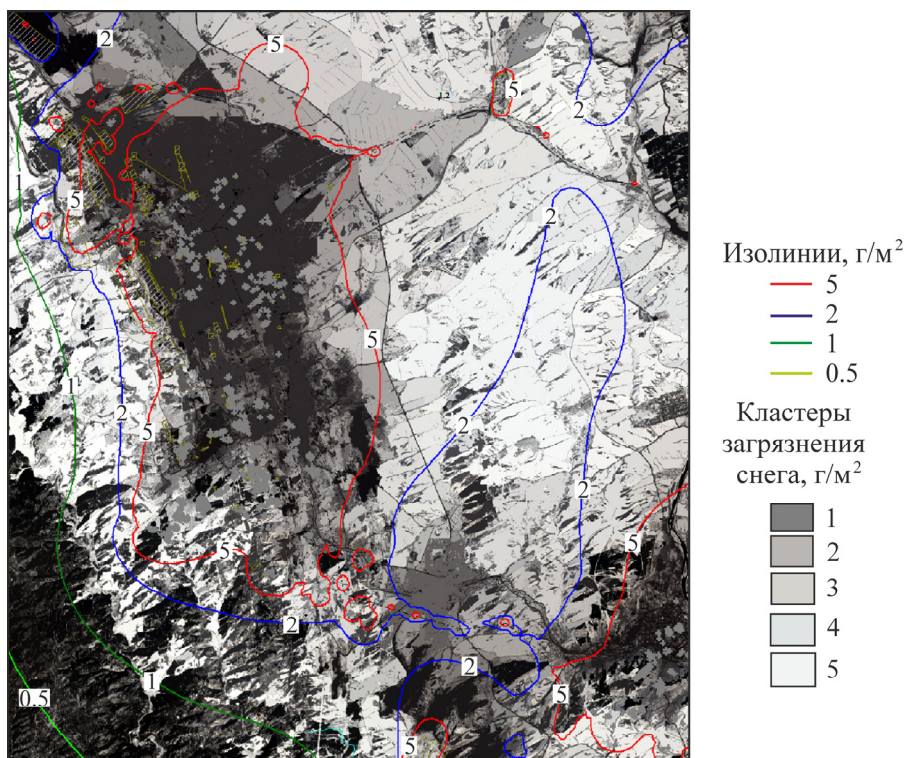


Рис. 5. Совмещение результатов объектно-ориентированной обработки данных ДЗЗ и изолиний модельной оценки пылевого загрязнения снега Прокопьевско-Киселевского района

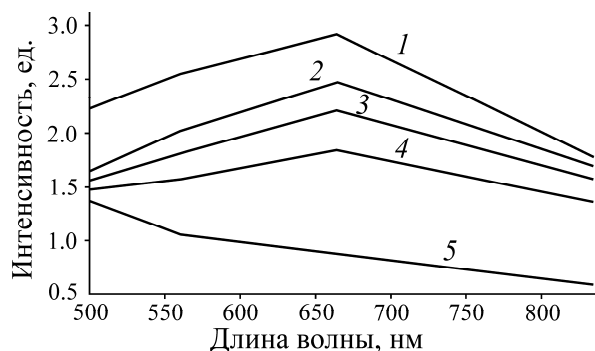


Рис. 6. Спектральная отражательная способность снега в выделенных сегментах изображения (обозначения линий соответствуют уровням загрязнения 1 – 5 г/м²)

ВЫВОДЫ

Предложен новый подход к проведению комплексного мониторинга снегового загрязнения горнопромышленных территорий, обеспечивающий оценку общей техногенной нагрузки на атмосферный воздух, почвенный и растительный покров, населенные пункты угледобывающего района в целом. При этом инструментальный мониторинг является источником прямой и наиболее достоверной информации в контрольных точках и используется для верификации модельных теоретических оценок и данных дистанционного зондирования Земли.

Объектно-ориентированная обработка результатов дистанционного зондирования Земли позволяет выявлять ареалы выпадения атмосферных аэрозолей от источников техногенной нагрузки на горнопромышленную территорию с последующим их зонированием и выделением аномальных зон.

На примерах горнодобывающих районов Кузбасса показано, что интеграция данных дистанционного зондирования Земли, расчетного и наземного мониторинга повышает качество оценки реального воздействия промышленных выбросов на атмосферу и наземные экосистемы, обеспечивая идентификацию источников загрязнения и характера их выбросов, с выделением зон повышенной техногенной нагрузки и их ранжированием в соответствии с действующими нормативными документами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2015 г. — Кемерово: Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области, 2015. — 211 с.
2. Ковалев В. А., Потапов В. П., Счастливцев Е. Л. Мониторинг состояния природной среды угледобывающих районов Кузбасса. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. — 312 с.
3. Ковалев В. А., Потапов В. П., Счастливцев Е. Л., Шокин Ю. И. Моделирование геоэкологических систем угледобывающих районов. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2015. — 298 с.
4. Методика расчета осредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ (дополнение к ОНД-86). — СПб.: ГГО им. А. И. Воейкова, 2005. — 17 с.
5. Sakai H., Sasaki T., Saito K. Heavy-metal concentrations in urban snow as an indicator of air-pollution, *Science of the Total Environment*, 1988, Vol. 77. — P. 163–174.
6. Рапуга В. Ф., Коковкин В. В., Морозов С. В. Экспериментальные исследования и численный анализ процессов загрязнения снегового покрова в окрестностях крупной автомагистрали г. Новосибирска // *Химия в интересах устойчивого развития*. — 2010. — Т. 18. — № 1. — С. 63–70.

7. **Отраслевая методика** расчета количества отходящих, уловленных и выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ при сжигании угля и технологических процессах горного производства на предприятиях угольной промышленности. — Пермь: ОАО “МНИИЭКО ТЭК”, 2014. — 186 с.
8. **Методика** расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 92 с.
9. **Быков А. А., Счастливцев Е. Л., Пушкин С. Г., Климович М. Ю.** Разработка и апробация локальной модели выпадения загрязняющих веществ промышленного происхождения из атмосферы на подстилающую поверхность // *Химия в интересах устойчивого развития*. — 2002. — № 5. — С. 563–573.
10. **Wesely M. L., Hicks B. B.** A review of the current status of knowledge in dry deposition, *Atmospheric Environment*, 2000, No. 34. — P. 2261–2282.
11. **Опарин В. Н., Потапов В. П., Гиниятуллина О. Л., Андреева Н. В., Счастливцев Е. Л., Быков А. А.** Оценка пылевого загрязнения атмосферы угледобывающих районов Кузбасса в зимний период по данным дистанционного зондирования Земли // *ФТПРПИ*. — 2014. — № 3. — С. 126–137.
12. **Da-Wen Sun.** Hyperspectral imaging for food quality, *Analysis and control*, UK, 2010. — 493 p.
13. **Nixon M., Aguado A.** Feature extraction & image Processing for Computer Vision, UK, 2012. — 623 p.
14. **Guyon I., Nikravesh M., Zadeh L. A.** Feature Extraction, *Foundation and Applications*, Berlin, NY, 2006. — 762 p.
15. **Быков А. А., Счастливцев Е. Л., Пушкин С. Г., Смирнова О. В.** Моделирование загрязнения почвы атмосферными выбросами от промышленных объектов угледобывающего региона // *Ползуновский вестник*. — 2006. — № 2. — С. 209–217.

Поступила в редакцию 28/VIII 2017