

Брюхань А. Ф., канд. техн. наук
ООО «ГрафПроектСтройИзыскания» (г. Щелково Московской обл.)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗОН ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ВЫБРОСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

pvwv@mail.ru

На примере территории, прилегающей к Черепетской ГРЭС (г. Суворов Тульской области), исследована возможность выявления зон техногенного воздействия по данным спутниковых снимков снежного покрова, дополненным результатами химического анализа проб снега. Получены количественные характеристики интенсивности осаждения на земную поверхность загрязняющих веществ, выбрасываемых из дымовых труб ГРЭС. Показано, что уровень загрязнения снежного покрова можно интерпретировать как индикатор экологического состояния ландшафтов.

Ключевые слова: загрязнение ландшафта, зона техногенного воздействия, химический анализ, спутниковый снимок, снежный покров, проба снега, инженерно-экологические изыскания.

Введение

Среди ландшафтных компонентов наиболее уязвима к техногенным загрязнениям атмосфера, через которую загрязняющие агенты попадают в другие среды. Вследствие характерной для атмосферы высокой подвижности, зоны загрязнения характеризуются большими пространственными масштабами. Согласно различным оценкам, всесторонний ущерб от загрязнения воздушного бассейна оценивается в 60 % от общего экологического ущерба загрязнения природной среды [1]. В результате техногенной деятельности человека в атмосферу выбрасывается огромное количество различных загрязняющих агентов в газообразном, аэрозольном и твердом состояниях. Так, по данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» [2], в масштабе страны в атмосферу выбрасывается из стационарных источников свыше 20 млн т загрязняющих веществ (ЗВ).

Для решения различных задач прикладной экологии, и в частности, проведения инженерно-экологических изысканий, большое значение представляет собой выявление протяженности зон загрязнения, обусловленных функционированием промышленных предприятий. Оценка масштаба таких зон обосновывает выбор территории исследования на стадии планирования изыскательских работ для намечаемого строительства промышленных объектов.

Ниже рассматривается возможность идентификации зон техногенного загрязнения ландшафтов выбросами промышленных предприятий по данным спутниковых снимков снежного покрова.

Зона техногенного воздействия

В процессе инженерно-экологических изысканий исследованию обычно подвергается территория зоны влияния объекта, в пределах которой концентрации ЗВ в атмосферном воздухе превышают 5 % от предельно допустимых

максимальных разовых концентраций [3]. Поскольку зона влияния объекта характеризует только загрязнение атмосферы, более корректным является производство инженерно-экологических изыскательских работ в пределах зоны техногенного воздействия (ЗТВ). Согласно [4], ЗТВ определяется как территория вокруг промышленного (хозяйственного) объекта, на которую распространяется его воздействие, что выражается в ухудшении состояния воздушной, водной и геологической среды (загрязнение, нарушение баланса вод, естественного ландшафта и др.). В уточненной интерпретации ЗТВ понимается как территория вокруг промышленного (хозяйственного) объекта, в пределах которой возможно достоверное выявление негативных изменений в ландшафтной оболочке, обусловленных многофакторным влиянием объекта [5, 6]. В такой интерпретации речь идет о значимых воздействиях, которые могут быть достоверно установлены тем или иным способом.

Производство инженерно-экологических изысканий в пределах ЗТВ обеспечивает получение более адекватной картины геоэкологического состояния природной среды, чем в пределах зоны влияния объекта. Однако с учетом многих обстоятельств в большинстве случаев выявление границ ЗТВ перед выполнением инженерно-экологических изысканий невозможно. Тем не менее, можно предполагать по данным объектов-аналогов, что горизонтальный масштаб ЗТВ составляет десятки километров. В ряде случаев, как это показано ниже, конфигурацию ЗТВ можно определить с помощью спутниковых снимков снежного покрова

Идентификация ЗТВ по данным спутниковых снимков снежного покрова

Уровень техногенного загрязнения ландшафтов определяется главным образом интенсивностью выпадения ЗВ, выбрасываемых из дымовых труб промышленных предприятий на

земную поверхность. Наиболее простой и эффективный способ выявления ЗТВ состоит в использовании космических снимков снежного покрова исследуемой территории. В качестве

иллюстрации такой возможности на рис. 1 приведена карта загрязнения снежного покрова Тульской области, заимствованная из [7].

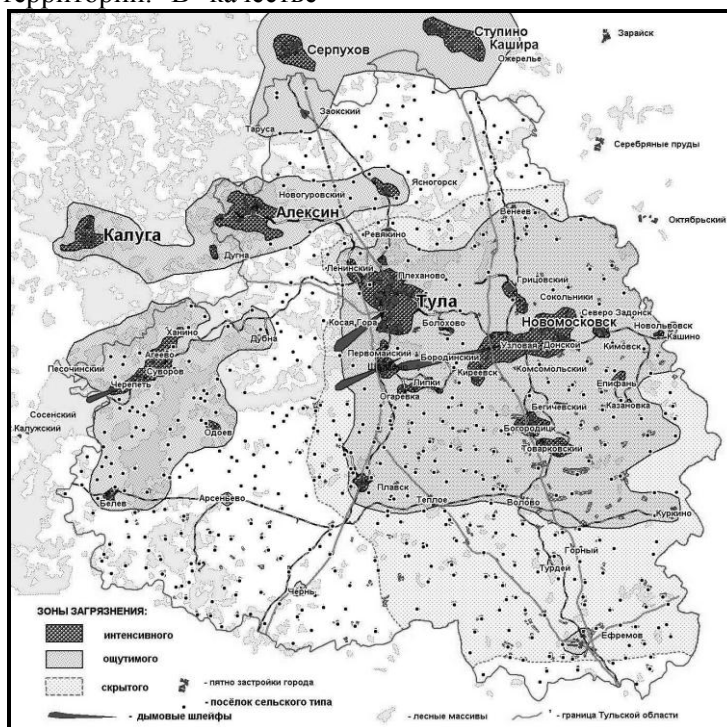


Рис. 1. Фон загрязнения Тульской области (по данным дешифрирования космических снимков снежного покрова) [7]

На карте отчетливо прослеживаются ареалы загрязнения, создаваемые промышленными предприятиями, в том числе, и Черепетской ГРЭС – единственным крупным предприятием г. Суворова Тульской области. Главная особенность космических снимков снежного покрова заключается в высокой степени идентификации пятен его загрязнения. Поскольку при сходе снежного покрова загрязняющие агенты проникают в почву, поверхностные и подземные воды, а также усваиваются растительностью, указанные на рис. 1 ареалы загрязнения характеризуют комплексное загрязнение ландшафта. Таким образом, ареалы загрязнения с высокой степенью приближения соответствуют конфигурациям ЗТВ.

Принимая Черепетскую ГРЭС в качестве объекта-аналога, можно считать, что размеры ЗТВ для аналогичных объектов – того же порядка (десятки километров). Отметим, что выявление границ ЗТВ по результатам космических снимков снежного покрова имеет принципиальное преимущество перед геохимическими методами. Так, определение концентраций ЗВ в атмосферном воздухе с точностью нескольких процентов ПДК возможно лишь с помощью тонких химико-аналитических анализов. Кроме того, попытка выявления ЗТВ на основании исследования химического загрязнения почвы, по-

верхностных вод и растительности требует значительного числа проб.

На рис. 1 также отчетливо прослеживается зона загрязнения вокруг г. Щекино, вызванная совокупным влиянием Щекинской ГРЭС и Первомайской ТЭЦ. Вокруг г. Тулы и г. Новомосковска – крупных промышленных центров, выделяются аналогичные протяженные зоны загрязнения. Однако идентификация ЗТВ отдельных предприятий этих городов по спутниковым снимкам снежного покрова невозможна.

Необходимо отметить, что идентификация ЗТВ промышленных объектов описанным способом возможна лишь для тех территорий и сезонов, где формируется устойчивый снежный покров. Для территорий, характеризующихся наличием снежного покрова при его отсутствии в теплое время года информацию о ЗТВ может дать роза ветров – совокупность повторяемостей ветра в румбах горизонта и штилей. При этом следует отметить, что масштаб ЗТВ для объектов, находящихся в климатических районах с отсутствующим устойчивым снежным покровом, остается таким же, что и для объектов, размещенных в средних широтах России.

Повышенная интенсивность выпадения ЗВ, отмеченная на рис. 1, подтверждается лабораторными анализами результатов снегомерной съемки, выполненной в 2004 г. в рамках инженерно-экологических изысканий для разработки

рабочего проекта увеличения емкости золоотвала № 4 Черепетской ГРЭС [6]. Для оценки интенсивности выпадения ЗВ в районе Черепетской ГРЭС были отобраны 3 пробы снега: на расстояниях 5 и 6 км от дымовых труб ГРЭС и одна фоновая проба на расстоянии 18 км. Затем снеговая вода была подвергнута многоэлементному спектральному атомно-эмиссионному анализу, стандартному химическому анализу и анализу на содержание бенз(а)пирена. Точки отбора проб отмечены на рис. 2, общая характеристика проб приводится в табл. 1, а результаты оценки выпадения вредных веществ за год – в табл. 2. Количество ЗВ, выпадающих за год, определено пересчетом результатов, относящихся к снежному периоду, к году в целом с учетом розы ветров.

Согласно результатам, представленным в табл. 2, за год вблизи Черепетской ГРЭС на поверхность земли выпадает 2.0-2.9 г/м² аэрозолей и твердых частиц (пробы 1, 2) при фоновом значении 0.28 г/м² у с. Григоровское (проба 3). Плотность потока выпадения отдельных химических веществ убывает в следующем порядке: марганец, барий, цинк, стронций, медь, бор, свинец, ванадий, хром, никель, кобальт, бериллий, вольфрам, молибден, бенз(а)пирен. Порядок убывания плотности выпадения перечисленных веществ во всех трех пробах одинаков, что свидетельствует об общем источнике загрязнения. Снеговая вода, согласно результатам стандартного химического анализа воды, харак-

теризуется минерализацией 124 мг/л, нейтральная (pH = 7.14), сульфатно-натриевая. Содержание K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻ составляет менее 5 % мг-экв, а гидрокарбонатов – около 20 % мг-экв.



Рис. 2. Схема расположения точек отбора проб снега в районе Черепетской ГРЭС

Таблица 1

Характеристика проб снега отобранных на исследуемой местности

№№ проб	Площадь отбора проб, м ²	Толщина снежного покрова, м	Объем снеговой воды, л	pH снеговой воды	Масса твердого осадка, г
1	0.33	0.14	15	7.28	1.89
2	0.30	0.13	12	7.14	2.51
3	0.23	0.12	10	7.44	0.04

Таблица 2

Количество аэрозолей и твердых частиц, выпадающих за год, мг/м²

ЗВ	Номера проб		
	1	2	3
Аэрозоль	2900	2000	280
Стронций	1.8×10 ⁻¹	1.2×10 ⁻¹	2.5×10 ⁻²
Барий	8.8×10 ⁻¹	6.0×10 ⁻¹	6.4×10 ⁻²
Марганец	1.5	6.0×10 ⁻¹	9.5×10 ⁻²
Хром	1.2×10 ⁻¹	6.0×10 ⁻²	9.5×10 ⁻³
Ванадий	1.5	8.2×10 ⁻²	1.3×10 ⁻²
Никель	1.2×10 ⁻¹	6.0×10 ⁻²	9.5×10 ⁻³
Кобальт	2.9×10 ⁻²	1.6×10 ⁻²	2.5×10 ⁻³
Медь	1.8×10 ⁻¹	1.2×10 ⁻¹	1.9×10 ⁻²
Цинк	6.0×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻¹	3.2×10 ⁻²
Свинец	1.8×10 ⁻¹	10 ⁻¹	1.9×10 ⁻²
Бериллий	8.8×10 ⁻³	10 ⁻²	6.4×10 ⁻⁴
Молибден	2.9×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	3.9×10 ⁻⁴
Вольфрам	1.8×10 ⁻²	6.0×10 ⁻³	–
Бор	1.4×10 ⁻¹	1.2×10 ⁻¹	9.5×10 ⁻²
Бенз(а)пирен	2.4×10 ⁻⁶	9.5×10 ⁻⁷	–

Вредные вещества, выпадающие на поверхность земли, содержат соединения бериллия, никеля, хрома и других элементов, представляющих канцерогенную опасность при их поступлении в организм человека ингаляционным путем. Большое содержание канцерогенных веществ в составе аэрозоля, выбрасываемого ГРЭС, может являться причиной высокого уровня онкологических легочных заболеваний, наблюдаемых в Суворовском районе [8].

Визуальный анализ ареалов загрязнения снежного покрова по спутниковым снимкам в совокупности с результатами оценки интенсивности осаждения твердых частиц и аэрозолей на основе снегомерных съемок позволяют получить общую картину загрязнения снежного покрова. С учетом последующего загрязнения других ландшафтных компонентов (почвы, поверхностных и подземных вод, растительного покрова) уровень загрязнения снежного покрова можно интерпретировать как индикатор экологического состояния ландшафтов.

Выводы

1. На примере территории, прилегающей к Черепетской ГРЭС, выполнен анализ возможности выявления зоны техногенного воздействия ГРЭС по данным спутниковых снимков снежного покрова, дополненным результатами химического анализа проб снега.

2. Получена количественная характеристика интенсивности осаждения на земную поверхность загрязняющих веществ, выбрасываемых из дымовых труб ГРЭС.

3. Показано, что уровень загрязнения снежного покрова можно интерпретировать как индикатор экологического состояния ландшафтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – М.: Изд-во «Финансы и статистика», 1999. – 671 с.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году». – М.: ООО «РППР РусКонсалтингГрупп», 2009. – 495 с.

3. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М.: ПНИИИС, 1997. – 41 с.

4. Термины и определения по охране окружающей среды, природопользованию и экологической безопасности // Под ред. Д.А. Голубева и Н.Д. Сорокина. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. – 136 с.

5. Брюхань А.Ф. Зоны техногенного воздействия тепловых электростанций // Вестник Рос-

сийского государственного университета им. И. Канта. – 2011. – Вып. 1. – Сер. «Естественные науки». – С. 16-22.

6. Брюхань А.Ф. Комплексное исследование геоэкологического состояния биотопов «природно-техногенная среда – тепловые электростанции» и оптимизация экологического проектирования // Вестник Московского государственного строительного университета. – 2008. – № 1. – С. 32-40.

7. Зоны хронического загрязнения вокруг городских поселений и вдоль дорог по республикам, краям и областям Российской Федерации: справочник. – СПб.: ГГИ, 1992. – 188 с.

8. Колокольцев А.А., Бирюков В.В., Кобешавидзе Т.В. Экологические аспекты работы Черепетской ГРЭС: сегодня и завтра // Тульский экологический бюллетень. – 2002. – Вып. 1. – С. 47-54.