

УДК 504.3.054

МИНУСИНСКИЙ ЛЕНТОЧНЫЙ БОР В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ПЫЛЬЮ

© 2014 А.В. Григоренко

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан

Поступила в редакцию 09.04.2014

В статье исследовано воздействие выбросов неорганической пыли от предприятия теплоэнергетики на лесные экосистемы на примере уникального Минусинского ленточного бора. В унифицированной программе «УПРЗА-Эколог» (версия 3.0) произведен расчет концентрации пыли в приземной атмосфере на территории бора. Проведены исследования содержания взвешенных веществ в снежном покрове, сравнение концентраций пыли в снеге на открытых участках и участках под пологом леса.

Ключевые слова: *лесные экосистемы, пылепоглощение, аккумуляция, взвешенные вещества, теплоэнергетика*

На сегодняшний день продолжается деградация лесов, расположенных вокруг промышленных городов, возникшая ещё в конце XX вв., когда на фоне ежегодного возрастания количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу резко увеличилось воздействие на лесные экосистемы. Это привело к сокращению площади лесов, их деструкции и деградации. Наиболее уязвимы лесные экосистемы, расположенные вблизи предприятий разных отраслей цветной металлургии, предприятий по выработке тепловой и электрической энергии, при работе которых происходит образование и выброс в окружающую среду окислов азота, углерода, сернистого ангидрида, взвешенных веществ, тяжелых металлов [1].

Лес имеет огромное значение в жизни общества как фактор окружающей природной среды, с помощью которого возможна ее экологическая стабилизация. Лес как компонент биосферы способствует сохранению другого жизненно важного компонента – атмосферного воздуха. Лесные экосистемы могут влиять на его состав, поглощая и накапливая различные химические вещества, способствуя очищению атмосферы. Одной из важнейших функций лесных экосистем является пылепоглощение. Было установлено что, сосняки разнотравные (листовой индекс 2,8 га/кг) способны аккумулировать до 70 кг/га пыли за зимний период, сосняки бруснично-разнотравные (листовой индекс 4,1 га) способны задерживать около 103 кг/га. При наличии лесных массивов на пути переноса взвешенных веществ происходит их аккумуляция пологом

леса, имеющим огромную поверхность зеленой фитомассы – так исключается дальнейшее загрязнение окружающей среды взвешенными веществами [2]. Сохранение экологического потенциала и функций леса – необходимое условие поддержания экологического равновесия, безопасного и устойчивого развития нашей страны [3].

Цель работы: оценка влияния выбросов неорганической пыли (содержащей 70-20% двуокиси кремния) ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)» на Минусинский ленточный бор.

Объект исследования. Нами был рассмотрен Минусинский ленточный бор, расположенный на правом берегу р. Енисей вблизи г. Минусинска – административного центра Минусинского района Красноярского края. Бор тянется с юго-запада на северо-восток, пересекая лесостепной и степной участки центральной части Минусинской впадины между 53°49'42.66" - 53°36'54.42" с.ш. и 91°34'43.54" - 92°26'33.22" в.д., сформирован на переотложенных супесчаных и песчаных озерно-речных отложениях нижнечетвертичного возраста, вскрытых водотоками древних речных систем Енисея и Тубы. Минусинский ленточный бор относится к категории защитных лесов, выполняет водоохраные, почвозащитные, санитарно-гигиенические, общекультурные, плодopомысловые и другие полезные функции и занимает площадь 11588 га, среди которых 100,2 га занимают леса, расположенные в водоохранной зоне; 11306,1 га – леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов (в том числе: 1191,7 га – леса, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных

Григоренко Алена Валерьевна, документовед научно-исследовательской части. E-mail: alena_grigorenko@list.ru

дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации; 10114,4 га – зеленые зоны, лесопарки), а так же 181,7 га – нерестоохраняемые полосы лесов [4]. Основным промышленным предприятием Минусинского района, имеющим наибольшие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, является ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)» Филиал

«Минусинская ТЭЦ», расположенное в 3 км от Минусинского бора (рис. 1). Вследствие того, что преобладающим направлением ветра в течение года является юго-западное направление, расположенный вблизи ТЭЦ Минусинский бор подвергается значительному негативному воздействию.

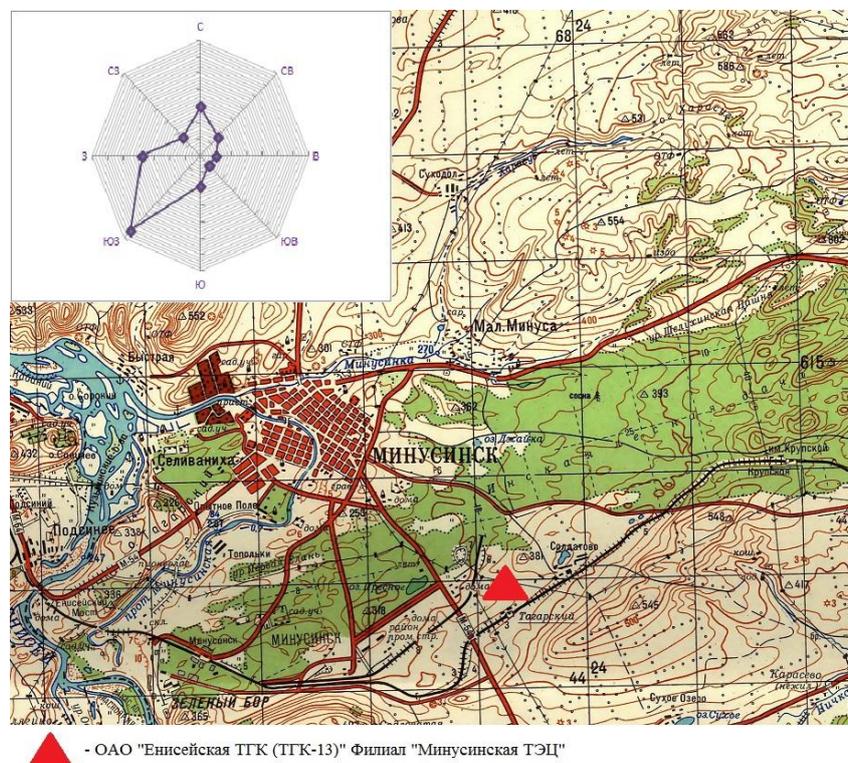


Рис. 1. Карта-схема расположения ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)» Филиала «Минусинская ТЭЦ»

Минусинская ТЭЦ – основной источник тепла в г. Минусинске, установленная электрическая мощность которой составляет 85 МВт, тепловая мощность – 330,4 Гкал/ч. Топливом является бурый уголь Канско-Ачинского месторождения. Основными объектами на ТЭЦ, имеющими организованные источники выбросов в атмосферу, являются первый энергоблок с энергетическим котлом БКЗ 420-140-ПТ-2 и пиково-пусковая котельная с 4 котлами БКЗ-75-39ФБ. Удаление дымовых газов от этих источников производится через две трубы высотой 250 и 100 м соответственно. Одним из основных загрязняющих веществ, поступающих от ТЭЦ в атмосферу, является пыль неорганическая (содержащая 70-20% двуокиси кремния). Ежегодно в результате работы котлов пусковой котельной в атмосферу поступает 13246,1 тонн неорганической пыли, от первого энергоблока – 10879 тонн. Наибольшее количество выбросов приходится на отопительный период. Очень нагретые выбросы ($T=140^{\circ}\text{C}$) Минусинской ТЭЦ способны

переноситься на большие расстояния, загрязняя значительные территории. Максимальная концентрация загрязняющего вещества в приземном слое атмосферы в зависимости от метеоусловий может находиться на расстоянии 10-50 высот дымовой трубы от источника загрязнения [5].

Методика исследования. На основе «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий (ОНД-86)» Госкомгидромета в унифицированной программе «УПРЗА-Эколог» (версия 3.0) нами был произведен расчет рассеивания неорганической пыли (код вещества 2908), выброшенной от организованных источников ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)». Также рассмотрено влияние ОАО «Енисейская ТГК» Филиала «Минусинская ТЭЦ» на лесную экосистему на основе изучения косвенного показателя загрязнения, такого, как содержание взвешенных веществ в снежном покрове. Снежный покров способен извлекать из атмосферы загрязняющие вещества, сорбируя и

аккумулируя их в своей массе. По одной пробе по всей толще снежного покрова можно получить данные о загрязнении за период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы. Так как снежный покров на территории района исследования начинает формироваться к концу октября, к середине ноября образуя устойчивый снежный покров, а отбор проб производился в конце февраля, то нами было проанализировано распределение направлений ветра за данный период. Исследование содержания взвешенных веществ проведено по преобладающему направлению (юго-западному), доля которого за этот период составила 47%. Снежный покров изучался согласно общепринятым методикам (в период максимальных снего-

запасов [6]. Образцы снега были отобраны с помощью весового снегомера (ВС-43) в количестве 45 штук.

Результаты и их обсуждение. На основе расчета величин концентраций в программе «УПРЗА-Эколог» была получена карта-схема распределения неорганической пыли, образующейся при сжигании органического топлива Минусинской ТЭЦ. Расчётных точек – 22, расчётных площадок – 1 (узлов расчётной сетки – 1015). Значения приземных концентраций в каждой расчетной точке в атмосферном воздухе представляют собой суммарные максимально достижимые концентрации, соответствующие наиболее неблагоприятным метеорологическим условиям (рис. 2).

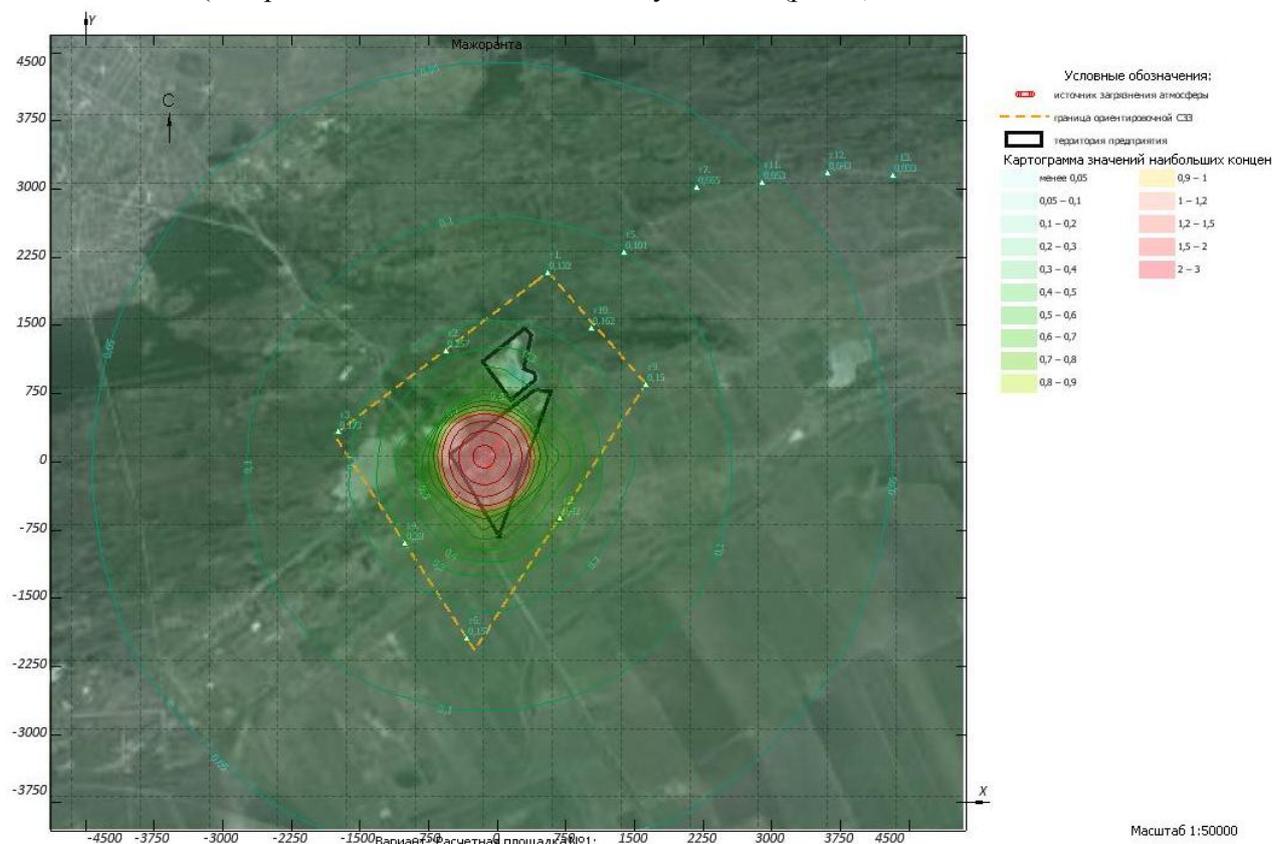


Рис. 2. Карта-схема распределения неорганической пыли, поступающей в атмосферный воздух от ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13) Филиала «Минусинская ТЭЦ»

Значения наибольших концентраций взвешенных веществ (1-ЗПДК) не выходят за пределы ориентировочной санитарно-защитной зоны предприятия. Максимальная расчётная приземная концентрация (C_m), выраженная в долях ПДК населенных мест на границе СЗЗ составляет 0,42. Как видно из карты рассеивания воздействие Минусинской ТЭЦ на Минусинский бор незначительно, основное влияние принимают на себя близлежащие к ТЭЦ участки, в которых средние расчётные приземные концентрации составляют 0,1ПДК. При удалении от ТЭЦ

происходит снижение расчётной приземной концентрации взвешенных веществ. На расстоянии 5 км от ТЭЦ по преобладающему направлению ветра вклад предприятия снижается до 0,053 ПДК, на расстоянии 10 км – до 0,016 ПДК. Выявлена отрицательная корреляция (-0,76) между расчётной концентрацией неорганической пыли и расстоянием от источников загрязнения.

Исследования снежного покрова проводились в сосняках зеленомошной и разнотравной групп III-IV класса бонитета с примесью березы, лиственницы, осины и ели. Возраст древостоев

составляет 70-80 лет, высота – 16-18 м, общий запас – 204-250 м³. Пробы отбирались как на участках под пологом леса, так и на открытых участках. Общий объем одной пробы составлял не менее 1,5 л талой воды. Для каждого снежного керна помимо содержания взвешенных веществ были определены высота и плотность.

Высота снежного покрова варьирует в пределах от 12 до 34 см. Средняя высота составила 20,87 см. Плотность снежного покрова колеблется от 110 до 200 кг/м³, среднее значение составило 156 кг/м³. Значения водородного показателя варьируют в пределах от 6,33 до 7,38, среднее значение составляет 6,85. Точка для определения фоновой концентрации взвешенных веществ согласно розе ветров располагалась на расстоянии 7 км к западу от ТЭЦ (направление наименьшей повторяемости ветра). Фоновое содержание взвешенных веществ составило 8,2±1,3 мг/л. Высота снежного покрова – 18,5±1,5 см, значение рН – 6,9±0,2. Среднее значение содержания взвешенных веществ в отобранных пробах составляет 10,4 мг/л, что свидетельствует о превышении фонового значения. Самая близкая к «Минусинской ТЭЦ» точка отбора проб расположена на расстоянии 5 км от нее, где концентрация взвешенных веществ составила 8,1±0,8 мг/л, что не превышает фонового значения. Наиболее удаленная точка от источника загрязнения расположена на расстоянии 15 км, здесь содержание взвешенных веществ так же не превышает фоновое и составляет 8,2±1,3 мг/л. Максимальное загрязнение наблюдается на расстоянии 11 км от источника загрязнения и составляет 17,9±3,2 мг/л, что превышает фоновое значение в 2,2 раза. Зависимость содержания взвешенных веществ в снежном покрове от расстояния представлена на графике (рис. 3).

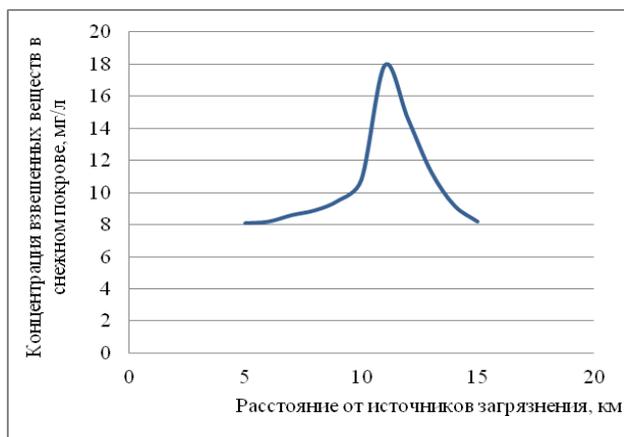


Рис. 3. Зависимость концентрации взвешенных веществ в снежном покрове от расстояния от источников загрязнения

Вышеуказанные значения параметров (содержание взвешенных веществ в снежном покрове, рН, высота керна) представляют собой усредненные значения между величинами, полученными на участках под пологом и за пологом леса на определенном расстоянии от ТЭЦ. Также нами было проведено сравнение содержания взвешенных веществ на участках под лесным пологом и на открытых участках (табл. 1).

Таблица 1. Количество взвешенных веществ в снеге под пологом леса и за пологом

Расстояние от источника загрязнения, км	Участок под пологом, мг/л	Участок за пологом, мг/л
5	8,9	7,3
6	9,3	7,1
7	10,5	6,7
8	11,5	6,3
9	12,3	6,7
10	13,4	8,2
11	21,1	14,7
12	17,4	11,8
13	13,5	9,1
14	10,1	8,3
15	9,5	6,9

Среднее количество взвешенных веществ в снеге на открытых участках составило 8,4 мг/л, под пологом – 12,5 мг/л, т.е. разница в количестве взвешенных веществ на участках под пологом и за пологом леса на равных расстояниях от источников загрязнения в среднем составляет 4,1 мг/л. Наибольшее загрязнение отмечено на расстоянии 11 км от источника загрязнения: 21,1 мг/л – под пологом леса и 14,7 мг/л – за пологом. Количество взвешенных веществ в снеге на всех участках за пологом леса превышает соответствующее количество взвешенных веществ под пологом, вследствие чего можно сделать вывод о том, что Минусинский ленточный бор, произрастающий на пути переноса пыли, аккумулирует значительное количество взвешенных веществ.

Выводы: полученные приземные концентрации неорганической пыли (содержащей 70-20% двуоксида кремния) не выявили превышения ПДК загрязнителя на территории Минусинского ленточного бора. С удалением от предприятия наблюдается постепенное снижение содержания взвешенных веществ в воздухе. Выявлена отрицательная корреляция (-0,76) между расчетной концентрацией неорганической пыли и расстоянием от источников загрязнения. Замеры концентраций взвешенных веществ в снежном покрове, напротив, выявили постепенное увеличение содержания пыли с расстоянием от ТЭЦ, значение наибольшей концентрации зафиксировано

на расстоянии 11 км от источников загрязнения, затем наблюдается снижение показателей. Сопоставив полученные данные по количеству взвешенных веществ в снеге под пологом и за пологом леса можно сделать вывод о том, что лесной полог способствует аккумуляции взвешенных веществ за счет осаждения пыли и ее закрепления в снежном покрове.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мусохранова, А.В. Влияние аэротехногенного загрязнения на формирование атмосферных осадков в различных климатических условиях / А.В. Мусохранова, А.А. Онучин // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013. № 28. С. 64-71.
2. Грибов, А.И. Средообразующая роль лесных экосистем юга Средней Сибири. Монография. – Абакан: Хакасский государственный университет им.Н.Ф. Катанова, 1997. 160 с.
3. Онучин, А.А. Эколого-экономическая оценка древесных ресурсов Красноярского края / А.А. Онучин, В.А. Соколов, О.П. Втюрина и др. // Лесная таксация и лесоустройство. 2012. № 1(47). С. 116-122.
4. Лесохозяйственный регламент Минусинского лесничества, утвержденный приказом министерства природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края от 22.12.2008 № 115-о.
5. Бекетов, В.Е. Рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и методики расчета приземных концентраций. Конспект лекций. – Харьков: ХНАГХ, 2011. 74 с.
6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 1. РД 52.04.107-86. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. 181 с.

MINUSINSK TAPE PINE FOREST IN CONDITIONS OF INORGANIC DUST POLLUTION

© 2014 A.V. Grigorenko

Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan

In article the impact of inorganic dust emissions from power system enterprise on forest ecosystems on the example of unique Minusinsk tape pine forest is investigated. In the unified "UPRZA-Ecolog" program (version 3.0) calculation of dust concentration in the ground atmosphere in pine forest territory is made. Researches the content of weighed substances in snow cover, comparison of dust concentration in snow on open sites and sites under wood bed curtains are conducted.

Key words: *forest ecosystems, dust absorption, accumulation, weighed substances, power system*