

*На правах рукописи*

**БАБЕНКО Олег Борисович**

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК  
(НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ)**

Специальность 25.00.36 – "Геоэкология"

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург  
2005

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

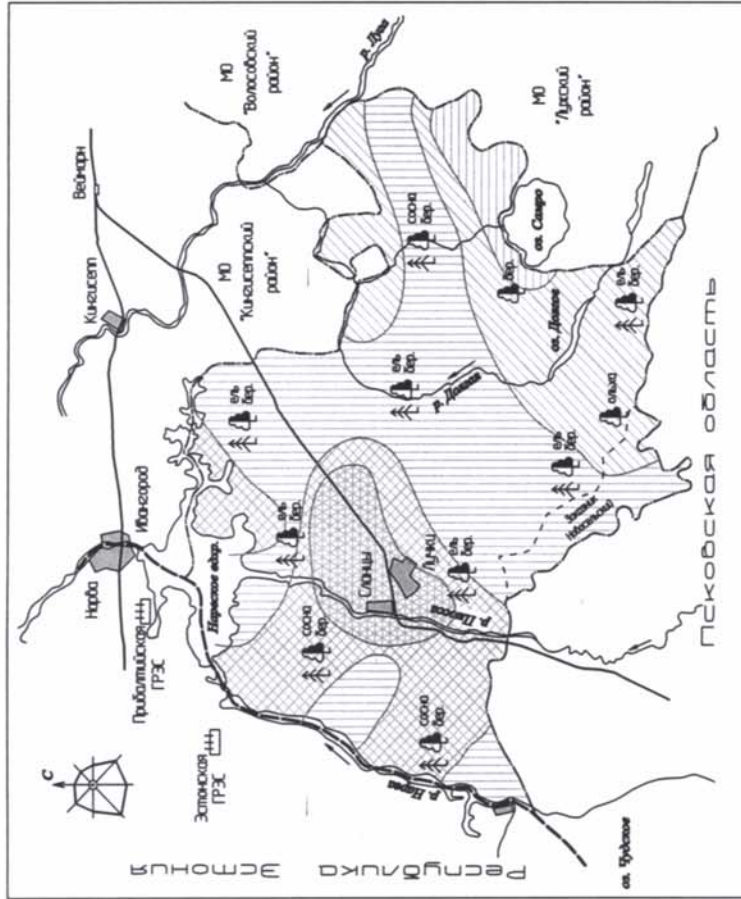
**АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ.** В настоящее время согласно Постановлениям Правительства РФ в угольной отрасли проходит реструктуризация, составной частью которой является закрытие неперспективных и особо убыточных шахт и разрезов. Шахта как горное предприятие подлежит ликвидации в соответствии с Законом РФ "О недрах" в случае объективной технико-экономической нецелесообразности выемки оставшихся запасов. На 01.01.2003 уже 211 закрыто, 21 проходят стадию закрытия, а в перспективе намечено закрытие еще 27 предприятий. Так, например, в районе исследований - на Ленинградском месторождении горючих сланцев закрыты две из трех шахт, входящих в состав ОАО "Ленинградсланец": им.С.М.Кирова и № 3. Добычные участки шахты № 3 вошли с 01.01.1996 в состав шахты "Ленинградская" как ее III район. На шахте им. С.М. Кирова добыча сланца не производится с 01.04.1998, поверхностный комплекс законсервирован.

При закрытии шахт нейтрализация экологических последствий горного производства приобретает особую остроту. Поэтому для геоэкологического прогноза состояния окружающей среды в зоне влияния подземных выработок и принятия на его основе управленческих решений необходима организация системы геоэкологического мониторинга по пяти предметным областям, которым отвечают пять видов мониторинга: водных объектов; воздушной среды; породного массива; ландшафта; биоресурсов леса. Однако в настоящее время типовое положение о центре геоэкологического мониторинга в горнодобывающем районе в угольной отрасли отсутствует.

В диссертационной работе автором рассмотрен наиболее актуальный этап геоэкологического мониторинга состояния окружающей среды территорий закрываемых шахт: геоэкологический прогноз состояния природных ресурсов в зоне влияния подземных выработок в ликвидационный и постликвидационный периоды. Совершенствование информационного и приборного обеспечения геоэкологического мониторинга, а также методы устранения негативных экологических последствий, в диссертационной работе не рассматриваются.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ** – разработка методики геоэкологического прогноза и совершенствование организационной структуры мониторинга состояния окружающей среды в зоне влияния подземных выработок шахт (на примере Ленинградского месторождения горючих сланцев).

**ИДЕЯ РАБОТЫ** заключается в учете техногенных факторов, возникающих при закрытии шахт "мокрым" способом и отсутствовавших при их работе, для повышения эффективности проведения геоэкологического мониторинга с принятием управленческих решений, направленных на нейтрализацию экологических последствий горного производства с целью сохранения окружающей среды в горнодобывающих районах.



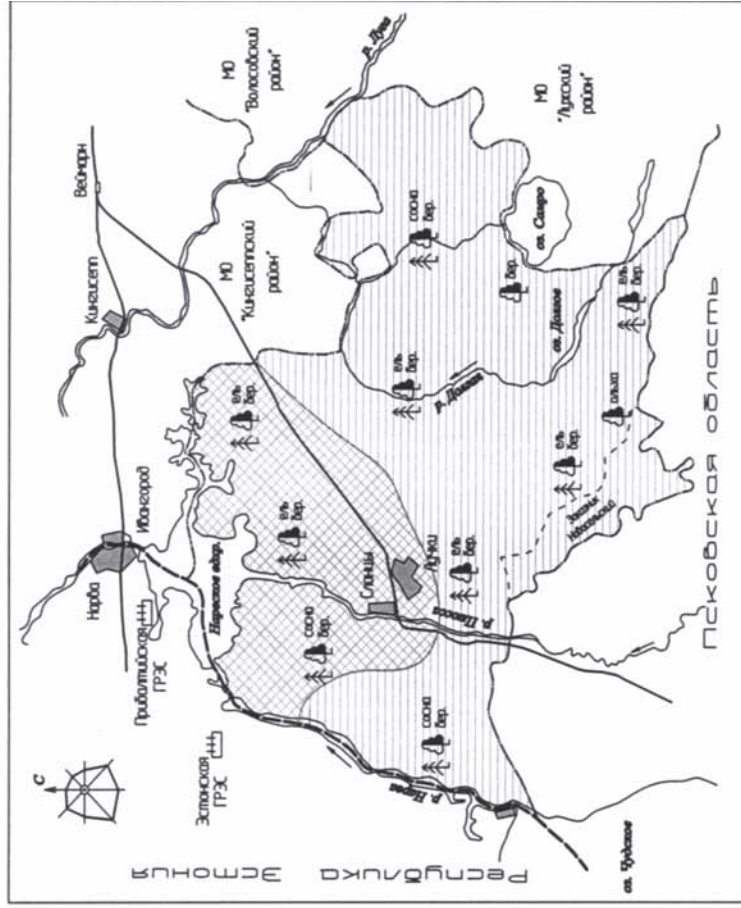
Условные обозначения

Степень дефолиации кроны сосны, %



Рисунок 2 Зонирование территории МО "Сланцевский район"

по степени дефолиации кроны сосны



Условные обозначения

Степень дехромации хвои сосны, %



Рисунок 3 Зонирование территории МО "Сланцевский район"

по степени дехромации хвои сосны

***ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ:***

- исследовать закономерности влияния действующих и закрываемых шахт, установить факторы техногенного воздействия на окружающую среду, выявить их на примере Ленинградского месторождения горючих сланцев;
- изучить уровень и динамику накопления токсикантов в лесных экосистемах на основе биоиндикации леса;
- усовершенствовать организационную структуру геоэкологического мониторинга горнодобывающего района для ее оптимального функционирования в зоне влияния подземных выработок шахт;
- установить оптимальные границы зон проведения геоэкологического мониторинга на территории горнодобывающего района;
- разработать методику оценки ущерба окружающей среде в зоне влияния подземных выработок шахт.

***МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ*** включают: методы теоретического обобщения, систематизации, индексного сравнительного анализа статистических опытно-практических данных, графоаналитический и математико-статистические методы оценки информации, методы корреляционного моделирования, в том числе регрессионного факторного анализа.

***ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ЗАЩИЩАЕМЫЕ АВТОРОМ:***

- проявляющиеся техногенные факторы в зоне влияния закрываемых шахт "мокрым" способом вызывают необходимость совершенствования организационной структуры геоэкологического мониторинга на основе предлагаемых современных методов оценки техногенных воздействий из-за затопления подземных выработок;
- комплексное изучение геомеханических, гидродинамических и биоморфологических нарушений в окружающей среде, вызываемых затоплением подземных выработок, позволяло провести качественную и количественную оценку литосферных, гидросферных, атмосферных и биоценологических видов загрязнений, возникающих при "мокрым" способе закрытия шахт, а также дать прогноз по выявлению зон критических техногенных нагрузок на окружающую среду с целью ее сохранения в горнодобывающих районах;
- снижение негативного влияния на природные экосистемы, обеспечение их нормального существования при закрытии шахт "мокрым" способом возникло на основе разработки комплексных экологических мероприятий на базе предлагаемых методов оценки и прогноза состояния окружающей среды от воздействия подземных работ с целью установления контроля за многообразием проявления загрязнений, ухудшающих качество окружающей среды;
- оптимизация контроля устойчивости природных экотопов к техногенным воздействиям

горнодобывающего района обеспечивается предлагаемыми усовершенствованной организационной структурой геоэкологического мониторинга, методикой оценки и прогнозом негативных проявлений и ущерба окружающей среде.

**НАУЧНАЯ НОВИЗНА РАБОТЫ** заключается в том, что впервые для района закрытия шахт:

- разработана и предложена методика геоэкологического прогноза изменений состояния окружающей среды;
- выявлены зоны дефолиации крон хвойных деревьев, дехромации и продолжительности жизни хвои сосны, лишеноиндикации эпифитных лишайников проективного покрытия ствола сосны и лесного мохового покрова от аэротехногенных воздействий, а также суммарной плотности выпадений элементов (Ca, S, Fe) и катионов тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn) в год;
- обоснована и предложена оптимальная организационная структура геоэкологического мониторинга и установлены оптимальные границы зон его проведения на территории горнодобывающего района;
- установлены закономерности аэротехногенных загрязнений различного типа (пыли неорганической, азота диоксида, серы диоксида, углерода оксида, фенола) на лесные экосистемы и разработаны корреляционные модели объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с учетом временного фактора;
- сформулированы и предложены природоохранные требования применительно к конкретным компонентам окружающей среды для их прогноза при закрытии шахт;
- разработана и предложена структура типового центра геоэкологического мониторинга горнодобывающего района;
- разработана и предложена методика оценки ущерба окружающей среды территорий от техногенного воздействия проведенных подземных работ.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ** заключается в предлагаемой организации системы геоэкологического мониторинга в зоне закрытия шахт, а также в разработке методики оценки и прогноза воздействия техногенных факторов на окружающую среду, возникающих при затоплении подземных выработок; обосновании размеров зон проведения геоэкологического мониторинга; в формулировке основных природоохранных требований применительно к конкретным компонентам окружающей среды для их прогноза при закрытии шахт; в предложении методики оценки ущерба окружающей среде в зоне влияния подземных выработок закрываемых шахт.

**ДОСТОВЕРНОСТЬ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ** подтверждается использованием и применением разработанных методов анализа, оценки и прогноза состояния окружающей среды, представительным объемом проектных и фактических данных, хорошей сходимостью фактических и прогнозируемых значений исследуемых показателей состояния лесных экосистем.

**РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ.** Выводы и результаты исследований использованы в рабочих проектах "Организация постоянного комплексного геоэкологического мониторинга на базе специализированного центра в районе г. Сланцы" (П8476-ОПЗ), выполненном ЗАО "СПб-Гипрошахт"; "Комплекс сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения г.Сланцы на базе водоотлива шахты им С.М. Кирова", выполненном СПб ГУП "Инженерный центр". Эти проекты включены в состав "Проекта ликвидации шахты им. С.М. Кирова ОАО "Ленинградсланец", выполненного ЗАО "СПб-Гипрошахт" и утвержденного в 2000 г. в Государственном учреждении по вопросам реорганизации и ликвидации нерентабельных шахт и разрезов (ГУРШ), подведомственном Минпромэнерго России. В настоящее время водопроводные очистные сооружения сданы в эксплуатацию в конце 2004 г., а по специализированному центру – закончена разработка рабочей документации.

**АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ.** Основные и отдельные положения работы, разработанные в процессе ее выполнения, докладывались на международном семинаре: "Оценка состояния бореальных лесов на северо-западной части Европы (Россия – США, НАСА, Санкт-Петербург, июнь 2001 г.); на Всероссийском научно-техническом семинаре "Научно-методическое обеспечение мониторингов угольных бассейнов и месторождений России" (г.Ростов-на-Дону, сентябрь 2001 г.), на международной конференции "Проблемы рекультивации нарушенных земель промышленностью на рубеже XXI века" (Санкт-Петербург, июнь 2002 г.). В целом работа докладывалась на техническом совете ЗАО "СПб-Гипрошахт", ученом совете Центра ИНЭНКО РАН и расширенном заседании кафедры инженерных мелиораций, гидрологии и охраны окружающей среды государственного образовательного учреждения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

**ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРА РАБОТЫ** заключается:

- в постановке цели работы, задач исследований и их методическом обеспечении;
- в разработке методики геоэкологического прогноза состояния территорий в зоне влияния подземных выработок закрываемых шахт;
- в обосновании и определении границ зон проведения геоэкологического мониторинга для района закрытия шахт;

- в разработке корреляционных моделей и установлении зависимостей объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с учетом временного фактора, а также между аэро-техногенным загрязнением лесных экосистем муниципального образования (МО) "Сланцевский район", интенсивностью загрязнения и расстоянием от объекта загрязнения; в разработке организационной структуры геоэкологического мониторинга в зоне влияния закрываемых шахт;
- в разработке структуры типового центра геоэкологического мониторинга горнодобывающего района;
- в разработке методики оценки ущерба окружающей среде в зоне влияния подземных выработок закрываемых шахт (на примере шахт им. С.М. Кирова и № 3 ОАО "Ленинградсланец").

**ПУБЛИКАЦИИ:** по материалам диссертации автором опубликовано девять научных работ.

**ОБЪЕМ И СТРУКТУРА РАБОТЫ.** Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения. Изложена на 137 страницах машинописного текста, содержащих 35 рисунков, 23 таблицы и библиографию из 82 наименований.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы ее цели и задачи, определены основные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна и практическая значимость достигнутых работой результатов.

В первой главе, посвященной описанию современного состояния организации и проведения геоэкологического мониторинга в зоне влияния подземных выработок и путей его совершенствования, приведена характеристика природных условий района исследований – МО "Сланцевский район".

В конце XX века в связи с реструктуризацией в стране угольной отрасли возникла проблема организации геоэкологического мониторинга в местах интенсивного антропогенного воздействия процесса закрытия шахт. Анализ работ последних лет отечественных ученых Б.В. Боровского, В.М. Еремеева, В.Е. Зайденварга, Ю.А. Норватова, Я.Г. Семикобылы и зарубежных авторов Ф.К. Бентзауца, В. Фрица и К.Ф. Якоба позволил отметить недостатки существующей организации геоэкологического мониторинга состояния окружающей среды в зоне влияния закрываемых шахт: не учитываются в должной степени при затоплении подземных выработок техногенные факторы, отсутствовавшие при работе шахт; не установлены границы зон проведения геоэкологического мониторинга; отсутствует в угольной отрасли

типовое положение о центре геоэкологического мониторинга в горнодобывающем районе; отсутствует методика оценки ущерба окружающей среде территорий.

Ленинградское месторождение горючих сланцев является частью Прибалтийского сланцевого бассейна и расположено в двух областях Российской Федерации: Ленинградской и Псковской. Район исследования - часть Ленинградского месторождения в границах МО "Сланцевский район". Площадь района – 2171,7 км<sup>2</sup>. Население - 53,0 тыс. человек. Район богат минерально-сырьевыми ресурсами и имеет агропромышленную ориентацию. Ленинградское месторождение горючих сланцев является основным в Российской Федерации.

Большая часть территории района покрыта лесом – 63,1 % от его площади. Средние таксационные показатели леса: класс бонитета – 2,6; полнота – 0,69; общий запас древесины на 1 га – 166 м<sup>3</sup>; средний возраст хвойных пород – 68 лет, лиственных – 50 лет; годовая продукция фитомассы - 9 т/га. Важнейшими лесообразующими породами являются хвойные: сосна и ель обыкновенные; мелколиственные: береза пушистая и бородавчатая, осина. Изредка встречаются широколиственные породы, но хозяйственное значение их ничтожно.

Во второй главе дана оценка существующего состояния окружающей среды в МО "Сланцевский район". Основные источники техногенного воздействия - предприятия Сланцевского промышленного района: ОАО "Ленинградсланец", сланцеперерабатывающий завод ОАО "Завод Сланцы" и ОАО Сланцевский цементный завод "Цесла".

На шахтах ОАО "Ленинградсланец" производятся совместная добыча и обогащение сланца и известняка. Основные техногенные факторы воздействия действующих шахт на окружающую среду: нарушение естественного гидрогеологического режима на подрабатываемых и прилегающих к ним площадях; изменение гидрологического и термического режимов, химического состава воды водных объектов; деформация земной поверхности; загрязнение приповерхностной атмосферы выбросами шахтной вентиляции; занятие земель; создание техногенных ландшафтов; изменение растительного и животного мира.

Развитие подземных работ привело к существенному изменению естественного гидродинамического режима подземных вод и образованию депрессионной воронки овальной формы площадью 2352 км<sup>2</sup> (с ЮЗ на СВ размером 56 км и с СЗ на ЮВ размером 44 км, при среднем радиусе 27,3 км). Непосредственное загрязнение шахтных вод происходит в подземных выработках. Осушение подземных выработок сейчас осуществляется с помощью водоотлива с суммарной производительностью 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Шахтные воды без очистки по 6 выпускам сбрасываются в р. Плюсса и ее притоки: Руя, Кушелка и Сиженка. ОАО "Ленинград-сланец" является в районе основным источником сброса сточных вод в водные объекты.



Общая площадь горного отвода шахт ОАО "Ленинградсланец" – 301,9 км<sup>2</sup>. При добыче сланца происходит сдвигание земной поверхности и больших масс пород в сторону выработанного пространства, приводящее к изменению рельефа земной поверхности и зависящее от мощности вынимаемого пласта, способа управления кровлей, размера выработки и физико-механических свойств пород, подвергающихся влиянию подземных работ. Суммарная площадь мульд оседания на шахтных полях составляет около 4,5 км<sup>2</sup>. На местности они представляют собой понижения глубиной до 100 см и проявляются по-разному, в зависимости от местных условий. Так образование мульд в лесу приводит к появлению "пьяного" леса. В дальнейшем деревья, за исключением черной ольхи, отмирают и происходит смена растительности на болотную.

Суммарная площадь промышленных площадок ОАО "Ленинградсланец" составляет 3,87 км<sup>2</sup>, из которых 45 % (1,74 км<sup>2</sup>) занимают техногенные массивы (шахтные отвалы, золоотвалы котельных, открытые склады сланца и щебня). На 01.01.2001 на них хранилось 60,5 млн. т породы, отходов обогащения и золы.

Выбрасываемые в атмосферный воздух загрязнители поступают с атмосферными осадками на растительность и почву в виде твердых частиц, аэрозолей растворенных солей и адсорбированных газов. Основную долю в их объеме составляют: пыль (цементная и сланцевая зола), сернистый ангидрид и катионы тяжелых металлов. На основании обобщения и оценки опытных исходных данных на рис.1 приведена гистограмма среднегодовых концентраций примесей в воздухе г. Сланцы (в долях ПДК среднесуточных).

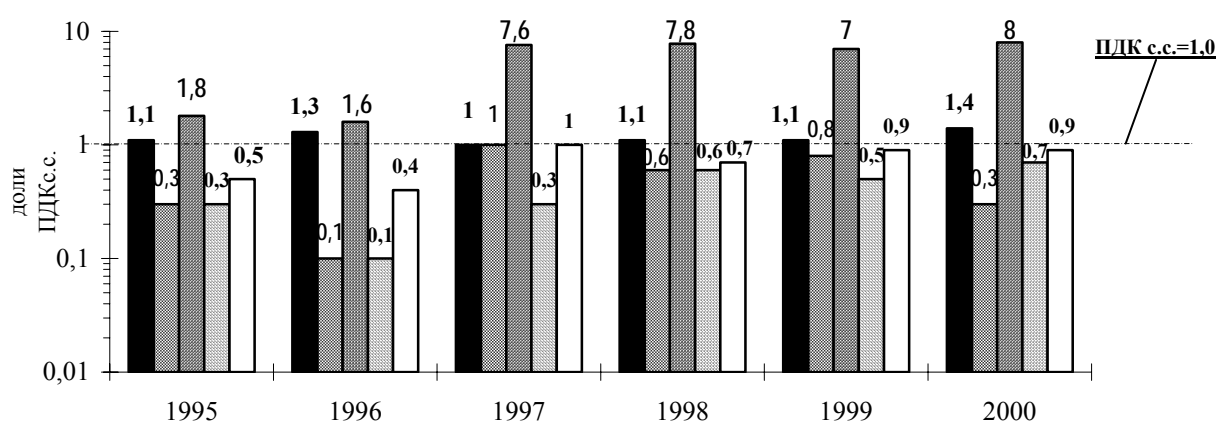


Рисунок 1. Гистограмма среднегодовых концентраций примесей в воздухе г. Сланцы (в долях ПДК с.с)

■ пыль неорганическая ■ азота диоксид ■ серы диоксид ■ фенол □ углерода оксид

Из гистрограммы следует, что средние годовые превышения концентраций за рассматриваемый период наблюдаются только по пыли неорганической и серы диоксиду.

Для лесных биоценозов на исследуемой территории наиболее информативно изучение сосны обыкновенной, т.к. сернистый ангидрид и пыль оказывают на нее особенно угнетающее действие. Способностью накапливать катионы тяжелых металлов наряду с хвоей сосны также обладают зеленые мхи лесного покрова и эпифитные лишайники проективного покрытия стволов сосны. На основании обработки и обобщения статистических исходных данных по лесным экосистемам получены результаты зонирования территории МО "Сланцевский район" по степени дефолиации кроны, дехромации хвои сосны, лишеноиндикации проективного покрытия стволов сосен, см. рис. 2 – рис.4.

Сравнение показателей состояния древостоя, эпифитной лишайниковой растительности и напочвенного мохового покрова с интенсивностью аэротехногенного загрязнения позволяет выделить две основные зоны экологической напряженности на территории МО "Сланцевский район". Это северо-западная часть исследуемого района (побережье Нарвского водохранилища) и Сланцевский промышленный район с прилегающей к нему территорией в ареале 40 км вокруг г. Сланцы. Остальная исследуемая территория пока находится в удовлетворительном экологическом состоянии, см. рис.5.

В третьей главе разработаны основные положения методики по геоэкологическому мониторингу состояния окружающей среды в зоне влияния подземных выработок закрываемых шахт, которые обусловлены: существенным нарушением окружающей среды в МО "Сланцевский район" в связи с одновременным влиянием работающей шахты "Ленинградская" и закрытых шахт № 3 и им. С.М. Кирова, а также накопленным за многие десятилетия их негативным воздействием на экологическое состояние этого горнопромышленного района; расположением площадок сланцедобывающих предприятий в селитебной зоне (или в непосредственной близости от нее), что требует особого внимания к вопросам экологической безопасности населения; расположением шахтных полей, в основном, на землях Сланцевского и Попковского лесничеств. Поэтому для горнодобывающих районов автором предлагается осуществлять геоэкологический мониторинг последовательно в границах трех зон:

- зона I – зона непосредственного проведения подземных работ и размещения площадок горных предприятий, ее граница принимается по проектам горного и земельного отводов шахт "Ленинградская", № 3 и им. С.М. Кирова;
- зона II – зона существенного влияния подземных работ на компоненты окружающей среды, ее граница устанавливается при мониторинге подземных водных объектов и соответ-





ствуется площади нарушения естественного гидродинамического режима подземных вод. Дренажное влияние распространилось на расстояние до 10-20 км от границ подземных работ шахты "Ленинградская", уточняется при мониторинге;

- зона III – зона фонового мониторинга. Охватывает границы прилегающих районов, не нарушенных подземными работами.

Применяются два способа закрытия шахт: "сухой" и "мокрый". При "сухом" способе сохраняется поддержание подземных выработок, их проветривание и шахтный водоотлив. Техногенные факторы при закрытии аналогичны техногенным факторам действующих шахт. Данный способ экономически не выгоден и применяется крайне редко.

При "мокроем" способе происходит полное (или частичное) затопление подземных выработок, вызывающее ряд техногенных факторов, отсутствовавших при работе шахт: повышение водопритоков и прорывы шахтных вод в шахты, соседние с закрываемой; резкое ослабление дренажа водоносных горизонтов и элементов поверхностной гидросети; усиление загрязнения водоносных горизонтов, в т.ч. используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения; подтопление и заболачивание земной поверхности грунтовыми водами; ухудшение водно-солевого баланса почвы; вытеснение на поверхность "мертвого воздуха", токсичных и радиоактивных газов; сдвигание земной поверхности над подземными выработками – "эффект поднятия земной поверхности"; проявление техногенных землетрясений силой до 4-х баллов по шкале Рихтера. Новые техногенные факторы нарушают сложившиеся годами связи в экосистемах горнодобывающих районов и требуют проведения специальных мероприятий, особенно при массовом закрытии шахт.

На основании проведенных исследований приведен прогноз экологических последствий закрытия двух шахт ОАО "Ленинградсланец" для территории МО "Сланцевский район". По его результатам шахта им. С.М. Кирова ухудшит качество подземных вод, т.к. затопленными окажутся неводонасыщенные в настоящее время участки промпластов горючего сланца и зоны сульфидной минерализации. Концентрация фенола достигнет до 0,01 мг/л, т.е. превысит его ПДК в 10 раз. Интенсивные процессы окисления сульфидов приведут к повышению в шахтных водах в несколько раз концентраций тяжелых металлов. Произойдет перераспределение водопритоков между шахтами им. С.М. Кирова и "Ленинградская". Через разделительный целик в шахту "Ленинградская" будет дополнительно поступать около 400 м<sup>3</sup>/ч шахтных вод из затопленных подземных выработок закрытой шахты им. С.М. Кирова. Это приведет к загрязнению шахтных вод шахты "Ленинградская" и, как следствие, к загрязнению р. Плюсса. Поэтому принят "сухой" способ закрытия шахты им. С.М. Кирова.

Сдвижение и деформация земной поверхности на подработанной территории шахтных полей будут продолжаться. Их величины зависят от горно-геологических условий и применявшейся на шахтах системы разработки. На участках, разработанных спаренными лавами, происходит разрушение оставленных целиков. Оседание земной поверхности достигнет до 200 см, что соответствует деформациям I группы территорий и может привести к изменению, а потом и к смене лесной растительности. Во избежание этого образовавшиеся мутьды оседания необходимо рекультивировать под лесные насаждения. При разработке камерами-лавами максимальное оседание земной поверхности достигнет 15 см, а минимальное – до 9 см, что соответствует IV группе территорий и также потребует проведения рекультивации.

По данным наблюдений за временной период с 1995 по 2000 год включительно загрязнение атмосферного воздуха сохранится. Закрытие двух шахт позволит сократить выброс загрязняющих веществ на 912,4 т/год только за счет ликвидации источников загрязнения (обоганительных установок, вентиляционных скважин, надшахтных зданий главного и вспомогательного ствола и др.). Основные источники – ОАО "Завод Сланцы" и ОАО Сланцевский цементный завод "Цесла", выбрасывающие в атмосферный воздух более 90 % загрязняющих веществ в год, и г. Сланцы, сохраняются без изменения. На основании исходных данных получены следующие математические зависимости среднегодового загрязнения лесов в районе г. Сланцы по пыли неорганической и серы диоксиду за временной период, см. рис. 6 и рис. 7.

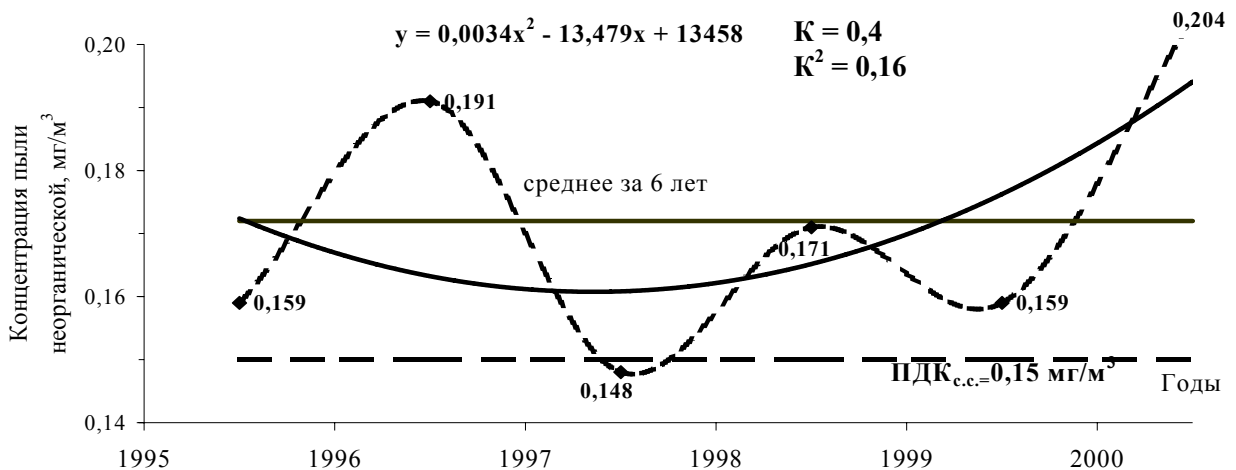


Рисунок 6. Среднегодовое загрязнение атмосферного воздуха в районе лесов г. Сланцы пылью неорганической с содержанием кремния ниже 20%, мг/м³

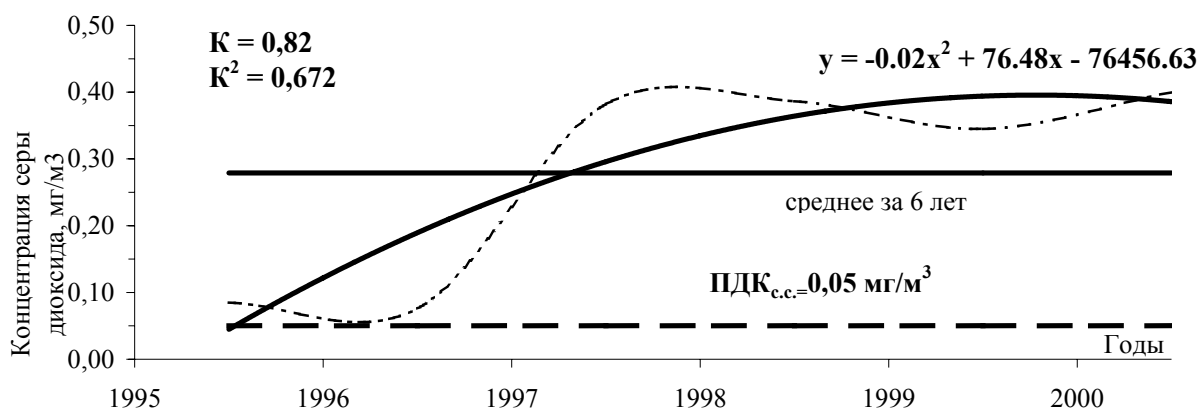


Рисунок 7. Среднегодовое загрязнение атмосферного воздуха в районе лесов  
г. Сланцы серы диоксидом, мг/м<sup>3</sup>

Определенный коэффициент корреляции ( $K$ ) доказывает существенность и значимость принятых функциональных зависимостей, а коэффициент детерминации ( $K^2$ ) подтверждает влияние промышленных и климатических факторов на искомую зависимость. Знак минус перед квадратичной функцией математического уравнения, описывающего загрязнение атмосферного воздуха серы диоксидом, обусловлен наличием аномальных данных, т.к. количество загрязняющих веществ неравномерно распределено в наблюдаемом периоде.

В результате сокращения проветривания в подземных выработках закрытой шахты им. С.М. Кирова при гниении деревянной крепи и окислении сланца будет образовываться, так называемый "мертвый воздух", поступающий в приземные слои атмосферы, что негативно скажется на лесных экосистемах исследуемого района.

В качестве хранилищ твердых отходов на территории ОАО "Ленинградсланец" выявлено 5 шахтных отвалов и 2 золоотвала. После закрытия шахт продолжают работать только 2 из них: отвал II района и золоотвал котельной III района шахты "Ленинградская". Остальные законсервированы. В год они выбрасывают в атмосферу 49,3 т вредных веществ.

Четвертая глава. В угольной промышленности действует более 300 нормативных документов, регламентирующих охрану окружающей среды. Однако требования к обеспечению экологической безопасности в зоне влияния подземных выработок закрываемых шахт практически отсутствуют. По результатам выполненной работы и анализа законодательных и нормативных документов разного уровня автором сформулированы основные природоохранные требования применительно к конкретным компонентам окружающей среды, а именно: подземной и поверхностной гидросфере, подземной и приповерхностной атмосфере, литосфере (главным образом, почвенному покрову) и ландшафту (преимущественно рельефу земной поверхности).

Для контроля устойчивости природных экотопов к техногенным воздействиям процесса закрытия шахт автором предложена структура типового центра геоэкологического мониторинга горнодобывающего района, приведенная в диссертационной работе. Также разработана методика оценки ущерба окружающей среды в зоне влияния шахт. Она позволяет определить суммарную величину ущербов от загрязнения подземных и поверхностных вод, воздушной среды, нарушения поверхности (из-за техногенного изменения рельефа, природного ландшафта, качества земель и недр), флоры. Расчет оценки ущерба окружающей среды в зоне влияния шахт на Ленинградском месторождении горючих сланцев составляет более 250 млн. руб./год. Организация центра геоэкологического мониторинга в г. Сланцы оценивается в 59 млн. руб. За счет принятия обоснованных управленческих решений (строительство комплекса сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Сланцы на базе водоотлива закрытой шахты им. С.М. Кирова) позволит снизить ущерб окружающей среды до 100 млн. руб. ежегодно. При этом затраты на организацию центра геоэкологического мониторинга окупятся в течение 4-х месяцев.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В диссертации решена актуальная для горной отрасли задача – разработана методика геоэкологического прогноза состояния окружающей среды и предложено совершенствование организационной структуры мониторинга в зоне влияния подземных выработок закрываемых шахт. Выполненные исследования позволили получить следующие основные научные и практические результаты:

- 1 Определены основные техногенные факторы воздействия действующих шахт на окружающую среду: изменение гидрогеологического режима водоносных горизонтов Ленинградского месторождения горючих сланцев и прилегающих к нему площадей, а также гидрологического режима и химического состава воды водных объектов; деформаций земной поверхности; загрязнение приземной атмосферы выбросами шахтной вентиляции; техногенное занятие земель твердыми отходами; создание техногенных ландшафтов; изменение растительного и животного мира.
- 2 Дана оценка биоиндикационными методами состояния природных ресурсов лесных биоценозов, подвергающихся аэротехногенному загрязнению. Крона деревьев принимает основной объем воздушных загрязнений (катионы тяжелых металлов, взвешенные вещества, сера) круглый год, а мхи и лишайники "освещают" приземные условия только в сезон положительных температур. Выделены две основные зоны экологической напряженности по аэротехногенному загрязнению: первая – северо-западная часть района (побережье Нарвского водохранилища); вторая – территория в ареале 40 км вокруг г. Сланцы.



- 3 Проведено сравнение двух способов закрытия шахт: "сухого" и "мокрого". При "сухом" способе сохраняется поддержание подземных выработок, их проветривание и шахтный водоотлив. Техногенные факторы закрываемых "сухим" способом и действующих шахт аналогичны. При "мокром" способе происходит полное (или частичное) затопление подземных выработок, вызывающее ряд техногенных факторов, отсутствующих у работающих шахт: повышение водопритоков и прорывы шахтных вод в шахты, расположенные рядом с закрываемой; резкое ослабление дренажа водоносных горизонтов и элементов поверхностной гидросети; загрязнение подземных водоносных горизонтов, в т.ч. используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения; подтопление и заболачивание земной поверхности грунтовыми водами; ухудшение водно-солевого баланса почвы; вытеснение на поверхность "мертвого воздуха", токсичных и радиоактивных газов; сдвигание земной поверхности над подземными выработками – "эффект поднятия земной поверхности"; проявление техногенных землетрясений силой до 4-х баллов по шкале Рихтера.
- 4 Разработана и предложена методика структуры типового центра геоэкологического мониторинга горнодобывающего района для прогноза состояния окружающей среды территорий, подверженных влиянию подземных выработок.
- 5 Предложена методика геоэкологического прогноза состояния окружающей среды применительно к конкретным элементам окружающей среды зоны влияния подземных выработок: подземной и поверхностной гидросфере, подземной и приповерхностной атмосфере, литосфере (главным образом, почвенному покрову) и ландшафту (преимущественно рельефу земной поверхности).
- 6 Предложена и разработана методика оценки эколого-экономического ущерба окружающей среды в зоне влияния подземных выработок шахт на основе определения суммарной величины ущербов от загрязнения подземных и поверхностных вод, воздушной среды, нарушения земной поверхности (из-за техногенного изменения рельефа, природного ландшафта местности, качества земель и недр), флоры. Расчетом по данной методике определен суммарный ущерб окружающей среды в зоне влияния подземных выработок шахт на Ленинградском месторождении горючих сланцев, который составляет более 250 млн. руб./год. Внедрение данной методики при организации центра геоэкологического мониторинга позволит за счет принятия обоснованных управленческих решений, снизить ущерб окружающей среде на сумму до 100 млн. руб. Следовательно затраты на организацию центра геоэкологического мониторинга в сумме 59 млн. руб. окупятся в течение 4-х месяцев.

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:**

- 1 Бабенко О.Б., Попова Т.А., Семикобыла Я.Г. Aerospace Monitoring Of Forest Cover In The Oilshales Mining Region Of North - Western Russia / Тез. докл. международного семинара, проведенного НАСА по "Оценке состояния бореальных лесов в экологически ущербных районах", 10-13 июня 2001, СПб. – СПб.: ИНЭНКО РАН, 2001.– С.16-17.
- 2 Бабенко О.Б., Маковский С.А., Семикобыла Я.Г. Система геоэкологического мониторинга района ликвидируемых шахт Ленинградского месторождению горючих сланцев / Тез. докл. Всероссийский научно-технический семинар "Научно-методическое обеспечение мониторингов угольных бассейнов и месторождений России", 25-27 сентября 2001, Сборник трудов – Ростов-на-Дону: ВНИГРИУголь, МПР России, Южно-Российская Академия горных наук, Центр мониторинга промышленной и экологической безопасности предприятий Восточного Донбасса. 2001. – С.80.
- 3 Бабенко О.Б., Баулин А.В., Белинкин А.А. Освоение Эльгинского каменноугольного месторождения / – М.: Уголь, 2002.– № 1. – С.22-23.
- 4 Бабенко О.Б., Попова Т.А., Семикобыла Я.Г. Горно-экологический мониторинг закрываемых нерентабельных шахт ОАО "Ленинградсланец" / – М.: Горный журнал, 2002.– № 1. – С.70-72..
- 5 Бабенко О.Б., Баулин А.В., Семикобыла Я.Г., Хохлачев Б.С. Экологические аспекты открытой разработки Эльгинского месторождения / – М.: Горный журнал, 2002. – № 3. – С.71-74.
- 6 Бабенко О.Б., Семикобыла Я.Г. Оценка биоиндикационным методом аэротехногенных загрязнений на основе состояния лесов в зоне Сланцевского промышленного района / Тез. докл. международной конференции "Проблемы рекультивации нарушенных земель промышленностью на рубеже 21-го века", 24-30 июня 2002, СПб. – СПб.: ИНЭНКО РАН, 2002.– С.36-39.
- 7 Бабенко О.Б., Семикобыла Я.Г. Оценка состояния лесных экосистем закрываемых шахт с помощью биоиндикационных методов / – М.: Инженерная экология, 2003. – № 6. – С.36-42.
- 8 Бабенко О.Б., Семикобыла Я.Г. Оценка параметров состояния окружающей среды при экологическом мониторинге района закрываемых шахт (на примере Ленинградского месторождения горючих сланцев) / Тез. докл. 7-й международной конференции и выставки "Акватерра", 20-22 мая 2004, СПб. – СПб.: 2004. – С.238-240.
- 9 Бабенко О.Б., Семикобыла Я.Г. Экологические аспекты разработки Эльгинского месторождения открытым способом / Тез. докл. 7-й международной конференции и выставки "Акватерра", 20-22 мая 2004, СПб. – СПб.: 2004. – С.275-278.

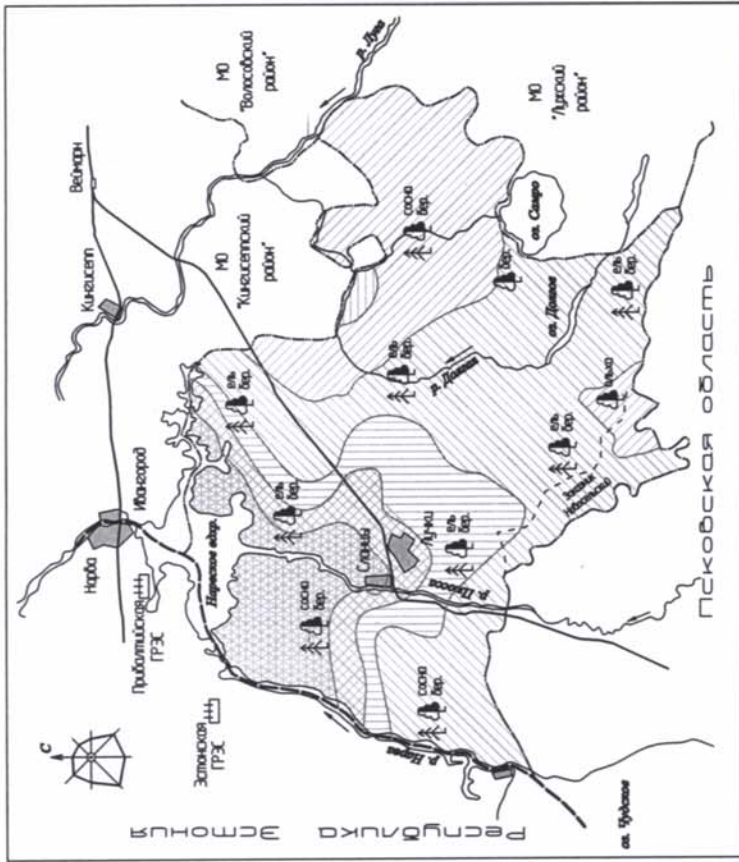


Рисунок 4 Зонирование территории МО "Сланцевский район" по степени лишайниковидности

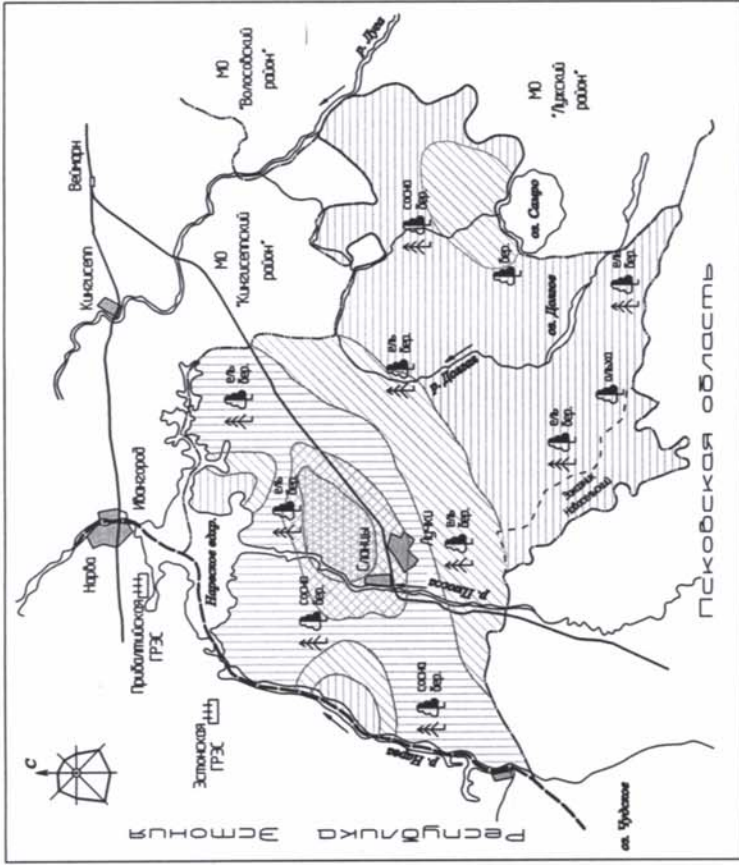


Рисунок 5 Распределение суммарной плотности выпадений загрязняющих веществ (Ca, Fe и S) в год на территории МО "Сланцевский район", т/км<sup>2</sup>

Работа выполнена в Центре международного сотрудничества по проблемам окружающей среды Российской академии наук.

*Научный руководитель* –  
доктор технических наук, профессор

*Ярослав Георгиевич Семикобыла*

*Официальные оппоненты:*  
доктор технических наук профессор

*Николай Викторович Арефьев*

кандидат геолого-минералогических наук, профессор

*Юрий Петрович Сорокин*

*Ведущее предприятие* – ОАО "Ленинградсланец"

Защита диссертации состоится \_\_\_\_\_ 2005 г. в \_\_\_\_\_ ч \_\_\_\_\_ мин на заседании диссертационного совета Д 212.229.17 при Санкт-Петербургском государственном политехническом университете по адресу: ауд. № 411, Гидротехнический факультет 2. Политехническая ул., 29, Санкт-Петербург. 195251.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
диссертационного совета

В.Т. ОРЛОВ