



**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
В РАЙОНАХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ
ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
С УЧЕТОМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ТРАНСФОРМАЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ**



THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE RUSSIAN FEDERATION
NATIONAL RESEARCH TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY
V.S. SOBOLEV INSTITUTE OF GEOLOGY
AND MINERALOGY OF SB RAS
A.A. TROFIMUK INSTITUTE OF PETROLEUM GEOLOGY
AND GEOPHYSICS OF SB RAS

**BIOGEOCHEMICAL MONITORING
OF TAILINGS OF MINING INDUSTRY,
TAKING INTO ACCOUNT MICROBIOLOGICAL
FACTORS OF THE MINERAL COMPONENT
TRANSFORMATION**



NOVOSIBIRSK
PUBLISHING HOUSE OF THE SIBERIAN BRANCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ
ИМ. В.С. СОБОЛЕВА СО РАН
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ
ИМ. А.А. ТРОФИМУКА СО РАН

**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
В РАЙОНАХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ
ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
С УЧЕТОМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ ТРАНСФОРМАЦИИ
МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ**



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

2017

УДК 550.47+550.72

ББК 28.080.3

Б63

Б63 Биогеохимический мониторинг в районах хвостохранилищ горнодобывающих предприятий с учетом микробиологических факторов трансформации минеральных компонентов / [Л.П. Рихванов и др.]; М-во образования и науки РФ, Нац. исслед. Том. политехн. ун-т; Ин-т геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН; Ин-т нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. – 437 с.

В коллективной монографии рассматриваются особенности современного минералообразования и геохимических процессов в хвостохранилищах золоторудных (Комсомольское) и золотосодержащих колчеданных (Урское) месторождений Кемеровской области. Полученные результаты свидетельствуют об интенсивных процессах техногенной трансформации и дифференциации минерального вещества, миграции и перераспределения химических элементов, что ведет к образованию потоков рассеяния вещества и накоплению рудных компонентов на геохимических барьерах (захороненное органическое вещество). Обоснована важная роль микроорганизмов в изменении форм нахождения, перераспределения и концентрирования химических элементов. Установлено, что геохимическая специализация материала хвостохранилищ находит свое отражение в элементном и минеральном составе компонентов природных сред (поверхностные воды, донные отложения, почвы, растительность, солевые отложения питьевых вод) и организма человека (волосы). Показано, что химические элементы активно включаются в трофические цепи. Доказана эффективность применения биогеохимических методов для оценки масштабов геохимического преобразования вещества и выявления основных механизмов переноса материала.

Книга предназначена для геологов, геохимиков, экологов и специалистов, интересующихся проблемами геохимии и биогеохимии, а также преподавателей, аспирантов и студентов.

The collective monograph observes features of modern mineral formation and geochemical processes in tailings of gold-ore (Komsomolsk) and gold-containing sulfide (Ursk) deposits in Kemerovo region in Russia. The results obtained testify of intensive processes of technogenic transformation and differentiation of mineral matter, migration and redistribution of chemical elements. All these processes lead to the formation of matter dispersion flows and accumulation of ore components on geochemical barriers (buried organic matter). The authors prove the important role of microorganisms in the alteration of modes of occurrence, redistribution and concentration of chemical elements. It was specified, that the geochemical specialization of the tailing matter is reflected in the elemental and mineral composition of the natural components (surface water, sediments, soil, vegetation, salt sediments of drinking water) and human body (hair). The data show that chemical elements are actively included in the trophic chains. The authors prove the efficiency of the application of biogeochemical methods for the assessment of the scale of geochemical alteration of matter and definition of general mechanisms of matter flows.

The book is designed for geologists, geochemists, ecologists and professionals interested in the problems of geochemistry and biogeochemistry, as well as teachers and students.

Рецензенты:

д-р геол.-минер. наук *В.А. Алексеенко*

д-р геол.-минер. наук *О.Л. Гаськова*

д-р мед. наук *В.В. Турбинский*

*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского научного фонда (проект № 15-17-10011)*

*Утверждено к печати Научно-методическим советом
Томского политехнического университета*

ISBN 978-5-7692-1558-2

© Коллектив авторов, 2017

© Оформление. Издательство СО РАН, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. ХВОСТОХРАНИЛИЩА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА (Л.Н. Белан, Л.П. Рихванов, Т.В. Усманова)	11
1.1. Экологические проблемы в районах хвостохранилищ (Т.В. Усманова, Л.П. Рихванов)	–
1.2. Медико-биологические проблемы районов горнодобывающих предприятий и хвостохранилищ на примере Башкирии (Л.Н. Белан)	20
Глава 2. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ТЕХНОГЕНЕЗЕ (Н.В. Барановская, Т.С. Большунова, Е.А. Горбатюк, А.М. Межибор, Д.В. Наркович, Л.П. Рихванов, Д.В. Юсупов)	30
2.1. Состояние вопроса о геохимии живого вещества (биогеохимии) и возможности использования его элементного состава для целей биоиндикации (Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов)	–
2.2. Краткий очерк истории изучения используемых живых организмов и биосубстратов в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды ...	35
2.2.1. Эпифитные лишайники как индикаторы загрязнения окружающей среды (Т.С. Большунова)	–
2.2.2. Использование мхов в биогеохимических исследованиях (А.М. Межибор)	43
2.2.3. Использование листьев деревьев для целей биогеохимической индикации (Д.В. Юсупов)	48
2.2.4. Лабазник вязолистный (<i>Fillipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.) как индикатор техногенной трансформации биосферы (Н.В. Барановская, Е.А. Горбатюк)	53
2.2.5. Волосы как индикатор состояния среды проживания человек (Н.В. Барановская, Д.В. Наркович)	80
Глава 3. КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ КАК ОДИН ИЗ ГОРНОРУДНЫХ РЕГИОНОВ ЮГА СИБИРИ (Т.В. Усманова, Л.П. Рихванов)	86
3.1. Краткая справка о горнодобывающей и перерабатывающей промышленности Кемеровской области	87

Глава 4. КРАТКИЙ ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛОГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, РУДЫ КОТОРЫХ ПОСЛУЖИЛИ ОСНОВОЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛА ХВОСТОХРАНИЛИЩ (С.Б. Бортникова, Л.П. Рихванов)	96
4.1. Комсомольское месторождение золота	–
4.2. Бериккульское рудное поле	101
4.3. Урское рудное поле	105
Глава 5. КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ХВОСТОХРАНИЛИЩАХ: ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, СТРОЕНИЕ, ОБЩИЙ СОСТАВ (С.Б. Бортникова, Л.П. Рихванов)	110
5.1. Комсомольское техногенное тело	111
5.2. Урское техногенное поле	117
Глава 6. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ (Б.Р. Соктоев, Н.А. Абросимова, Н.В. Барановская, Т.С. Большунова, Е.А. Горбатов, М.А. Густайтис, А.В. Еделева, И.С. Кириченко, И.Н. Мягкая, Д.В. Наркович, А.М. Межибор, Н.В. Юркевич, Д.В. Юсупов)	119
6.1. Отбор проб	–
6.1.1. Отбор проб материала хвостохранилищ	–
6.1.2. Отбор проб почв	124
6.1.3. Отбор проб природных вод	–
6.1.4. Отбор проб фито- и зоопланктона	126
6.1.5. Отбор проб донных осадков	127
6.1.6. Отбор проб мхов и лишайников	–
6.1.7. Отбор проб лабазника вязолистного	128
6.1.8. Отбор проб листьев березы повислой	129
6.1.9. Отбор проб солевых отложений питьевых вод	130
6.1.10. Отбор проб волос детского населения	–
6.2. Геофизические исследования	–
6.3. Экспериментальные исследования	132
6.4. Лабораторные исследования	–
6.4.1. Подготовка проб к аналитическим исследованиям	–
6.4.2. Микробиологические исследования	136
6.4.3. Аналитические методы	137
6.5. Обработка результатов	142
Глава 7. ТРАНСФОРМАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ. ФОРМИРОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ОРЕОЛОВ РАССЕЯНИЯ (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева, Б.Ю. Сарыг-оол, И.С. Кириченко, М.А. Густайтис, Н.В. Ицук, С.М. Жмодик, Н.А. Абросимова, А.В. Еделева, С.Б. Бортникова, Н.В. Юркевич, В.В. Оленченко, О.П. Саева)	150
7.1. Неоднородность минерального и элементного состава Комсомольского хвостохранилища (Н.А. Абросимова, Н.В. Юркевич, А.В. Еделева, С.Б. Бортникова, В.В. Оленченко)	154
7.2. Неоднородность минерального и элементного состава Урского хвостохранилища (В.В. Мягкая, Е.В. Лазарева, М.А. Густайтис)	161

7.2.1. Вещественный и минеральный состав отвалов (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева, М.А. Густайтис, Н.В. Ицук, С.М. Жмодик)	161
7.2.2. Вещественный и минеральный состав снесенных с отвалов отходов обогащения (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева, М.А. Густайтис, Н.В. Юркевич, Н.А. Абросимова, В.В. Оленченко)	165
7.3. Особенности распределения вещества в потоке рассеяния (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева, М.А. Густайтис, Н.В. Ицук)	172
7.4. Анализ вертикального распределения элементов в потоке рассеяния (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева, Б.Ю. Сарыг-оол, И.С. Кириченко, М.А. Густайтис, С.М. Жмодик)	175
7.5. Геохимическая трансформация состава вод и донных отложений	184
7.5.1. Поверхностные воды	–
7.5.1.1. Комсомольское хвостохранилище (Н.А. Абросимова, А.Н. Еделев, О.П. Саева)	–
7.5.1.2. Урское хвостохранилище (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева, М.А. Густайтис, С.М. Жмодик)	186
7.5.2. Поровые воды (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева, М.А. Густайтис, С.М. Жмодик)	194
7.5.3. Распределение элементов в донных осадках речных систем (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева, М.А. Густайтис, С.М. Жмодик)	196
7.6. Геохимические ореолы в почвах в зоне воздействия хвостохранилищ (Н.А. Абросимова, Е.В. Еделев)	198
7.6.1. Комсомольское хвостохранилище	–
7.6.2. Урское хвостохранилище	202
7.7. Органическое вещество в материале хвостохранилищ и его роль в концентрировании химических элементов	206
7.7.1. Элементный состав торфяного вещества (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева, М.А. Густайтис, С.М. Жмодик)	209
7.7.2. Минералогические особенности торфяного вещества (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева, Б.Ю. Сарыг-оол, М.А. Густайтис, С.М. Жмодик)	–
7.8. Анализ корреляционных связей элементов в веществе потока рассеяния с его минеральным составом (И.Н. Мягкая, Б.Ю. Сарыг-оол, Е.В. Лазарева)	221
7.9. Процессы, приводящие к перераспределению и накоплению элементов в торфяном веществе (И.Н. Мягкая, Б.Ю. Сарыг-оол, И.С. Кириченко, М.А. Густайтис, С.М. Жмодик, Е.В. Лазарева)	228

Глава 8. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ТРАНСФОРМАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА И МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ (Н.А. Абросимова, А.В. Еделев, С.Б. Бортникова)	233
8.1. Прямое воздействие микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности	234
8.2. Косвенное воздействие микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности	236
8.3. Микробиологические характеристики отходов хвостохранилищ	238
8.3.1. Комсомольское хвостохранилище	–
8.3.2. Урское хвостохранилище	240

8.4. Результаты эксперимента по оценке влияния микроорганизмов на трансформацию сульфидных минералов	241
8.5. Микробиологические характеристики почвенных проб вблизи хвостохранилища	244
8.5.1. Комсомольское хвостохранилище	—
8.5.2. Урское хвостохранилище	246
Глава 9. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНАХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ (<i>Н.В. Барановская, Т.С. Большунова, Е.А. Горбатюк, А.М. Межибор, Д.В. Наркович, Л.П. Рихванов, Д.В. Юсупов</i>)	252
9.1. Комсомольское хвостохранилище	—
9.1.1. Биогеохимические особенности лишайников (<i>Т.С. Большунова, Л.П. Рихванов</i>)	—
9.1.2. Биогеохимические особенности мхов (<i>А.М. Межибор, Л.П. Рихванов</i>)	257
9.1.3. Биогеохимические особенности листьев березы (<i>Д.В. Юсупов, Л.П. Рихванов</i>)	263
9.1.4. Биогеохимические особенности лабазника вязолистного (<i>Н.В. Барановская, Е.А. Горбатюк, Л.П. Рихванов</i>)	272
9.1.5. Биогеохимические особенности волос детей (<i>Н.В. Барановская, Д.В. Наркович, Л.П. Рихванов</i>)	284
9.2. Урское хвостохранилище	291
9.2.1. Биогеохимические особенности лишайников (<i>Т.С. Большунова, Л.П. Рихванов</i>)	—
9.2.2. Биогеохимические особенности мхов (<i>А.М. Межибор, Л.П. Рихванов</i>)	299
9.2.3. Биогеохимические особенности листьев березы (<i>Д.В. Юсупов, Л.П. Рихванов</i>)	306
9.2.4. Биогеохимические особенности лабазника вязолистного (<i>Н.В. Барановская, Е.А. Горбатюк, Л.П. Рихванов</i>)	312
9.2.5. Биогеохимические особенности волос детей (<i>Н.В. Барановская, Д.В. Наркович, Л.П. Рихванов</i>)	326
Глава 10. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА ОТХОДОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩ, ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НА БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРАХ (<i>Л.П. Рихванов, Н.А. Абросимова, С.Б. Бортникова, А.В. Еделева, Е.В. Лазарева, И.Н. Мягкая, О.П. Саева, Б.Р. Соктоев, Д.В. Юсупов</i>)	335
10.1. Оценка экологических последствий в связи с трансформацией вещества и миграцией элементов в зоне окисления	—
10.1.1. Зоны фильтрации растворов, образующихся при преобразовании материала хвостохранилищ, как реальный экологический фактор (<i>Н.А. Абросимова, С.Б. Бортникова, А.В. Еделева</i>)	336

10.1.2. Элементный состав накипи питьевых вод как источник информации для оценки качества питьевых вод и влияния хвостохранилищ (Б.Р. Соктоев, Л.П. Рихванов)	339
10.1.3. Основные пути поступления химических элементов в компоненты природной среды в районах хвостохранилищ (Л.П. Рихванов, С.Б. Бортникова, Д.В. Юсупов)	346
10.2. Индикация состояния качества воды поверхностных водоемов в районе хвостохранилищ с использованием планктонных сообществ (Н.А. Абросимова, А.В. Еделев, О.П. Саева)	352
10.2.1. Исследование фитопланктона в водоемах на Комсомольском хвостохранилище	–
10.2.2. Исследование зоопланктона в водоемах на Комсомольском хвостохранилище	355
10.3. Мероприятия по минимизации воздействия хвостохранилищ на компоненты природной среды с учетом полученных новых знаний по трансформации вещества и миграции химических элементов по трофическим цепям (И.Н. Мягкая, Е.В. Лазарева)	359
Глава 11. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	361
11.1. Основные выводы и результаты	–
11.2. Практические рекомендации по проведению биогеохимического мониторинга в районах хвостохранилищ горнодобывающих предприятий	369
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	381
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	385
АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ	425

CONTENTS

INTRODUCTION	5
Chapter 1. TAILINGS OF MINING ENTERPRISES AS ENVIRONMENTAL AND MEDICAL-BIOLOGICAL PROBLEM (<i>L.N. Belan, L.P. Rikhvanov, T.V. Usmanova</i>)	11
1.1. Environmental problems in regions of tailing location (<i>T.V. Usmanova, L.P. Rikhvanov</i>)	–
1.2. Medical-biological problems in regions of mining enterprises and tailings by the example of Bashkortostan (<i>L.N. Belan</i>)	20
Chapter 2. BIOGEOCHEMICAL METHODS FOR THE ASSESSMENT OF THE EXTENT OF ENVIRONMENTAL TRANSFORMATION IN TECHNOGENESIS (<i>N.V. Baranovskaya, T.S. Bolshunova, E.A. Gorbatyuk, A.M. Mezhibor, D.V. Narkovich, L.P. Rikhvanov, D.V. Yusupov</i>)	30
2.1. Question on the geochemistry of living matter (biogeochemistry) and its applicability for bioindication purposes (<i>N.V. Baranovskaya, L.P. Rikhvanov</i>)	–
2.2. Historical sketch of the research of used living organisms and biosubstrates as indicators of environmental pollution	35
2.2.1. Epiphytic lichens as indicators of environmental pollution (<i>T.S. Bolshunova</i>)	–
2.2.2. Use of mosses in biogeochemical studies (<i>A.M. Mezhibor</i>)	43
2.2.3. Use of birch leaves for biogeochemical indication (<i>D.V. Yusupov</i>)	48
2.2.4. Meadowsweet (<i>Fillipendula ulmaria</i> (L.)) as an indicator of the biosphere technogenic transformation (<i>N.V. Baranovskaya, E.A. Gorbatyuk</i>)	53
2.2.5. Hair as an indicator of the conditions of human environment (<i>N.V. Baranovskaya, D.V. Narkovich</i>)	80
Chapter 3. KEMEROVO REGION AS ONE OF MINING REGIONS OF THE SOUTH OF SIBERIA (<i>T.V. Usmanova, L.P. Rikhvanov</i>)	86
3.1. Sketch of the mining and processing industry in Kemerovo region	87
Chapter 4. SKETCH OF GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL-GEOCHEMICAL FEATURES OF THE DEPOSITS, THE ORES OF WHICH SERVED AS THE BASIS FOR THE FORMATION OF TAILING MATTER (<i>S.B. Bortnikova, L.P. Rikhvanov</i>)	96
4.1. Komsomolsk gold deposit	–
4.2. Berikul ore field	101
4.3. Ursk ore field	105

Chapter 5. SHORT INFORMATION ABOUT THE TAILINGS: HISTORY OF THE FORMATION, STRUCTURE, AND GENERAL COMPOSITION (<i>S.B. Bortnikova, L.P. Rikhvanov</i>)	110
5.1. Komsomolsk technogenic body	111
5.2. Ursk technogenic field	117
Chapter 6. MATERIALS AND METHODS (<i>B.R. Soktoev, N.A. Abrosimova, N.V. Baranovskaya, T.S. Bolshunova, E.A. Gorbatyuk, M.A. Gustaitis, A.V. Edelev, I.S. Kirichenko, I.N. Myagkaya, D.V. Narkovich, A.M. Mezhibor, N.V. Yurkevich, D.V. Yusupov</i>)	119
6.1. Sample collection	–
6.1.1. Sampling of the tailing matter	–
6.1.2. Soil sampling	124
6.1.3. Natural water sampling	–
6.1.4. Sampling of phyto- and zooplankton	126
6.1.5. Sediment sampling	127
6.1.6. Sampling of mosses and lichens	–
6.1.7. Sampling of meadowsweet	128
6.1.8. Sampling of drooping birch leaves	129
6.1.9. Sampling of salt deposits of drinking water	130
6.1.10. Sampling of children hair	–
6.2. Geophysical research	–
6.3. Experimental studies	132
6.4. Laboratory studies	–
6.4.1. Sampling preparation for analytical studies	–
6.4.2. Microbiological research	136
6.4.3. Analytical methods	137
6.5. Results processing	142
Chapter 7. TRANSFORMATION OF MINERAL AND ELEMENTAL COMPOSITION OF THE OLD TAILINGS. FORMATION OF SECONDARY DISPERSION HALOS (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, B.Yu. Saryg-ool, I.S. Kirichenko, M.A. Gustaitis, N.V. Ischuk, S.M. Zhmodik, N.A. Abrosimova, A.V. Edelev, S.B. Bortnikova, N.V. Yurkevich, V.V. Olenchenko, O.P. Saeva</i>)	150
7.1. Heterogeneity of mineral and elemental composition of the Komsomolsk tailing (<i>N.A. Abrosimova, N.V. Yurkevich, A.V. Edelev, S.B. Bortnikova, V.V. Olenchenko</i>)	154
7.2. Heterogeneity of mineral and elemental composition of the Ursk tailings (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, M.A. Gustaitis</i>)	161
7.2.1. Matter and mineral composition of the tailing dumps (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, M.A. Gustaitis, N.V. Ischuk, S.M. Zhmodik</i>)	–
7.2.2. Matter and mineral composition of dressing wastes carried away the dumps (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, M.A. Gustaitis, N.V. Yurkevich, N.A. Abrosimova, V.V. Olenchenko</i>)	165

7.3. Distribution features of matter in the dispersion flow (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, M.A. Gustaitis, N.V. Ischuk</i>)	172
7.4. Analysis of vertical distribution of elements in the dispersion flow (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, B.Yu. Saryg-ool, I.S. Kirichenko, M.A. Gustaitis, S.M. Zhmodik</i>)	175
7.5. Geochemical transformation of water and sediment composition	184
7.5.1. Surface water	–
7.5.1.1. Komsomolsk tailing (<i>N.A. Abrosimova, A.V. Edelev, O.P. Saeva</i>)	–
7.5.1.2. Ursk tailings (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, M.A. Gustaitis, S.M. Zhmodik</i>)	186
7.5.2. Pore water (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, M.A. Gustaitis, S.M. Zhmodik</i>)	194
7.5.3. Distribution of elements in river sediments (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, M.A. Gustaitis, S.M. Zhmodik</i>)	196
7.6. Geochemical halos in soils in the impact zone of the tailings (<i>N.A. Abrosimova, A.V. Edelev</i>)	198
7.6.1. Komsomolsk tailing	–
7.6.2. Ursk tailings	202
7.7. Organic matter and its role in the concentration of chemical elements	206
7.7.1. Elemental composition of the peat matter (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, M.A. Gustaitis, S.M. Zhmodik</i>)	209
7.7.2. Mineralogical features of the peat matter (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva, B.Yu. Saryg-ool, M.A. Gustaitis, S.M. Zhmodik</i>)	–
7.8. Analysis of correlation relationships of elements in the matter of the dispersion flow with its mineral composition (<i>I.N. Myagkaya, B.Yu. Saryg-ool, E.V. Lazareva</i>)	221
7.9. Processes leading to the redistribution and accumulation of elements in the peat matter (<i>I.N. Myagkaya, B.Yu. Saryg-ool, I.S. Kirichenko, M.A. Gustaitis, S.M. Zhmodik, E.V. Lazareva</i>)	228

Chapter 8. MICROBIOLOGICAL FACTORS OF THE INTENSIFICATION OF PROCESSES OF THE MINERAL MATTER TRANSFORMATION AND MIGRATION OF CHEMICAL ELEMENTS

(<i>N.A. Abrosimova, A.V. Edelev, S.B. Bortnikova</i>)	233
8.1. Direct influence of microorganisms and their metabolic by-products	234
8.2. Indirect influence of microorganisms and their metabolic by-products	236
8.3. Microbiological characteristics of the tailing waste	238
8.3.1. Komsomolsk tailing	–
8.3.2. Ursk tailings	240
8.4. Results of the experiment on the assessment of microorganism influence on the transformation of sulfide minerals	241
8.5. Microbiological characteristics of the soil samples near the tailings	244
8.5.1. Komsomolsk tailing	–
8.5.2. Ursk tailings	246

Chapter 9. BIOGEOCHEMICAL MONITORING IN THE REGIONS OF THE TAILINGS OF MINING ENTERPRISES (<i>N.V. Baranovskaya, T.S. Bolshunova, E.A. Gorbatyuk, A.M. Mezhibor, D.V. Narkovich, L.P. Rikhvanov, D.V. Yusupov</i>)	252
9.1. Komsomolsk tailing	–
9.1.1. Biogeochemical features of the lichens (<i>T.S. Bolshunova, L.P. Rikhvanov</i>)	–
9.1.2. Biogeochemical features of the mosses (<i>A.M. Mezhibor, L.P. Rikhvanov</i>)	257
9.1.3. Biogeochemical features of the birch leaves (<i>D.V. Yusupov, L.P. Rikhvanov</i>)	263
9.1.4. Biogeochemical features of the meadowsweet (<i>N.V. Baranovskaya, E.A. Gorbatyuk, L.P. Rikhvanov</i>)	272
9.1.5. Biogeochemical features of the children hair (<i>N.V. Baranovskaya, D.V. Narkovich, L.P. Rikhvanov</i>)	284
9.2. Ursk tailings	291
9.2.1. Biogeochemical features of the lichens (<i>T.S. Bolshunova, L.P. Rikhvanov</i>)	–
9.2.2. Biogeochemical features of the mosses (<i>A.M. Mezhibor, L.P. Rikhvanov</i>)	299
9.2.3. Biogeochemical features of the birch leaves (<i>D.V. Yusupov, L.P. Rikhvanov</i>)	306
9.2.4. Biogeochemical features of the meadowsweet (<i>N.V. Baranovskaya, E.A. Gorbatyuk, L.P. Rikhvanov</i>)	312
9.2.5. Biogeochemical features of the children hair (<i>N.V. Baranovskaya, D.V. Narkovich, L.P. Rikhvanov</i>)	326
Chapter 10. ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF THE MINERAL MATTER TRANSFORMATION IN THE TAILING WASTES, FORMATION OF GEOCHEMICAL FLOWS AND CONCENTRATION OF CHEMICAL ELEMENTS ON GEOCHEMICAL BARRIERS (<i>L.P. Rikhvanov, N.A. Abrosimova, S.B. Bortnikova, A.V. Edelev, E.V. Lazareva, I.N. Myagkaya, O.P. Saeva, B.R. Soktoev, D.V. Yusupov</i>)	335
10.1. Assessment of the ecological consequences due to the matter transformation and migration of elements in the oxidation zone	–
10.1.1. Zones of the filtration of solutions, forming due to the tailing matter alteration as a real ecological factor (<i>N.A. Abrosimova, S.B. Bortnikova, A.V. Edelev</i>)	336
10.1.2. Elemental composition of the drinking water limescale as an information source for the assessment of drinking water quality (<i>B.R. Soktoev, L.P. Rikhvanov</i>)	339
10.1.3. General ways of the input of chemical elements into environmental components in the tailing location regions (<i>L.P. Rikhvanov, S.B. Bortnikova, D.V. Yusupov</i>)	346

10.2. Indication of the surface water quality in the tailing location regions using plankton communities (<i>N.A. Abrosimova, A.V. Edelev, O.P. Saeva</i>)	352
10.2.1. Research of the phytoplankton in water near the Komsomolsk tailing	–
10.2.2. Research of the zooplankton in water near the Komsomolsk tailing ...	355
10.3. Measures for the minimization of the tailing impact on the environmental components taking into account new obtained knowledge about the matter transformation and migration of chemical elements through the trophic chains (<i>I.N. Myagkaya, E.V. Lazareva</i>)	359
Chapter 11. FINDINGS AND RECOMMENDATIONS	361
11.1. General findings and results	–
11.2. Practical recommendations for the biogeochemical monitoring in the regions of the tailings of mining enterprises	369
CONCLUSION	381
REFERENCES	385
LIST OF AUTHORS	425