

УДК 911.2:[504.61:551.4](476)

## ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕЛЬЕФА БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

**А. С. Андриевская,**  
*аспирант кафедры географии  
и методики преподавания географии  
БГПУ*

Поступила в редакцию 07.07.15.

UDC 911.2:[504.61:551.4](476)

## TECHNOGENIC TRANSFORMATION OF THE RELIEF OF BELARUSIAN LAKE DISTRICT

**A. Andrievskaya,**  
*PhD Student of the Chair of Geography  
and Methods of Teaching Geography  
of BSPU*

Received on 07.07.15.

В работе проведена оценка геоэкологических последствий горнодобывающей деятельности на территории Белорусского Поозерья. Рассмотрены источники техногенного воздействия на окружающую среду при разработке нерудных месторождений полезных ископаемых карьерным способом. В том числе проанализированы и гидрогеологические аспекты геоэкологического воздействия, связанные с защитой выработок от обводнения. Также изучены геоэкологические проблемы, связанные с освоением торфяников. Установлено, что техногенные процессы, возникающие при разработке и эксплуатации месторождений, являются главным преобразователем окружающей среды.

*Ключевые слова:* рельеф, Белорусское Поозерье, техногенез, разработка месторождений полезных ископаемых, геоэкологические проблемы.

The article covers the problem of influence of mining activity on the relief of Belarusian lake district. The evaluation of the effect of non-metallic mineral extraction was analyzed in the article. The article concludes that the main technogenic factor of influencing the relief is the mining manufacture.

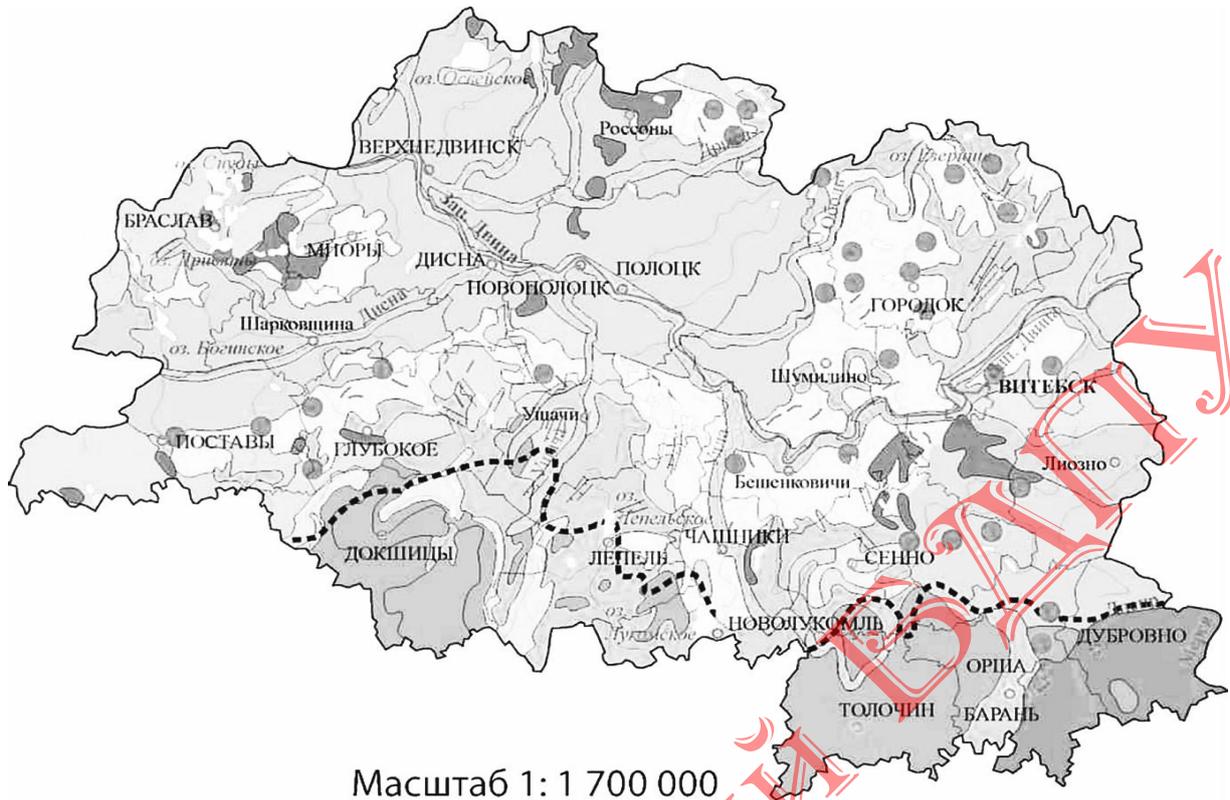
*Keywords:* relief, Belarusian, lake district, technogenesis, mining manufacture, geoecological problems.

**Введение.** Белорусское Поозерье занимает северную часть территории республики и в административном отношении включает Витебскую, северо-восток Гродненской и север Минской областей. Белорусское Поозерье является территорией с исключительным разнообразием и сложностью природных комплексов и занимает значительную часть территории страны (площадь ориентировочно равна Витебской области). Поозерье отличается разнообразием форм и типов рельефа, обилием озер, пестротой видов пород и почв, мозаичностью растительности. Природно-территориальные условия региона характеризуются ярко выраженной неоднородностью и пространственной дифференциацией, что обуславливает невысокую геоэкологическую устойчивость природно-территориальных комплексов к техногенному воздействию [1].

Регион расположен в зоне сочленения нескольких крупных тектонических структур Русской плиты (Латвийская седловина на севере и северо-западе, северный склон Белорусской антеклизы в центре, Оршанская впадина на востоке). Неровная поверхность

кристаллического фундамента оказала влияние на процессы осадконакопления и рельефообразования. Основную роль в формировании рельефа сыграл ледниковый морфогенез [2]. Молодость рельефа выражается в прекрасной морфологической сохранности как положительных, так и отрицательных форм рельефа. Для моренных возвышенностей характерно значительное расчленение [3].

На фоне сложной тектоники, неоднозначного проявления неотектонических движений, большого разнообразия слагающих пород, типов и форм рельефа, а также хозяйственной освоенности территорий протекают современные геоэкологические процессы. К числу последних в Белорусском Поозерье следует отнести активную деятельность временных и постоянных водотоков. Современные овражные системы формируются в основном по берегам озер, склонам речных долин, ложбин стока талых ледниковых вод. Многочисленны короткие (до 0,2 км) с глубиной вреза 3–4 м, а иногда и более, овраги [4].



ГРАНИЦЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОЛЕДЕНЕНИЙ

----- поозерского времени

АККУМУЛЯТИВНЫЕ И ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

- Аллювиальные низменности и долины рек поозерско-голоценового возраста
- Плоские озерно-аллювиальные низменности поозерского возраста
- Плоские и пологоволнистые озерно-ледниковые низменности поозерского возраста
- Поозерские камовые массивы
- Мелкохолмистые и пологоволнистые флювиогляциальные равнины и низменности поозерского возраста
- Холмистые и волнистые моренные равнины поозерского возраста
- Грядово-холмистые краевые ледниковые образования поозерского возраста
- Сожские камовые массивы
- Волнистые и пологоволнистые флювиогляциальные равнины и низменности сожского возраста
- Холмистые и пологоволнистые моренные равнины сожского возраста
- Грядово-холмистые и холмистые краевые ледниковые образования сожского возраста
- Пологоволнистые флювиогляциальные равнины и низменности днепровского возраста
- Пологоволнистые моренные равнины днепровского возраста
- Холмисто-грядовые краевые ледниковые образования днепровского возраста
- Озы
- Камы
- Ледниковые ложбины

Рисунок – Геоморфологическая карта территории Белорусского Поозерья

В XX в. и в современных условиях существенную роль в трансформации рельефа играют процессы техногенеза. Созданы как положительные (аккумулятивные) формы: отвалы, дамбы, курганы, насыпи и др., – так и отрицательные: карьеры, водохранилища, пруды, каналы, траншеи, подземные туннели, колодцы и другие формы рельефа различных размеров, которые вполне сопоставимы с природными [5–6].

Возникающие при этом геоэкологические проблемы и необходимость их эффективно-го решения определяют актуальность проведенных нами исследований [7].

**Методы исследования.** Методологической основой служит комплексный географо-геоэкологический подход. Рельеф рассматривается как составляющая природных комплексов – сложные территориальные системы, функционирующие в тесной взаимосвязи всех своих компонентов, развивающихся во времени и пространстве. Методика исследований представлена следующим алгоритмом проведения работ: определение цели, сбор и анализ существующей информации: источники – потоки вещества и энергии – распределение по территории – последствия – разработка практических рекомендаций [11–12].

В качестве материальной основы приняты карта рельефа, отражающая геоморфологические и литологические особенности территории и схемы техногенного преобразования рельефа и ландшафтов. Основным фактором преобразования рельефа является горнодобывающая деятельность.

**Основная часть.** Горнодобывающее предприятие представляет собой комплексный источник воздействия на окружающую среду, так как оно затрагивает все компоненты окружающей среды и характеризуется разнообразием воздействия и состава загрязняющих веществ. Территории воздействия горнодобывающей деятельности образуют техногенные геохимические провинции, в пределах которых многократно увеличивается поступление в окружающую среду пыли, углеводородов и многих токсичных химических элементов и соединений. Формируются новые геохимические системы, обогащенные технофильными продуктами. Специфика влияния конкретного горнодобывающего предприятия на окружающую среду обусловлена геолого-геохимическими осо-

бенностями месторождения и применяемой технологией для его разработки. Геолого-геохимические особенности выражаются в различии ассоциаций химических элементов конкретных месторождений полезных ископаемых. Распространение загрязняющих веществ может происходить вследствие применения экологоопасных технологий добычи и обогащения полезных ископаемых. Кроме того, разработка месторождений оказывает огромное негативное воздействие на окружающую среду посредством нарушения земной поверхности [10–11].

*Техногенное воздействие при добыче полезных ископаемых.* К числу процессов, приводящих в относительно короткий срок к перестройке рельефа, изменению гидрогеологических, гидрологических и геоэкологических условий, следует отнести деятельность по добыче нерудных полезных ископаемых (глин, песка, песчано-гравийного материала, торфа, сапропелей, доломитов). Добыча ведется карьерным способом, что вызывает нарушение природных комплексов, изменение гидрогеологических условий на значительных прилегающих территориях [7].

Создаются карьеры различных размеров и конфигураций и отвалы пород. Объем перемещенных пород составляет около 1 млрд м<sup>3</sup> в год. В регионе расположено крупнейшее в Беларуси месторождение доломитов вблизи п. Руба (Витебский район). Разведанные его запасы более 500 млн тонн. Всего на территории Поозерья эксплуатируется около 70 месторождений нерудных полезных ископаемых, кроме того, более 40 месторождений являются резервными, разведанными и подготовленными к последующей эксплуатации. Отметим, что на территории региона имеется значительное количество (>1000) мелких месторождений (преимущественно песка и гравия), которые частично выработаны и заброшены или периодически эксплуатируются в небольших объемах для местных нужд [3].

Значительный ущерб состоянию атмосферы оказывают открытые горные выработки вследствие выбросов, пыления овалов, откосов и уступов карьеров. При ветреной погоде пыль переносится на большие расстояния. Под влиянием интенсивной и длительной разработки месторождения изменяются свойства пород в результате перераспределения напряжений, осушения, вибрационных воздействий [12]

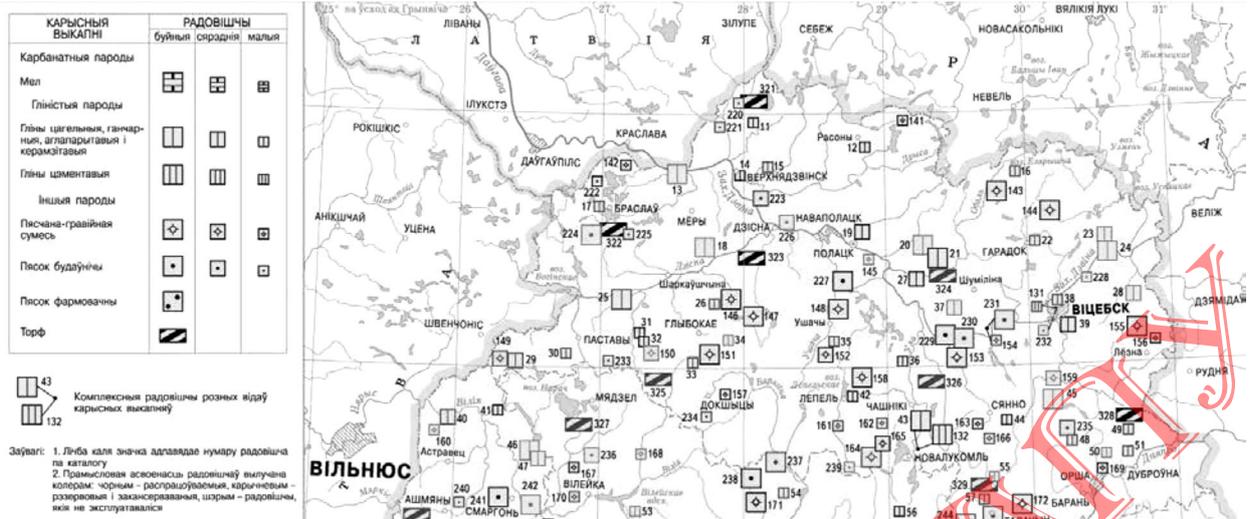


Рисунок 2 – Размещение горнодобывающей промышленности на территории Белорусского Поозерья

Большое значение имеет загрязнение атмосферы при выемке и погрузке горной массы, ее транспортировке средствами автотранспорта, который, в свою очередь, является передвижным источником газовыбросов и взметывания пыли с дороги. Интенсивность выделения пыли зависит от состояния дорожного покрытия, скорости движения автотранспорта и климатических условий. Особенно большое пылевыведение наблюдается на грунтовых и щебеночно-гравийных дорогах, которых в регионе составляет большинство. Токсичными выбросами двигателей внутреннего сгорания являются отработанные газы, картерные газы и пары несгоревшего топлива из карбюраторов и топливных баков. При работе дизельных двигателей выбрасываются клубы густого дыма, содержащего такие загрязнители, как CO, окислы азота, акролеин [10].

Шумовое воздействие на окружающую среду при горнодобывающих работах обусловлено воздействием двигателей внутреннего сгорания, электродвигателей, насосов, экскаваторов, грохотов т. п. Шум или нежелательный звук возникает из-за быстрых колебаний давления воздуха, вызываемых источником вибрации.

**Освоение торфяных месторождений.** С проблемой освоения торфяников связаны изменения уровня грунтовых вод, возникновение вероятности пожаров. В настоящее время добыча 90 % торфа осуществляется в виде фрезерной крошки, в связи с чем происходит засорение окружающей среды пылевидной фракцией. Торфяные месторождения занимают в Белорусском Поозерье площадь

около 430 тыс. га. Преобладают месторождения низинного типа. Средняя мощность торфа составляет 2,6 м, геологические запасы его оцениваются в 1,28 млрд т. Разрабатываемый фонд составляет более 51 млн т [5].

Актуальна проблема рекультивации торфяников. Выполнение этого вида работ часто затягивается и производится не на должном уровне. Существующая практика предусматривает рекультивацию выработанных площадей и передачу их в основном под сельскохозяйственное освоение или под лесопосадки. Однако часто капиталовложения на рекультивацию не дают экономического эффекта вследствие специфических особенностей торфяных месторождений. В результате болотные экосистемы остаются в деградированном состоянии в течение длительного времени [10].

Выработанные площади торфяных месторождений бассейна р. Западная Двина составляют 32,6 тыс. га. Больше всего выработанных площадей в Дубровенском (5,3 тыс. га), Шумилинском (4,8 тыс. га) и Докшицком (3,4 тыс. га) районах. В Россонском, Лиозненском и Верхнедвинском районах выработанные площади торфяников незначительны – 171, 415 и 430 га соответственно. Всего частично или полностью выработанных торфяных месторождений в бассейне Западной Двины – 235, на которых около 19 % сработанной площади (6,3 тыс. га) не передано народному хозяйству ввиду технических сложностей при проведении рекультивации. Таким образом, проблема рационального использования выработанных торфяных месторождений продолжает оставаться нерешенной.

шенной. Очевидно, что в плане оздоровления экологической обстановки часть площадей выработанного торфяного Фонда целесообразно использовать для повторного заболачивания, так как антропогенно уничтоженные болотные экосистемы без повторного заболачивания не восстанавливают свои первоначальные биосферные функции даже спустя много лет после выработки торфа [1].

Среди выработанных месторождений множество таких, где после сработки торфа регулирование водного режима затруднено или невозможно вследствие геоморфологических особенностей. В этих условиях выработанные месторождения нельзя использовать под сельхозугодья или под посадку леса. Создание водохранилищ здесь неприемлемо ввиду невозможности экскавации оставшегося слоя торфа или недостаточных для создания водохранилищ глубин болотных котловин. До настоящего времени не используются территории торфяных месторождений, разработка которых проводилась багерно-экскаваторным способом или где добывался гидроторф. Их рекультивация требует огромных затрат.

*Последствия мелиорации земель.* На сегодняшний день в Поозерье осушено более 500 тыс. га переувлажненных земель, однако отсутствие научно обоснованной концепции мелиоративного строительства отрицательно сказалось на геоэкологической обстановке региона. Торфяно-болотные почвы, особенно с маломощным торфяным слоем, подвержены значительным изменениям. Следовательно, районы сельскохозяйственных угодий, в составе которых имеются значительные площади таких земель, являются потенциально экологически неустойчивыми. Осушение и сельскохозяйственное использование торфяных почв резко меняют их свойства. Происходит механическая усадка торфа, повышается температура органических горизонтов, возрастает аэрированность профиля, восстановительные условия сменяются окислительными, повышается биологическая активность, идет интенсивное разложение органического вещества [10].

*Водопонижение при горнодобыче.* В практике горного дела широко применяют водопонижение как способ защиты выработок от обводнения. Понижение уровня подземных вод для создания безопасных и экономических условий промышленной разработки приводит к формированию целого комплекса отрицательных техногенных процессов,

таких как истощение запасов пресных подземных вод, формирование депрессионных воронок. При понижении уровня воды в карбонатных породах происходят суффозионно-карстовые процессы [8]. Изменяются условия питания, движения и разгрузки, формируются депрессионные воронки, что ведет к широкому взаимодействию водопонижительных систем с водозаборами подземных вод, нарушению гидрологического режима малых рек и озер. Производство открытых горных работ приводит к снижению уровня грунтовых вод, депрессионные воронки вокруг крупных карьеров, пересекающих водонесные горизонты, распространяются на десятки квадратных километров [9].

Изменение условий питания подземных вод может привести к подтоку минерализованных вод из глубокозалегающих водонесных горизонтов. Понижение уровня грунтовых вод влияет также на зону почвогрунтов, ведет к снижению урожайности, уменьшению прироста древесины, усыханию и гибели насаждений [10].

Обводненность карьеров при их эксплуатации определяется техногенными факторами, обусловленными способами вскрытия и системой разработки. При этом наблюдается перераспределение гидростатического и гидродинамического давления, дренаж вод из верхних горизонтов в нижние, усиление поступления в выработки вод из поверхностных водоемов и водостоков, фильтрация и инфильтрация вод атмосферных осадков вследствие деформации поверхности.

Загрязнение поверхностных и подземных вод связано с водно-миграционными потоками из карьеров. В результате загрязняются поверхностные водотоки, водоемы, грунтовые воды. При работе водоотливных устройств в выработках происходит загрязнение вод, ухудшение их качества за счет взвеси и биологического загрязнения [11].

**Результаты исследования.** Главным преобразователем окружающей среды при добыче полезных ископаемых являются техногенные процессы, формирующиеся при эксплуатации месторождений. Извлечение из недр огромных объемов породы вызывает нарушения, значительные как по площади, так и по глубине, гораздо более масштабно, чем само месторождение. На поверхности карьеров, отвалов, хранилищ полезных ископаемых происходят процессы пылеобразования и окисления, что в свою очередь

Таблица – Уровни экологической напряженности окружающей среды [12]

| Раз-ряд | Уровень экологической напряженности | Критерии экологической напряженности природной среды                                     | Нарушенность геосистем |       |
|---------|-------------------------------------|--|------------------------|-------|
|         |                                     |  | %                      | баллы |
| 1       | Катастрофический                    | Глубокие, необратимые изменения большинства природных компонентов                        | 81–100                 | 5     |
| 2       | Критический                         | Глубокие, обратимые изменения большинства природных компонентов                          | 61–80                  | 4     |
| 3       | Напряженный                         | Значительные, обратимые негативные изменения в состоянии отдельных природных компонентов | 41–60                  | 3     |
| 4       | Удовлетворительный                  | Заметные, легко устранимые изменения в структуре природных компонентов                   | 21–40                  | 2     |
| 5       | Благоприятный                       | Почти полное отсутствие негативных экологических изменений                               | 0–20                   | 1     |

приводит к загрязнению почвы, воздуха, поверхностных и подземных вод. Распространение загрязняющих веществ может производиться в технологических целях в связи с технологией добычи и обогащения полезных ископаемых. Кроме того, добыча полезных ископаемых оказывает огромное негативное воздействие на окружающую среду посредством нарушения земной поверхности [1]. В результате горнодобывающей деятельности формируются уровни геоэкологической напряженности среды [7; 11; 12].

**Выводы.** 1. Белорусское Поозерье требует щадящего природопользования. В основе освоения Поозерья должен лежать экологический подход, суть которого в том, что специализация, размещение и интенсивность освоения должны определяться экологическим состоянием региона. При определении экологического состояния учитываются количественные и качественные характеристики природных ресурсов, анализ проявления экологически опасных процессов, оценка соответствия природопользования природно-ресурсному потенциалу.

В результате хозяйственной деятельности перерабатывается слой отложений мощностью 0,7 мм/год (среднее значение природной денудации 0,005–0,025 мм/год). Наибольшему изменению подвергаются районы распространения краевых ледниковых образований, лессовидных отложений, участки поверхностного залегания карбонатных пород, торфяники, некоторые речные долины, площади вблизи крупных населенных пунктов, территории разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, крупных инженерных сооружений и др. Менее всего изменены плоские, часто заболоченные ледниково-озерные, озеро-аллювиальные, водно-ледниковые равнины.

2. Ландшафты Белорусского Поозерья ввиду их генетических особенностей находятся в состоянии повышенной динамичности. Важное значение имеет определение причин, вызывающих ухудшение. Сеть природоохранных территорий в Поозерье пространственно разобщена и не связана с перспективой развития природопользования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андриевская, А. С. Методика оценки последствий техногенеза (на примере исследования территории Белорусского Поозерья) / А. С. Андриевская // Актуальные вопросы современной науки – Минск : БГПУ. – С. 98–106.
2. Вознячук, Л. Н. Геоморфологическое районирование / Л. Н. Вознячук // БелСЭ. – Минск, 1975. – Т. 12. – С. 86–91.
3. Матвеев, А. В. Рельеф Белоруссии / А. В. Матвеев, Б. Н. Гурский, Р. И. Левицкая // СНиП 10-01-94. – Минск : Наука и Техника. – 1988. – 212 с.
4. Высоцкий, Э. А. Геология и полезные ископаемые Республики Беларусь / Э. А. Высоцкий, Л. А. Демидович, Ю. А. Деревянкин. – Минск : БГУ, 1996. – 296 с.

#### REFERENCES

1. Andriyevskaya, A. S. Metodika otsenki posledstviy tekhnogeneza (na primere issledovaniya territorii Belorusskogo Poozerya) / A. S. Andriyevskaya // Aktualnyye voprosy sovremennoy nauki – Minsk : BGPU. – S. 98–106.
2. Voznyachuk, L. N. Geomorfologicheskoye rayonirovaniye / L. N. Voznyachuk // BelSE. – Minsk, 1975. – T. 12. – S. 86–91.
3. Matveyev, A. V. Relyef Belorussii / A. V. Matveyev, B. N. Gurskiy, R. I. Levitskaya // SNiP 10-01-94. – Minsk : Nauka i Tekhnika. – 1988. – 212 s.
4. Vysotskiy, E. A. Geologiya i poleznyye iskopayemyye Respubliki Belarus / E. A. Vysotskiy, L. A. Demidovich, Yu. A. Derevyankin. – Minsk : BGU, 1996. – 296 s.

5. Геология Беларуси / А. С. Махнач [и др.]. – Минск : ИГ НАН РБ, 2001. – 596 с.
6. Геоэкологические исследования природных комплексов и геосистем / М. Г. Ясовеев [и др.]. – Минск : БГУ, 2008. – 293 с.
7. Геоэкология Беларуси / М. Г. Ясовеев [и др.]. – Минск, БГПУ, 2006. – 346 с.
8. Ясовеев, М. Г. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза / М. Г. Ясовеев, Н. Л. Стреха, Н. С. Шевцова. – Минск : БГПУ, 2009. – 323 с.
9. Ясовеев, М. Г. Общие принципы геоэкологического районирования / М. Г. Ясовеев, Н. В. Ястребова // Антропогенная трансформация ландшафтов: материалы конференции. – Минск, 2009. – С. 84–84.
10. Экология геологической среды : учеб. пособие / В. Н. Губин [и др.]. – Минск : БГУ, 2002. – 136 с.
11. Ясовеев, М. Г. Геоэкологические последствия техногенеза на территории Центрально-белорусских возвышенностей / М. Г. Ясовеев, Н. В. Ястребова. – Минск, БГПУ, 2008. – С. 121–126.
12. Чигаркин А. В. Геоэкология Казахстана (географические аспекты природопользования и охраны природы) / А. В. Чигаркин. – Алматы : Қазақ университеті, 2006. – 414 с.
5. Geologiya Belarusi / A. S. Makhnach [i dr.]. – Minsk : IG NAN RB, 2001. – 596 s.
6. Geoekologicheskiye issledovaniya prirodnykh kompleksov i geosistem / M. G. Yasoveyev [i dr.]. – Minsk : BGU, 2008. – 293 s.
7. Geoekologiya Belarusi / M. G. Yasoveyev [i dr.]. – Minsk, BGPU, 2006. – 346 s.
8. Yasoveyev, M. G. Ekologicheskiy monitoring i ekologicheskaya ekspertiza / M. G. Yasoveyev, N. L. Strekha, N. S. Shevtsova. – Minsk : BGPU, 2009. – 323 s.
9. Yasoveyev, M. G. Obshchiye printsipy geoekologicheskogo rayonirovaniya / M. G. Yasoveyev, N. V. Yastrebova // Antropogennaya transformatsiya landshaftov: materialy konferentsii. – Minsk, 2009. – S. 84–84.
10. Ekologiya geologicheskoy sredy: ucheb. posobiye / V. N. Gubin [i dr.]. – Minsk : BGU, 2002. – 136 s.
11. Yasoveyev, M. G. Geoekologicheskiye posledstviya tekhnogeneza na territorii Tsentralno-beloruskikh vozvyshennostey / M. G. Yasoveyev, N. V. Yastrebova. – Minsk, BGPU, 2008. – S. 121–126.
12. Chigarkin, A. V. Geoekologiya Kazakhstana (geograficheskiye aspekty prirodopolzovaniya i okhrany prirody) / A. V. Chigarkin. – Almaty : Kazak universiteti, 2006. – 414 s.

Дана зінторьбий