

ГЕОЭКОЛОГИЯ – НАУКА О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЛИТОСФЕРЫ И БИОСФЕРЫ С УЧЕТОМ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

© 2010 г. А. И. Семячков

*Институт экономики УрО РАН
620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29
E-mail: Semyachkov.A@ursmu.ru
Поступила в редакцию 28.10.2009 г.*

В работе рассмотрена геоэкология как наука о взаимодействии литосферы и биосферы с учетом социально-экономической деятельности человека. Такое взаимодействие наиболее полно отражается при использовании минерально-сырьевых ресурсов. Это характерно для горно-металлургических комплексов (ГМК) Урала, являющихся основой экономики региона. Разработана методология исследований техногенной трансформации окружающей среды ГМК, включающая приемы, принципы построения, формы, способы и методы научного познания.

Ключевые слова: *геоэкология, литосфера, биосфера, социально-экономическая деятельность, горно-промышленный комплекс.*

Термин “геоэкология” был введен в научный оборот немецким ученым, физико-географом К. Троллем в 1939 г. для обозначения пространственного взаимодействия природных явлений и взаимоотношения между явлениями в рамках определенной экосистемы. Его брат, ботаник В. Тролль, позаимствовав термин “геоэкология”, применил его в своей области – биологии, как раздел, изучающей экологию ландшафтов Земли. При этом имелось в виду изучение жизни сообществ живых организмов, свойственных определенным типам природной системы (озера, леса, тундры и т.п.). Таким образом [2], термин “геоэкология” стал достоянием сразу двух наук – географии и биологии. Так продолжалось около 50 лет, после чего почти одновременно с появлением термина “экология” возникла путаница слов, понятий и самого понимания термина “геоэкология”.

В.Т. Трофимов с соавторами [12] констатируют, что “по сути “геоэкология” – термин свободного пользования, требующий при его употреблении комментария, отражающего точку зрения того или иного автора”.

Так, по Н.Ф. Реймерсу [6], геоэкология как раздел географии исследует экосистемы (геоэкосистемы) высоких иерархических уровней – до биосферы включительно.

В работе [1] геоэкология рассматривается как наука, интегрирующая знания в сфере географии и экологии.

С.П. Горшков [3] считает геоэкологию наукой “о современных ландшафтах (естественных, преобразованных и созданных человеком), а также геологической среде, о способах и возможностях исполь-

зования природных ресурсов при экологических ограничениях при социально-экономическом развитии”.

По мнению К.М. Петрова [6], геоэкология – наука о взаимодействии современной живой биосферы (включая человека) с современной географической средой, созданной большой биосферой (включая биогенные косные среды и антропогенное воздействие на состав вещества, его информационную структуру и энергетические поля).

Таким образом, взгляды на геоэкологию среди географов имеют существенные отличия, что свидетельствует о сложном процессе формирования этого направления в географической науке [7].

К термину “геоэкология” геологи присоединились после того, как в 1988 г. на Международном геологическом конгрессе в г. Вашингтон с докладом “Геоэкология – новое научное направление” выступил министр геологии СССР Е.А. Козловский [5]. “Это направление – отмечалось в докладе, – образующееся на стыке геологии и экологии, объектом исследований подразумевает геоэкологическую систему, включающую в себя такие элементы, как растительность и животный мир, включая человека, геологическую среду и техногенные объекты. Основной задачей геоэкологии является изучение и оценка изменений геологической среды в результате хозяйственной деятельности человека”.

Приведем некоторые формулировки этого термина, предложенные геологами.

По Г.С. Вартаняну “Геоэкология – новое научное направление геологии, занимающееся изучением строения, состава и свойств геологической среды как компонента экосистемы” [13].

К.И. Сычев [10] рассматривает геоэкологию как науку, изучающую особенности воздействия геологических и горно-инженерных факторов на природу и человека.

С.В. Клубов [4] придерживается мнения, что геоэкология является геологической наукой, использующей многие законы сопредельных наук и нацеленной на решение экологических проблем разного уровня и масштаба, проявляющихся в литосфере или связанных с литосферными процессами.

Рассмотрим основные причины этой терминологической путаницы между географами и геологами и пути выхода из нее.

Первая причина “терминологическая”. Если бы В. Троль в рамках географической науки назвал её не “геоэкологией”, а “геоэкографией”, то никакого противоречия между географами и геологами не было бы.

Вторая причина “экономическая”. В связи с переходом России на капиталистический путь развития с начала 90-х годов прошлого века резко сократились объемы геологоразведочных работ. Многие производственные геологические объединения (ПГО) остались без работы по решению традиционных геологоразведочных задач. В то же время, организованные в 1989 году “Госкомприрода” и другие органы госконтроля за состоянием окружающей среды предписывали выполнение определенного круга задач по оценке экологической ситуации территорий. Обладая мощными производственным и научным потенциалом (в отличие от географов) геологи стали решать эти задачи. Результатом их являлось эколого-геохимические и другие виды съемок различного масштаба, оценки экологического состояния территорий и другие виды работ. Все это требовало определенной терминологии и термин “геоэкология” оказался как нельзя кстати.

Несмотря на терминологическую завуалированность, объектами исследования в геоэкологии, как у географов, так и у геологов, являются элементы ландшафта (воздух, снежный покров, почва, растительность, животный мир, поверхностные и подземные воды), а источником воздействия является техногенез, особенно сильно проявляющийся при использовании минерально-сырьевых природных ресурсов. Тогда, геоэкология – это научная дисциплина, изучающая литосферу с позиции её взаимодействия с биосферой с учетом социально-экономической деятельности человека.

Основные положения геоэкологии как научной дисциплины заключаются в следующем:

1) в основу ее содержания положены три естественнонаучные дисциплины – геология, биология и география и одна общественная дисциплина – экономика;

2) геоэкология техногенных процессов в равной степени рассматривает естественные природные (литосферные) процессы и явления; изучают-

ся как литосферные процессы, воздействующие на биосферу, так и биосферные, воздействующие на литосферу;

3) антропогенные (техногенные) процессы рассматриваются в ряду биосферных как проявление человеческой популяции, обладающей определенной спецификой; человек рассматривается как биосоциальное существо, в котором сочетаются две ипостаси – биологическая (естественная) и социальная (общественная).

Функции литосферы (её верхней части) как глобальной системы вместе с происходящими в ней антропогенными и природными процессами являются основными жизнеобеспечивающими функциями, определяющими развитие и существование современного общества, а также всего растительного и животного мира. Функции литосферы как жизнеобеспечивающие для общества рассмотрены в ряде работ В.Т. Трофимова и его соавторов [11, 12] Основные экономические и экологические функции литосферы приведены на рис. 1.

Социально-экономическая (ресурсная) функция литосферы по мнению В.Т. Трофимова и др. [12] включает следующие аспекты геологической среды: местоположение (месторождение) полезного ископаемого, экологическое пространство, определяющее развитие общества, его хозяйственную деятельность и процесс антропогенеза в геологической среде. Само название аспектов свидетельствует о тесной взаимосвязи хозяйственной деятельности человеческого общества и объекта хозяйствования, под которым понимается геологическое пространство верхней части литосферы и отбор полезных ископаемых из месторождений.

По результатам поисковых и разведочных работ на территории РФ выделено 11 крупных регионов, обладающих стратегическими (государственными) полезными ископаемыми: Северный, Северо-Западный, Центральный, Центральнo-Черноземный, Северо-Кавказский, Поволжский, Волго-Вятский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский.

К настоящему времени в РФ наблюдается распределение основных минеральных ресурсов по регионам (табл. 1).

По геологическим данным, разведанные запасы нефти России составляют 12–13% от общемировых запасов; газа – свыше 35%, угля – 12%. В структуре всех запасов РФ 70% приходится на топливно-энергетические ресурсы и 30% – на рудные и нерудные полезные ископаемые.

Ресурсный потенциал территории тесно связан с вопросами использования и охраны природы конкретного региона и конкретного компонента.

Социально-экономическая функция литосферы исследуется по двум направлениям – поверхностным и глубинным. Так, поверхностное направление включает в себя исследования рационального

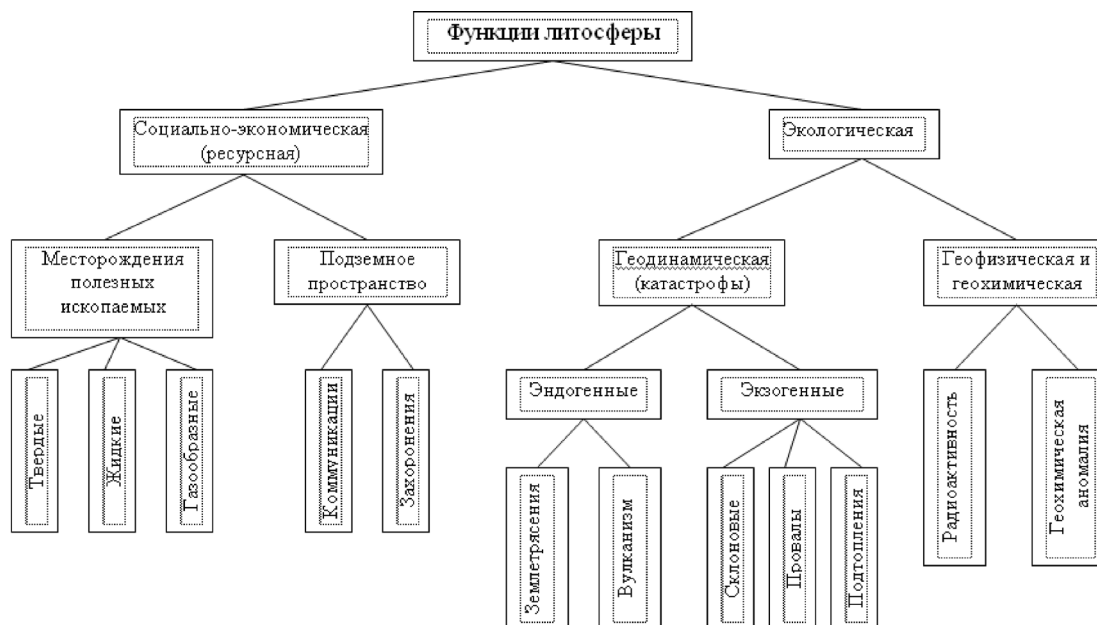


Рис. 1. Функции литосферы.

использования ландшафтов – земельных ресурсов, а глубинное заключается в оценке ресурсов, находящихся в недрах геоблоков, и рационального использования как самого ресурса, так и вмещающего его пространства.

Значительную роль верхняя часть литосферы играет в качестве геологического пространства, используемого обществом для своего существования. Так, на поверхности Земли размещены города, поселки и технические системы, где происходит основная хозяйственная деятельность человека и жизнь главной части биоты — землеройных и микроорганизмов, а также использование подземного пространства в инженерно-технических целях. Практически все подземные инженерные

коммуникации современных городов расположены в геологической среде. Здесь строятся подземные гаражи, транспортные системы, метро, места подземных захоронений ядохимикатов, промстоков, бытовых и радиоактивных отходов. К настоящему времени общество освоило свыше 56% земной поверхности. Из недр ежегодно изымается более 20 млрд. т горной массы. Происходит процесс истощения ресурсов

Геодинамическая функция литосферы излагается по позиции авторов В.Т. Трофимова и др. [12], которые под геодинамической функцией литосферы понимают способность последней к проявлению и развитию природных и антропогенных геологических процессов и явлений, в той или иной мере влияющих на условия жизнеобитания и жизнедеятельности биоты и особенно человеческого общества. Антропогенные и природные геологические процессы и явления выступают общей геологической силой, преобразующей окружающий мир и влияющей на эволюцию органического мира. В настоящее время антропогенная деятельность общества по отношению к литосфере принята в качестве одного из агентов экзогенных процессов, по силе воздействия на окружающую среду и результатам не уступающего природным процессам.

По данным ООН около 25% всего населения Земли живет в районах, опасных и подверженных проявлению стихийных геологических явлений. Общество научилось прогнозировать стихийные проявления и предпринимает меры с целью уменьшения ущерба от этих природных катастроф.

В результате региональных исследований установили наличие в литосфере геофизических и геохимических полей природного и антропогенно-

Таблица 1. Распределение месторождений основных минеральных ресурсов РФ

Вид ресурсов	Регион
Нефть и газ	Ханты-Мансийский АО, Ямало-Ненецкий АО
Уголь	Кемеровская обл., Красноярский край
Цинк, свинец, серебро	Красноярский край, Бурятия, Приморский край
Золото	Магаданская обл., Республика Саха-Якутия
Никель	Красноярский край
Вольфрам	Кабардино-Балкария, Приморский край
Медь	Кемеровская обл.
Молибден	Красноярский край
Олово	Магаданская обл., Хабаровский край, Республика Саха-Якутия
Бокситы	Свердловская обл., Архангельская обл.
Железо	Белгородская обл., Свердловская обл., Курская обл.
Фосфориты	Мурманская обл.

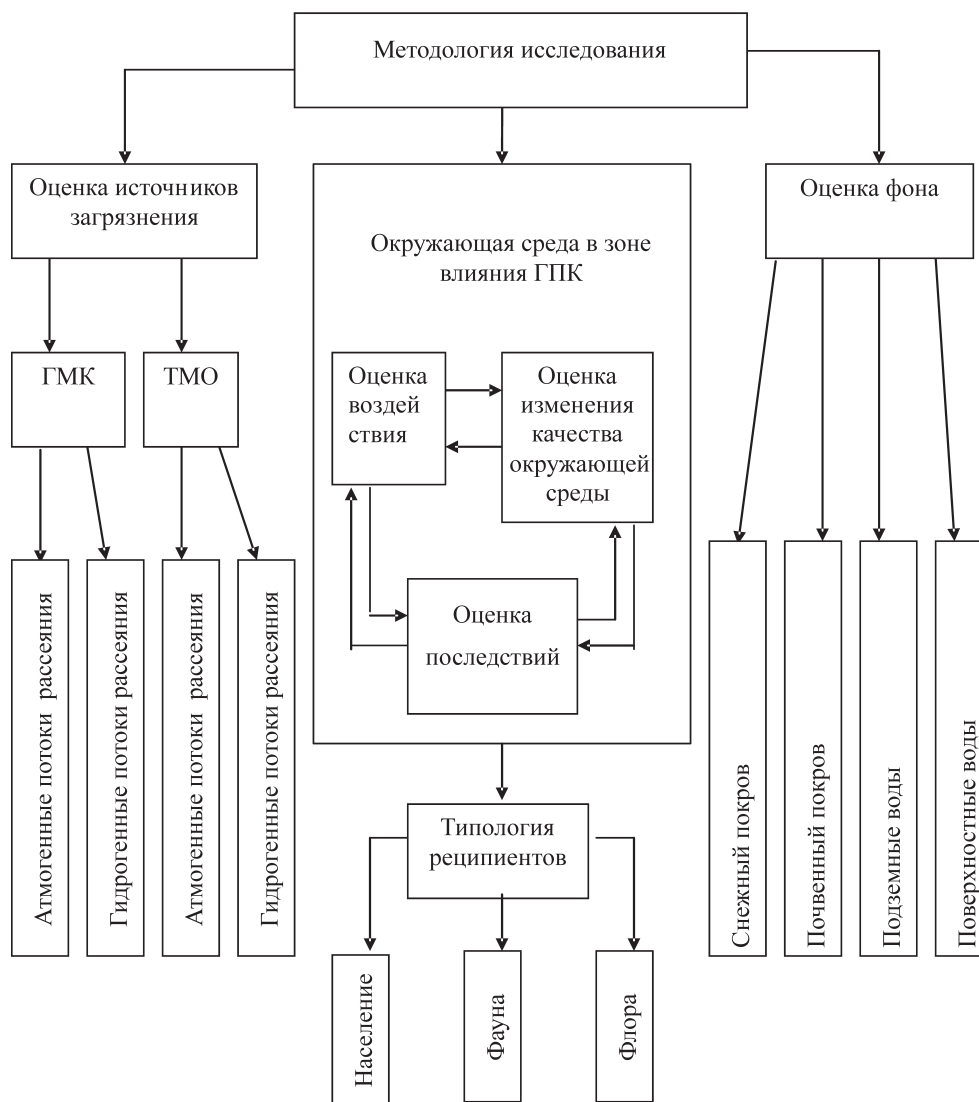


Рис. 2. Методология исследований техногенной трансформации окружающей среды и формирования последствий.

ГМК – горно-металлургический комплекс, ТМО – техногенно-минеральные образования.

го происхождения. До последнего времени геофизические и геохимические аномалии связывались с наличием в недрах разных полезных ископаемых. Эти полезные ископаемые регистрировались приборами по аномалиям геофизических параметров окружающей среды. Аналогичным образом на дневной поверхности отмечались геохимические аномалии, связанные с присутствием залежей полезных ископаемых в недрах. Со временем таким аномалиям присвоили статус геопатогенных зон.

Некоторые аномалии на уровне элементов продолжают в атмосфере и отрицательно влияют на биоту в окружающей среде. Поэтому геофизические и геохимические аномалии (геопатогенные зоны) изучаются с позиции их влияния на живые организмы и растения. Геофизические и геохимические аномалии подразделяются на естественные (природные) и искусственные (техногенные).

Природные аномалии являются объектами для поисков месторождений полезных ископаемых по ведущим элементам. Так, например, над сульфидными месторождениями почти всегда отмечаются повышенные значения Cu, Zn, Pb, Sc, Cd, SO₂, CO₂ и др. Проводниками вредных эманаций чаще всего служат трещины в горных породах и тектонические нарушения, по которым токсичные химические элементы поступают на дневную поверхность. Опасными считаются месторождения урана и сернистые руды Cu, Hg, Sb, As, Se, Te, Bi и др. Техногенные аномалии чрезвычайно разнообразны по составу и масштабу загрязнения окружающей геологической среды. Такие аномалии соответствуют источнику техногенеза – предприятия промышленности, сельского хозяйства, ВПК и др. Наиболее известные техногенные аномалии – радиоактивные (Чернобыль, Челябинск-67) и углеводород-

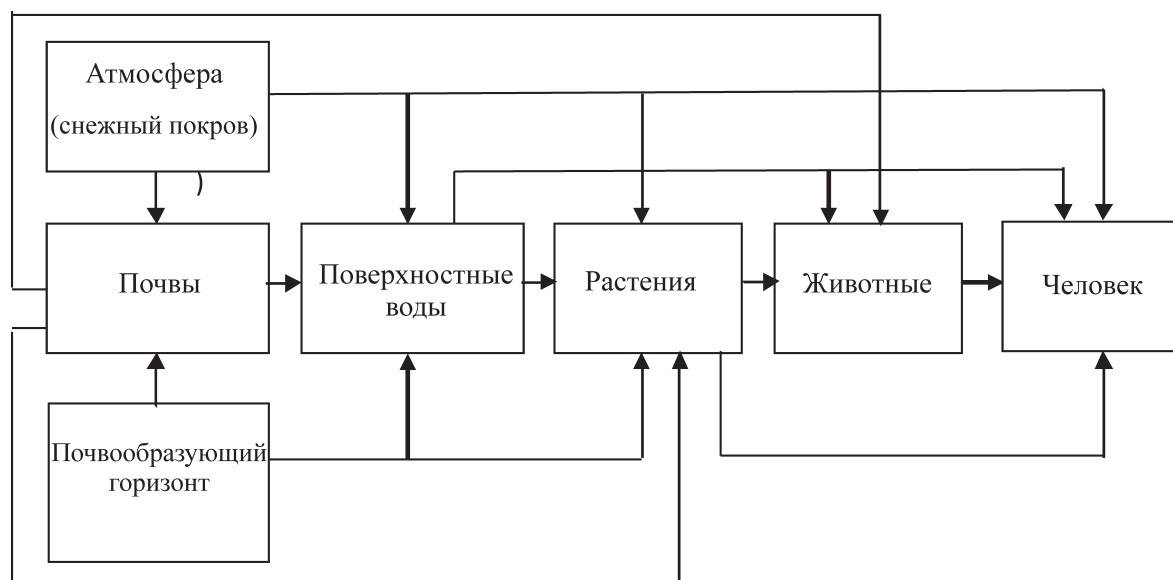


Рис. 3. Схема миграции загрязняющих веществ в районах меднорудной промышленности.

ные, приуроченные к нефтепромыслам, компрессорным установкам, нефтехимическим и перерабатывающим заводам и др.

Взаимодействие литосферы и биосферы [9] с учетом социально-экономической деятельности человека наиболее полно отражается при использовании минерально-сырьевых ресурсов. Это характерно для горно-металлургических комплексов (ГМК) Урала, являющихся основой экономики района.

Разработанная методология исследований техногенной трансформации окружающей среды ГМК включающая приемы, принципы построения, формы, способы и методы научного познания, определяет логическую систему исследования, отраженную на рис. 2.

Почвенный горизонт и поверхностные воды непосредственно влияют на живые организмы, по ним разработаны предельно допустимые концентрации. Наиболее важными компонентами окружающей среды, в рамках которых формируются последствия, являются растительность и животные, экологическое состояние которых определяет благополучие человека (рис. 3).

Как известно, основное количество загрязняющих веществ (75–85 %) в организм человека поступает с растительной пищей. Имеет место и прямое влияние их на организм человека через загрязненный воздух или воду и формирование соответствующих последствий.

Загрязняющие вещества, попадающие в организм, вызывают тяжелейшие заболевания, в связи с взаимодействием их с рядом ферментов и подавлением активности последних. Опасность загрязняющих веществ обусловлена и их способностью к биоаккумуляции – накапливанию в течение длительного времени и созданию токсичной концентрации.

Методические рекомендации по выявлению и типизации последствий загрязнения окружающей среды при воздействии объекта литосферы укрупненно могут быть представлены в следующем виде:

1. Выбор объекта исследования.
2. Обоснование основных видов геологических и рудных формаций и присущей им геохимической специализации вмещающих пород, установление принадлежности к одной из выявленных формаций.
3. Оценка фоновое содержания загрязняющих веществ в снежном покрове, поверхностных водах и почвообразующем горизонте с использованием геохимических методов опробования.
4. Характеристика техногенных воздействий, проявляющихся в виде загрязнения компонентов природной среды, имеющих место при освоении ресурсов недр в рамках исследуемого объекта, и выявление среди них наиболее значимых путем сопоставления фактического содержания того или иного элемента в почвенном слое, снежном покрове, поверхностных водах с его фоновым значением.
5. Зонирование территории вокруг объекта – источника загрязнения, исходя из концентрации выявленных наиболее значимых элементов в снежном покрове, почве, поверхностных водах.
6. Выявление на исследуемой территории типичных реципиентов, подвергающихся воздействию: виды и группы растений и животных, рыбных особей, половозрастные группы населения, количественные характеристики их состояния (плотность населения, лесной запас и т. д.).
7. Оценка накопленной концентрации элементов в растениях, животных, рыбных особях, биосубстратах человека (кровь, моча, волосы). Установление корреляционных зависимостей между содержанием элементов в растениях, животных, рыбных

особях, человеке и содержанием этих же элементов в окружающей среде. Дифференциация корреляционных зависимостей для отдельных групп обследуемых реципиентов, с учетом специфических особенностей последних.

8. Выявление последствий накопления элементов в растениях, организме животных, рыб, человека, проявляющихся в том или ином виде заболевания, физическом уродстве, смертельном исходе, изменениях на генном уровне. Установление корреляционных зависимостей между параметром вероятности формирования последствий у той или иной группы реципиентов и величиной загрязнения.

9. Оценка экономического ущерба от воздействия объекта на окружающую среду.

По изложенной методике было исследовано воздействие объектов литосферы ГМК Среднего Урала на биосферу таких крупных городов как Качканар, Н.Тагил, Первоуральск, Полевское и ряд других [7]. Данная методика является универсальной и может с успехом применяться при любых видах воздействия объектов литосферы на биосферные процессы, при любых видах социально-экономической деятельности человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алхименко А.П. Геоэкология океана: некоторые теоретические аспекты, проблемы и задачи // Геоэкология Мирового океана. Л.: Гидрометеиздат, 1990. С. 3–8.
2. Вартамян Г.С. Блицын М.С., Брифулин В.А. и др. Научные основы и методы региональных геоэкологических исследований // Геоэкологические проблемы и решения: мат-лы Всесоюз. науч.-технич. конф. Вып. 1. Комплексные проблемы геоэкологии. М.: ВСЕГИНГЕО, 1991. С. 86–96.
3. Горшков С.П. Эколого-географические основы охраны природы. М.: МГУ, 1992.
4. Клубов С.В., Прозоров Л.Л. Геоэкология: история, понятие, современное состояние. М.: ВНИИЗарубежгеология, 1993. 208 с.
5. Козловский Е.А. Геоэкология – новое научное направление // Геоэкологические исследования в СССР. М.: Наука, 1989. С. 9–18.
6. Петров К.М. Ботанико-географические условия геоэкологии. СПб.: СПбГУ, 1993. 149 с.
7. Прозоров Л.Л. Современные взгляды на геоэкологию: Основные концепции и определения // Геоэкологические исследования и охрана недр. Вып. 2. М.: Геоинформмарк, 2001. С. 16–25.
8. Реймерс Н.К. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
9. Семячков А.И., Игнатьева М.Н., Литвинова А.А. Выявление и типология последствий воздействия горнопромышленных комплексов на окружающую среду. Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2008. 90 с.
10. Сычев К.И. Научное содержание и основные направления геоэкологии // Разведка и охрана недр. 1991. № 11. С. 2–6.
11. Трофимов В.Т. Экологические функции литосферы. М.: МГУ, 2000. 432 с.
12. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Аверкина Т.И. Теория и методология экологической геологии. М.: МГУ, 1997. 368 с.
13. Экология России. Т.1. Европейская часть / Под ред. Г.С. Вартамяна. М.: Геоинформмарк, 2000. 300 с.

Рецензент Б.Н. Мельников

Geoecology as the interaction of lithosphere and biosphere taking into account socio-economic activity of man

A. I. Semyachkov

Institute of Economy, Urals Branch of RAS

Geoecology as the science on interaction of lithosphere and biosphere taking into account socio-economic activity of man is considered in the paper. The most clearly manifestation of such interaction takes place at the exploitation of mineral resources. It is characteristic for the mount-industrial complexes (MIC) of Urals, which are the basis of regional economy. Methodology of technogenic transformation in the environment of MIC researches including receptions, principles of construction, forms and methods of scientific cognition is developed.

Key words: *geoecology, lithosphere, biosphere, socio-economic activity, mount-industrial complexes.*