

Янин Е.П. Национальные и региональные проекты по экологическому картированию в зарубежных странах // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2003, № 1, с. 88–102.

В настоящее время в различных странах разработаны программы и осуществляются проекты в области изучения и оценки состояния окружающей среды. Особое значение в них придается картированию с целью создания разных по тематике карт и получения данных, необходимых для зонирования территорий по природным особенностям и степени техногенной нагрузки, определения экологического риска, обоснования рационального природопользования и сравнительной оценки состояния окружающей среды различных районов. Действительно, практически любая деятельность, связанная с эксплуатацией природных ресурсов и охраной окружающей среды осуществляется в пределах конкретных территорий. Это в существенной мере и определяет необходимость получения объективной информации о природных особенностях таких территорий и о состоянии окружающей среды в их пределах. Получение и рациональная интерпретация такой информации особенно эффективны при использовании принципов и методов экологического картирования и бурно развивающегося в последние годы экологического картографирования, главная цель которых заключается в обобщении разнообразной информации, имеющей точную территориальную привязку, и отображения ее в удобных для пользования, сопоставления и анализа формах и видах. Представляется интересным рассмотреть проекты по экологическому картированию, выполненные в последние годы или осуществляемые сейчас в некоторых зарубежных странах. В силу территориальных особенностей для России такой опыт имеет особое значение. Немаловажным является и тот факт, что экологическое картирование ориентировано прежде всего на обеспечение государственных (национальных) и региональных программ природопользования и охраны окружающей среды, финансируемых, как правило, из средств федерального или областного бюджета. Кроме того, экологическое картирование представляет собой сферу деятельности, где эффективно международное сотрудничество в области изучения окружающей среды и охраны природы.

В Великобритании еще в начале 1970-х гг. группой по прикладным геохимическим исследованиям Королевского колледжа (Лондон) при участии Геологической службы страны был завершен уникальный проект - геохимическая съемка донных отложений водотоков всей страны, позволившая составить серию геохимических атласов Англии, Северной Ирландии, Уэльса, Шотландии [50, 53, 60]. Специальные карты содержат информацию о концентрациях химических элементов в водах рек [62]. На основе обобщения информации, полученной при исследовании свыше 50000 проб донных отложений (плотность опробования 1 образец на 25 км²; пробы аллювия отбирались в местах пересечения рек с дорогами), составлен и в 1978 г. опубликован *The Wolfson Gechemical Atlas of England and Wales* [68]. Русловой осадок исследовался на содержание 20 химических элементов – Al, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, V и др. [18, 63, 64]. Карта распределения кадмия в отложениях водотоков показала, например, что 83% территории Англии и Уэльса характеризуется его концентрациями менее 1 мг/кг (во фракции менее 204 мкм), что коррелирует с нормальным уровнем металла в породах и почвах. Аномально высокие концентрации (4 и более мг/кг) обнаружены на площади 1200 км² (0,33% изученной территории)-[63]. В последствие работы были продолжены (с плотностью отбора 1 проба на 2,5 км²).

Итоги работ показали, что геохимическое картирование является важнейшим инструментом изучения окружающей среды, поскольку полученная информация находит очень широкое применение. Исследованиями установлен ряд эмпирических зависимостей между болезнью людей и распределением элементов [65]. Британская геологическая служба и исследовательская группа по прикладной геохимии собрали данные по распределению основных биоэлементов, некоторых микроэлементов, токсичных элементов и их значению для растений, животных и человека. Исследования касались: 1) развития методов сопоставления геохимических и эпидемиологических материалов, 2) геохимических связей в системах: горные породы-почва-вода-растение-животное и порода-почва-вода-растение-человек, 3) связей между природными и антропогенными поставками металлов в городскую среду [61]. Были выявлены связи между содержаниями ряда микроэлементов и заболеваниями сельскохозяйственных животных в нескольких регионах страны (кобальтовая недостаточность у овец в округе Девон, избыток Mo и недостаток Cu у овец в Дербишире, Стаффордшире и в округе Лимерик, недостаток Mn в округе Девон, избыток Se, Pb, As в некоторых округах и др.).

В одном из обзоров Британской Геологической службы за 1989-1990 гг. была рассмотрена программа геохимических работ, включающая: составление Геохимического атласа мира и Геохимической карты Западной Европы с учетом источников и причин техногенного загрязнения, проведение металлогенических, минералогических и петрологических исследований, изучение гидрогеохимической обстановки на примере Сев. Ирландии, а также развитие аналитических методов и компьютерных моделей [27]. Региональным геохимическим исследованиям окружающей среды в Великобритании отводится значимая роль [51]. Сейчас Геологическая служба страны при содействии Министерства промышленности составляет новые геохимические карты, на которых будет отражено распределение 32 элементов (в воде, донных отложениях, растениях). Особое внимание уделяется изучению токсичных и биологически важных элементов. На северо-востоке Шотландии исследования совмещаются с выявлением заболеваний людей; аналогичные сопоставления делают в районах, где расположены промышленные объекты, представляющие экологическую угрозу. Предполагается составление нового геохимического атласа страны [52].

Свой опыт геохимических съемок английские специалисты переносят в другие страны. Известны итоги геохимического картирования в Боливии, на о. Суматра (Индонезия), Соломоновых островах, в Свазиленде, Кении, Зимбабве, Сьерра-Леоне [17], которое осуществлялось для поисков месторождений, для оценки распределения в почвах тяжелых металлов и биоэлементов. Картирование проводится быстро, стоимость работ относительно невелика (немаловажный факт для перечисленных стран), работы обеспечивают получение базисной информации по содержанию химических элементов в объектах окружающей среды. Информация используется при принятии решений по предотвращению деградации окружающей среды, выявлению болезней растений, животных, человека, связанных с избытком или недостатком элементов.

Экологическим управлением Лондона проведена съемка более 1800 биотопов общей площадью 300 км², что составляет около 20% площади Большого Лондона [29]. Установлена классификация биотопов, включающая 35 категорий, и выполнено их картографирование в масштабе 1:1000. По результатам работ выделены три основные группы биотопов. К первой относятся естественные уголья, включенные в состав городской территории, - леса, вересковые пустоши, болота, луга, озера, пруды, участки речных долин. Во вторую группу входят заброшенные промышленные и транспортные зоны, кладбища, карьеры. Третья группа представлена искусственно созданными зеле-

ными зонами (садами, парками). Зоны отдыха, частные сады и поля, спортивные площадки и действующие кладбища объектами картографирования не являлись. В качестве основных критериев определения ценности биотопов использовались: местообитания редких видов, обилие видов, культурно-историческое значение, географическое положение, доступность, хозяйственное использование, эстетическое значение и др. Полная информация такого рода систематизирована для 28 из 33 районов города и опубликована в справочных изданиях, предназначенных для целей регионального планирования. Практическим итогом этих работ стало увеличение числа резерватов с 2 в 1980 г. до 60 в 1998. Опубликована карта биотопов общегородского значения на территории Большого Лондона.

В Венгрии выполнялась программа, осуществляемая федеральной Станцией защиты сельскохозяйственных растений и охраны почв [48]. Определялось содержание 12 тяжелых металлов и селена в 40 типах почв страны (6000 точек отбора образцов, слои 0-30, 30-60, 60-90 см). Особое внимание уделялось изучению форм нахождения металлов и оценке подвижности их в зависимости от pH, гранулометрического состава, содержания CaCO₃ и гумуса. Интерес представляют работы венгерских исследователей, создавших на примере одного из районов страны карты окружающей среды в м-бе 1:10000 [36]. Для карт использовались индикаторы качества территориальных единиц, учитывающих размещение производства и инфраструктуры, включая источники загрязнения, влияние поселений на среду, интенсивность загрязнения среды обитания. Были выделены 3 класса использования земель: индустриально-урбанизированные земли, земли, близкие по своим свойствам к естественным, нарушенные земли, которые разделены на картах на 60 подклассов и 14 типов. Управление земельных и картографических работ страны в конце 1980-х гг. приступило к реализации широкомасштабного проекта по замене старых кадастровых и топографических карт новой Единой национальной системой карт [31].

В Германии издан ландшафтно-планировочный атлас “Город-окрестности-регион Берлина”, составленный на основе географических и геоэкологических съемок [30]. Он состоит из семи частей: топографические обзорные карты и карты административного деления, природные ресурсы и элементы ландшафта, природные условия и природно-территориальный потенциал, использование земель и инфраструктура и т. д. Ранее сообщалось о создании Атласа окружающей среды Западного Берлина, который служит примером экологической документации, необходимой для планирования развития города с учетом задач охраны среды обитания [20]. Он включает 2 тома и содержит 45 карт и около 120 отдельных изображений. На картах отражено состояние почв, вод, воздуха, показаны климатические условия, характер использования земель, шумовые условия, дается дифференциация территории по уровням техногенной нагрузки. С 1975 г. в городах страны (в восточных районах с 1990 г.) осуществляется картографирование биотопов, результаты которого широко используются в практике регионального планирования [22]. В ходе картографирования, основанного на учете биоразнообразия, видов землепользования и др., особое внимание уделяется объектам, заслуживающим специальной охраны.

В Литве региональное геохимическое картирование (м-ба 1:500000, 1:1000000) проводится с 1995 г. и имеет в основном экологическую направленность [6]. В качестве основных объектов изучения выбраны верхний слой почвы (включая техногенные грунты) и донные отложения. Основной целью работ является оценка региональных изменений фоновых концентраций микроэлементов. Региональное картирование осуществлялось по четырем типам почв: образовавшихся на глинах и суглинках, супесях,

песках и органических (в основном торфяных) отложениях (всего 2600 проб). Из элементарного квадрата (10 x 10 км) отбирались 4 пробы, при этом точки отбора располагались так, чтобы каждая проба представляла элементарный квадрат 5 x 5 км. Это позволило составить три вида карт: 1) изменения фоновых значений микроэлементов в указанных типах почв м-ба 1:1000000, 2) карты изменения коэффициентов концентрации м-ба 1:500000, 3) карты средневзвешенных значений отдельных элементов м-ба 1:1000000. Кроме того, для оценки влияния межрегионального переноса микроэлементов для всей территории страны (м-б 1:2500000) было выполнено картирование снегового покрова (зима 1995-1996 гг.). Распределение микроэлементов проведено (40 проб) в снеговой воде и в пыли, осаждаемой со снегом. Донные отложения отбирались в элементарных квадратах 10 x 10 км (640 проб). Для оценки гомогенности опробования отбирались пробы-дубликаты (8-10%) почв – с того же квадрата, но из другой точки, донных отложений – с того же места, но через год. Распределение микроэлементов исследовалось в почвах, отложениях и пыли во фракции менее 1 мм методами эмиссионного спектрального и рентгенофлуоресцентного анализов, в снеговой воде – атомной абсорбцией. В последние годы в Литве широко проводятся также крупномасштабное геохимическое картирование территорий городов, целью которого является оценка уровня и опасности загрязнения химическими элементами верхнего слоя почв и донных отложений водных объектов. В отдельных случаях проводятся исследования состава снежного и растительного покровов, грунтовых вод, ила колодцев и зоны аэрации [7]. Как правило, города картируются в м-бе 1:10000 или 1:25000, отдельные зоны – 1:1000 или 1:5000. В 1993 г. геологической службой Литвы проводилась геохимическая съемка почв в пределах Балтийского побережья страны [10]. Цель работ – выявление особенностей геохимического поля в разных природных и техногенных условиях. На площади 1507 км² было отобрано 1800 проб (в природных зонах по сетки 1 x 1 км, в техногенных – 0,5 x 0,5 км) почвенного горизонта А₁, которые исследовались рентгеноспектральным и эмиссионно-спектральным методами на широкий круг элементов. По итогам работ составлены геохимические карты, в том числе карта аномальных концентраций.

Вильнюсским государственным гидрогеологическим предприятием “ARTVA” разработана методика крупномасштабного эколого-геологического картирования территорий с подготовкой легенды и макетов карт масштаба 1:50000 применительно к условиям Балтийских стран [5]. Комплект картографических материалов состоит из 7 общих (обычно при геологической съемке составляемых) и 4 специальных эколого-геологических карт (техногенной ситуации, естественной защищенности подземных вод, антропогенного загрязнения геологической среды и эколого-геологической регламентации хозяйственной деятельности). В соответствующих методических рекомендациях для каждой эколого-геологической карты сформировано ее назначение, дано обоснование основных и вспомогательных картируемых элементов, освещена методика получения информации, необходимой для составления карт.

В Нидерландах складирование больших объемов навоза со свиноферм обусловило масштабное загрязнение грунтовых и подземных вод нитратами. В связи с этим были организованы работы по картированию нитратного загрязнения подземных вод и его динамики и созданию карт м-ба 1:50000 на центральные районы страны [24].

В Норвегии Геологической службой осуществляется гидрогеоэкологическое картирование территории страны в м-бе 1:50000 [4]. Необходимость таких работ во многом обусловлена тем, что техногенное воздействие на среду обитания вызывает необходимость переориентировать существующие источники водоснабжения на подземные водоносные горизонты, доля которых в хозяйственно-питьевом водоснабжении в нача-

ле 1990-х гг. составляла около 14%. Есть сообщения о том, что Норвежская геологическая служба с конца 1970-х гг. осуществляет работы по подготовке новых типов карт, предназначенных для планирования использования земель и окружающей среды. Часть работ выполнялась в рамках проекта “Геотопические карты 1990” [32]. В скандинавских странах широко распространено также создание разнообразных геохимических карт, используемых для регионального планирования и решения проблем землепользования [45].

В Польше в 1987-1988 гг. Государственным геологическим институтом разработана “Карта качества, защищенности и охраны подземных вод Польши” м-ба 1:750000, на которой отражены гидрогеологические условия, качество и интенсивность загрязнения подземных вод, степень их защищенности от негативных воздействий [46]. Примерно в это же время в стране была создана первая созологическая карта в м-бе 1:50000 на примере листа Пила [37]. Созология рассматривается как наука о проблемах защиты природных ресурсов и обеспечения их постоянного использования. Созологическая карта отражает пространственные аспекты взаимосвязанного влияния ущерба, загрязнения и деградации, которым подвергаются природные ресурсы картографируемых территорий. Предполагается, что опыт составления такой карты на район Пилы послужит основой для создания созологической карты на всю территорию Польши в м-бе 1:50000.

В Словакии с 1991 г реализуется проект «Геохимический атлас республики Словакия», в рамках которого [21, 54]: 1) отобрано 16359 проб подземных вод (по сетке 1 проба на 3 км²); 2) 24422 пробы русловых отложений (1 проба на 2 км²); 3) 3839 проб коренных пород (нерегулярный отбор); 4) 9892 пробы почв (1 разрез на 10 км²); 5) 3063 пробы лесной биомассы (1 проба на 16 км²); 6) выполнено 4900 замеров радиоактивности по K, U, Th, Rn (1 точка на 10 км²). Основной м-б съемок 1:1000000 (собственно «Геохимический Атлас»), с детализацией в м-бе 1:50000 («эколого-геохимические карты окружающей среды»). Несколько раньше сообщалось об некоторых итогах работ по картированию коренных пород [41]. В частности. Установлено, что на территории Словакии проявлено 64 главных типов горных пород. В ходе составления Геохимического атласа они подразделены на 7 групп (гранитоиды, метаморфиды, палеозойские породы, мезозойские породы, палеогеновые породы, отложения неогена, неовулканиды). По литолого-структурным признакам в пределах каждой группы выделено от 6 до 12 разновидностей пород (всего 64). Для каждой разновидности дается краткое описание, включающее геолого-тектоническое положение, петрографические характеристики, минеральный состав, аномальное распределение химических элементов и др. Кроме того, указаны средние содержания главных и аксессуарных химических элементов, стандартное отклонение, средневзвешенные и геометрические средние, пределы колебаний содержания, число проб с концентрациями элементов ниже порога чувствительности аналитического метода и другие статистические параметры. Опубликована карта литогеохимических типов пород страны м-ба 1:500000. Авторы считают, что эти данные, представляющие первичное распределение элементов, могут использоваться как фоновые при интерпретации природных и техногенных геохимических аномалий.

В Финляндии ежегодно отбирается 300 тыс. образцов природных материалов, из них 50% для целей сельского хозяйства, 40% - для поисков рудных месторождений [34, 35]. В период 1974-1978 гг. отобрано 1230 тыс. проб почв. В 1980-1985 гг. по программе выявления рудоносных геологических формаций в Северной Фенноскандии проведено геохимическое картирование с отбором и анализом проб по стандартам, принятым в Геологических службах Норвегии, Швеции и Финляндии. В результате территория

Финляндии покрыта сетью опробования такой плотности, которая позволяет изучить изменение концентраций элементов в рыхлых отложениях и в подстилающих породах, а также выделить участки с аномальными содержаниями металлов природного и техногенного характера. С целью мониторинга на 85% территории страны ежегодно отбирается 150 тыс. образцов почв. В 1974 г. и повторно в 1987 г. в стране было выполнено геохимическое картирование сельскохозяйственных земель страны [40]. Картирование базировалось на сравнительном изучении распределения в пахотном горизонте почв Cr, Fe, Ni, Pb, Cd, Hg. Данные использовались для составления серии карт. Установлено, что содержания Cd и Pb закономерно выше (в 2-3 раза) в южной части страны, чем в северной. Кроме того, за 13-летний период наблюдалось наиболее значительное увеличение концентраций Cd (на 31%) и уменьшение концентраций Pb (на 16%). В Финляндии уже много лет геохимические карты распределения микроэлементов (J, Fe, Zn, Cu, Mg, Cr, Se, F) в почвах, созданных геохимической службой страны, используются для сопоставления с заболеваемостью населения злокачественными опухолями [38]. Специальный раковый регистр действует в стране с 1953 г. и дает представление о показателях заболеваемости на отдельных территориях. Геологической службой осуществляется (с середины 1980-х гг.) геохимическое картирование природных вод в связи с их подкислением при выпадении атмосферных осадков [4]. На территорию Финляндии к настоящему времени созданы карты временного изменения величины рН грунтовых и напорных подземных вод, концентраций углекислоты, сульфатов, тяжелых металлов в природных водах.

В Чехии геологической службой осуществлена региональная съемка поверхностных вод страны [8]. Пробы вод отбирались в стабильных гидрологических условиях с плотностью опробования 1 проба на 5-7 км². К 1994 г. уже было отобрано 11311 проб на 69% территории Чехии. В водах исследовались следующие ингредиенты: рН, удельная электропроводимость, Be, Cd, As, Pb, Cu, Ca, Li, Sr, Fe, Mn, Zn, Si, Na, K, Mg, F, NO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻. Результаты исследований представлены на серии геохимических карт, на которых количество индивидуальных разновидностей графически отображено как “повышенное” (15% проб), “аномальное” (2,5% проб) и “экстремальное” (0,5 % проб). Также были подготовлены моноэлементные карты м-ба 1:500000 для завершенных листов карты 1:2000000 м-ба. По сообщению авторов, из карт можно извлечь следующую информацию: закисление поверхностных вод, интенсивность загрязнения тяжелыми металлами, загрязнение атмосферными сухими выпадениями, сельскохозяйственное загрязнение, влияние старых шахт, геологическое влияние.

В Швеции Геохимический департамент Геологической службы страны в 1991 г. завершил национальную программу биогеохимического картирования страны. Опробование включало отбор 16 образцов с площади в 100 км². Биогеохимические данные в первую очередь соотносились с составом подстилающих пород, затем учитывались вероятное воздействие атмосферного загрязнения и антропогенная деятельность (главным образом, сельскохозяйственная). Особое внимание отводилось учету влияния кислотных дождей на мобилизацию тяжелых металлов из объектов окружающей среды [44]. Интересное исследование было выполнено Рабочей группой мониторинга окружающей среды в странах Скандинавии и факультетом Экологии растений Лундского университета в Швеции [12]. В течение 20 лет - с 1970 по 1990 г. - по единой программе на территории Швеции в одних и тех же местах отбирались пробы мхов, которые исследовались на содержание тяжелых металлов. Это позволило создать на территорию всей страны серию карт, отражающих распределение металлов в разные годы, а также проследить динамику содержания металлов в биопробах. Была установлена тенденция

снижения концентраций многих металлов (начиная с 1980-х гг.). Департаментом прикладной химии Химического центра г. Лунд для территории Швеции создана карта критических нагрузок на почвы и грунтовые воды, обусловленных выпадениями кислотных дождей [58]. Для расчетов использовалась модель PROFILE, которая учитывает минералогические особенности почв и их гранулометрический состав. Величина критических нагрузок (определяемая скоростями выветривания, гидрологией территории, поглощением растениями оснований) и соответственно толерантность почв и вод к кислым выпадениям связаны с определенными показателями минералогического и гранулометрического состава почв. Есть сведения о создании в стране карт уязвимости подземных вод в м-бе 1:250000 с позиций загрязнения их различными веществами [49]. Необходимо отметить, что в Швеции уже в середине 1980-х гг. Геологической службой была создана серия специализированных среднемасштабных (1:250000) карт, на которых показано распределение более 20 компонентов химического состава подземных вод, включая тяжелые металлы [4]. На территорию страны составлены также карты временного изменения величины рН грунтовых и напорных подземных вод, а также концентраций углекислоты, сульфатов и тяжелых металлов.

В Эстонии специалистами Эстонского геологического центра и Эстмелиопроект созданы специализированные карты в м-бах 1:200000 и 1:50000, отражающие загрязнение подземных вод страны нитратами [4]. Важнейшим источником загрязнения вод нитратами является сельскохозяйственное производство. Установлена зависимость между возрастанием уровней содержания нитратов в водах и увеличением количества использования минеральных азотных удобрений. Например, в центральных районах Эстонии в грунтовых водах известнякового плато, вскрытых колодцами, в 60% случаев концентрации нитратов превышали значение ПДК (45 мг/л). В пределах девонского поля Южной Эстонии аналогичный показатель был превышен в 50-60% случаев, а на территории Пандивереской возвышенности в 10-35% случаев. Геологической службой страны подготовлен геохимический атлас гумусового горизонта Эстонии [9]. В атласе приведены карты распределения широкого комплекса химических элементов, органического вещества в гумусовом горизонте почв страны, а также карты основных типов почв и почвообразующих пород и др. Карты составлены по данным анализа около 1560 проб. Средняя плотность опробования - 1 проба на 26-32 км². На картах величина кружка указывает содержание элемента, цвет внутри кружка – типы почв, цвет карты – содержание элементов в кларках концентрации. Дополнительно приведены данные о природных и техногенных геохимических аномалиях в почвах, а также об интенсивности и распределении атмосферного загрязнения.

В Канаде около 30 лет назад началась экологическая съемка территории страны (экологическая инвентаризация земель) [19]. Экологическая инвентаризация земель предназначалась для целей комплексного управления территориями и должна была эффективно объединять различные экологические оценки. Съемка началась в 1960-х гг. на территории провинции Квебек и сочетала в себе 2 направления: таксономическое и картографическое. В первом случае выделяют экологические области (с однородным климатом), соответствующие выделам экологической зоны в традиционном ее понимании (например, лиственным лесам в пределах лесов умеренного пояса), экологический тип (с однородным субстратом) и экологическую фазу (однородные растительность и тип землепользования). При картографическом подходе существуют три уровня разрешения: локальный (экологическая фаза и тип землепользования), региональный (экологическая система с однородными геоморфологическими условиями и экологическая подсистема с однородной топографией) и национальный (экологический район с одно-

родными физико-географическими условиями и экологическая область). Ранее экологическую съемку применяли главным образом для анализа экологических последствий крупномасштабных проектов (сооружение плотин и т. п.). В настоящее время главной целью ее является комплексная оценка территории для интенсификации землеустроительных мероприятий и повышения продуктивности земель (главным образом в лесном хозяйстве); съемку стали использовать также при подготовке программ развития региональных муниципалитетов. Новый закон о лесе, принятый в 1986 г., определил экологическую инвентаризацию земель как основу мероприятий более интенсивного использования лесных ресурсов. Картографирование экологических областей (м-б 1:1250000) уже завершено; к 1998 г. планировалось завершение картографирования производительных лесов в рамках экологических районов (1:250000), через 20 лет - экологических типов (1:20000), причем "скорость" выполнения картографирования экологических типов в масштабе 1:20000 составляет 10 тыс. км² в год. С целью оценки точности детального обследования почв (м-б 1:20000) равнины Монреаль Исследовательским центром земель и биологических ресурсов сельскохозяйственной службы Канады изучалась изменчивость ряда физико-химических свойств почв в пределах картографических единиц и таксонов [43]. Образцы отбирали методом трансект более чем с 2000 ландшафтов, относящихся к 133 картографическим единицам (88,75% территории района). Почвы представлены глейсолями. В пределах картографической единицы оценивали связь вариабельности с гранулометрическим составом поверхностных горизонтов, в пределах таксона - с видом подстилающих пород и свойствами горизонтов А, В и С. Оценивалось распределение и вариабельность ряда физико-химических параметров. В частности, коэффициенты вариации для всей совокупности данных составили: рН - 10%, границы пластичности и текучести - 15%, содержания песка, пыли и глины - 25-35%, С_{орг.}, обменные основания и доступный фосфор - 30-60%. Установлено, что в пределах картографической единицы значения коэффициентов вариации содержания глины, пыли, рН, обменных оснований обратно пропорциональны среднему содержанию глины в горизонте А. На уровне таксона выявлена большая изменчивость свойств почв на речных отложениях по сравнению с морскими, что отчасти связано с различием в гранулометрическом составе пород (морские содержат намного больше глины в горизонтах В и С). Сделана попытка установить количество образцов, необходимых для оценки средних значений некоторых физико-химических параметров при заданных уровне вероятности и ошибке среднего. В стране подготовлено специальное издание "Почвенные ландшафты Канады. Методическое руководство и справочник пользователя" [55], где методы, с помощью которых были составлены генерализованные карты и их легенды на территорию страны, а также необходимые для этого сведения. Даны концепция легенды и определения, использованные при составлении карт м-ба 1:1000000, способы дополнения легенды карты и методы сопоставления и объединения карт более крупного масштаба, списки доминантных и субдоминантных рядов почв разных ландшафтов, их классы, коды, описания для пользователей, методы получения информации и др.

В США анализ почв и растений для целей сельского хозяйства стали проводить с начала 1950-х гг. С 1968 по 1987 г. ежегодно анализировалось в среднем 2,9 млн. образцов почв и 0,36 млн. образцов растений [47]. В последующие годы в стране ежегодно исследовалось около 3,5 млн. образцов почв и около 0,5 млн. образцов растений [33]. Сбор, накопление и выдачу почвенной информации в стране осуществляет Национальная кооперативная почвенная служба (NCSS). В структуре Министерства сельского хозяйства США функционирует Служба охраны почв, организованная в 1935 г. и

имеющая на территории страны широкую сеть местных представительств. Служба охраны почв ориентирована на учет и контроль за не федеральными землями. В настоящее время она выполняет несколько крупных программ, в том числе, долговременную программу “Национальная кооперативная почвенная съемка”, начатую около 100 лет назад. В этой программе участвуют различные федеральные и штатские агентства и экспериментальные сельскохозяйственные станции штатов. Все рабочие процедуры и формы итоговой отчетности жестко унифицированы; стандарты и основные принципы почвенной съемки содержатся в Руководстве по почвенной съемке, Национальном справочнике по таксономии почв, Национальном почвенном справочнике. Результаты съемок публикуются в виде специальных многокрасочных буклетов [1, 2]. Они включают: генерализованную почвенную карту округа (всего в США около 3000 округов) и классификацию почв округа в системе Почвенной таксономии; серию детальных почвенных карт м-ба 1:20000 с показом контуров почв на фотопланах; описания почвенно-картографических единиц, почвенных серий и фаз; общую природную характеристику территории округа; таблицы классов почв по их пригодности к земледелию, лесоразведению, рекреационным и санитарным нуждам, инженерному использованию и т. п. Почвенная информация в таком виде доступна любому потребителю и практически в любом количестве (в виде печатных выпусков почвенных съемок округов). В оцифрованном виде детальные почвенные карты и другие сведения содержатся в компьютерных банках данных Службы охраны почв. В настоящее время такие материалы имеются на 1600 административных округов. Ежегодно продолжается картографирование 40-50 млн. акров земель и выпускается около 70 буклетов. Съемка проводится на новых территориях и осуществляется вторично (иногда даже в третий раз) в районах, на которые информация устарела. Ежегодная стоимость работ по этой программе - около 90 млн. долларов, причем около 70 млн. долларов составляют ассигнования из федерального бюджета. В шт. Миссури выполнена геохимическая съемка агропочв (отобрано 1140 образцов почв, исследованных различными методами на содержание 43 химических элементов) [66]. Результаты исследований были представлены в виде серии моноэлементных карт. Для каждого элемента рассчитано среднее геометрическое. В шт. Делавэр уже около 40 лет с разной периодичностью в зависимости от интенсивности использования и вида сельскохозяйственных угодий проводятся их агрохимические обследования [56]. В 1977 г. Фондом защиты окружающей среды была издана карта страны, на которой показано распространение асбестосодержащих пород, способных создавать опасные уровни содержания асбестовых волокон в воздухе [23]. На территорию США создано довольно большое количество “нетрадиционных” карт, таких, например, как карта ветровых ресурсов страны, карта рекомендаций по теплоизоляции домов для различных зон страны и др. [11]. В 1990 г. под эгидой Геологической службы США была разработана программа по комплексному исследованию окружающей среды страны геохимическими, геофизическими и биологическими методами [25]. Она состоит из следующих разделов: 1) развитие национальной базы данных (и их анализ) по геохимическим и другим параметрам состояния окружающей среды, включающей данные по концентрациям токсичных и радиоактивных элементов и их поведению в природных процессах; 2) количественное физическое, химическое и биологическое исследование процессов выветривания и эрозии; 3) определение оптимальной стратегии исследования в кооперации с другими службами с целью направления основных усилий на регионы и явления, грозящие максимальным риском для здоровья людей и состояния природы; 4) выпуск специальных сообщений, региональных и национальных карт качества среды.

В Китае подготовлен Атлас эндемических заболеваний и окружающей среды, состоящий из более 100 листов и содержащий 221 карту, а также краткие тексты и диаграммы, построенные на основе статистических данных и характеризующих отдельные эндемические заболевания [57, 67]. Атлас был задуман как собрание комплексных медико-географических карт нового типа, основу которого должны составлять карты, отражающие связи эндемических заболеваний с факторами окружающей среды. Его главной задачей было объединение различных медицинских отраслей для борьбы с эндемическими заболеваниями. Основные усилия при создании Атласа направлялись на наглядность карт. Атлас явился результатом исследований и сотрудничества медиков, геологов, биологов, картографов и др. Представленные карты позволяют соотнести ситуацию заболеваемости с факторами окружающей среды. При создании Атласа большое внимание уделялось стандартизации медико-статистических данных. Карты Атласа сгруппированы в 6 серий: 1 - общие карты (6 листов), дают обзор территории страны, ее административное деление, национальный состав и т. д., 2 - карты окружающей среды (27 листов), 3 - карты распространения болезни Кешана (57 листов), 4 - болезни Кашина-Бека (46 листов), 5 - эндемического зоба (39 карт), 6 - эндемического флюороза (46 карт). На картах эндемических заболеваний отражено географическое распространение, эпидемиологические и клинические симптомы, патология, биохимия, профилактические и лечебные мероприятия и т. д. Интересен факт, установленный при использовании данных из этого Атласа, а также из Атласа долгожителей в КНР: география столетних жителей не совпадает с территориальным варьированием показателя продолжительности жизни, а связана главным образом с геохимическими факторами среды (распределением селена, марганца и др.) [14]; установлено также, что намного меньше людей преклонного возраста (80 и более лет) проживают в эндемичных по селену провинциях с доминированием среди населения болезней Кашина-Бека и Кешана, чем в районах без дефицита селена [26]. Среди возможных причин такого возрастного распределения называются повышенная частота смертности от эндемичных и хронических заболеваний в районах с дефицитом селена и ускоренное старение вследствие массивного поражения клеток, вызываемого свободными радикалами, что, по мнению авторов исследования, взаимосвязано. Следует отметить, что региональные исследования биогеохимических эндемий начались в Китае еще в начале 1960-х гг. Широкое развитие в Китае получили также разнообразные региональные и локальные ландшафтно-экологические программы, разрабатываемые и осуществляемые многими университетами и институтами страны. Например, проблемы изучения структуры типов земель, ландшафтных единиц, картографирования земель и т. п. исследуются почти в ста университетах и институтах. В 1980-х гг. был осуществлен национальный проект «Контур генерального территориального планирования страны», главной целью которого была координация взаимоотношения между населением, природными ресурсами и окружающей средой для целей экономики и устойчивого развития [13]. В 1989 г. был издан национальный сельскохозяйственный атлас страны, который является одним из томов Национального атласа Китая [70]. Атлас содержит около 300 цветных карт КНР в целом (160 страниц) в м-бе 1:10000000 - 1:40000000 и карты типичных территорий в м-бе 1:50000 - 1:200000. Карты объединены в 5 групп: 1) вводные; 2) сельскохозяйственные условия и ресурсы; 3) сельскохозяйственные социально-экономические условия и техническая перевооруженность; 4) особенности распространения и уровни производства различных сельскохозяйственных отраслей; 5) сельскохозяйственное использование земель. В 1989 г. сообщалось о проектировании и составлении Атласа экологических условий района Пекина - Тяньцзиня [69]. Атлас составлен на район, отличаю-

щийся высокой плотностью населения, интенсивной урбанизацией и индустриализацией. Карты, входящие в Атлас, созданы на основе обобщения множества новейших исследований. Атлас состоит из 3 частей: в 1-й охарактеризованы природные и социальные факторы окружающей среды; во 2-й - отражено состояние городской среды; в 3-й - дан интегральный анализ региональных факторов. Опыт создания Атласа экологических условий, по мнению автора цитируемого сообщения, позволил обобщить принципы интегрального картографирования, найти оптимальное соответствие между формой и содержанием изображения, широко использовать данные дистанционного зондирования, дать иерархическое отображение экологических факторов. Следует отметить, что в Китае уже проведено два общегосударственных сплошных почвенно-агрохимических картографических обследования территории страны [59]. Последнее из них было приоритетным мероприятием в Национальной программе развития науки и техники (1979-1985 гг.). Необходимо упомянуть о государственной программе региональных геохимических исследований всей территории Китая, проект которой был разработан в середине 1970-х гг. [15]. Ее реализация началась в провинции Цзяньси. В основу исследований положен метод опробования потоков рассеяния. К концу 1995 г. геохимическая съемка речных осадков в масштабе 1:200000 (в отдаленных и сложных по геологическим условиям районах – в м-бе 1:500000) была полностью завершена на площади 5,3 млн. км². Основным результатом этих съемок стало создание ряда геохимических карт отдельных провинций (м-б 1:500000), металлогеническим областям и по всей стране в целом.

В ЮАР систематическое геохимическое картирование территории страны осуществляется с 1973 г. К 1999 г. уже отработано 295 тыс. км² (25% общей площади страны) [39]. Плотность опробования составляет 1 пробу на 1 км². Отбор проб производится с помощью вертолета. Затем они анализируются на 24 химических элемента, исключая фракцию размером 75 мкм. Результаты картирования свидетельствуют о четкой корреляции между содержанием элементов в почве и в подстилающих горных породах. Накопленная геохимическая база данных используется при проведении поисковых работ, а также в агрономии, ветеринарии и экологии. Особое внимание уделено выделению аномалий меди, никеля, кобальта и серебра, связанных с техногенным загрязнением.

К настоящему времени создана почвенно-географическая карта Европы, в основу которой положены карта 1:2500000 (1952 г.), карты почв мира 1:5000000 (1975 г.), стран ЕС 1:1000000 (1985 г.) [42]. Компьютерная обработка данных по программе CORINE в 1986 г. позволила провести синтез и генерализацию карт и получить возможность автоматизированного построения национальных и региональных почвенных карт м-бов 1:50000 и 1:25000. В базе данных содержатся на 1-м уровне: текстура, структура, рН, содержание органического вещества, общего азота, карбонатов, сульфатов, кальция, электрический потенциал, электропроводность, емкость катионного обмена, влагоемкость, плотность, глубина корневой системы, уровень подземных вод, почвообразующий субстрат. На 2-м уровне включены данные по агрохимии почв; на 3-м – региональное районирование почв по почвообразующим породам, климату, геоморфологическим особенностям, растительности или топографии. База данных для ЕС становится, таким образом, эффективным инструментом для оценки экологического риска, прогноза ситуаций и принятия природоохранных и других решений.

В связи с возрастающим интересом к величинам воздействия на человека радиации природного происхождения Комиссия ЕС совместно с Национальным советом по радиологической защите (NRPB) организовали составление на территорию Западной Европы атласа (с картами административных областей) земного γ -излучения, воздейст-

вия космических лучей и радона в помещениях [28]. Атлас предназначен для широкого круга пользователей; предполагается перевод текста атласа на все языки Сообщества. Страны-члены Сообщества обеспечили NRPB данными о распределении космических лучей и внешнего γ -излучения. Компоненты космического излучения рассчитаны по координатам географической широты и высоты над уровнем моря.

Таким образом, экологическое картирование как эффективный инструмент изучения и оценки состояния окружающей среды является составной частью многих научных и прикладных программ и проектов, выполненных или осуществляемых в зарубежных странах. Результаты работ находят широкое применение в практике: при решении геологических задач, в сельском хозяйстве, здравоохранении, рыбоводстве, при оценке техногенного загрязнения и т. д. Особое место принадлежит геохимическому картированию, в том числе в рамках международного сотрудничества [3]. К настоящему времени изданы многочисленные экологические и природоохранные карты и атласы, аннотированный библиографический указатель многих из них был недавно опубликован на русском языке [16]. Справедливо считается, что высококачественная база данных, отражающая пространственные особенности окружающей среды, необходима для решения как научных, так и практических задач.

Литература

1. Геннадиев А.Н. Служба охраны почв США: структура, цели и формы деятельности // Почвоведение, 1993, № 11, с.20-24.
2. Геннадиев А.Н., Таргульян В.О. Зарубежное почвоведение: приоритеты и тенденции развития // Почвоведение, 1992, № 11, с. 16-23.
3. Дарнли А.Г. Международное геохимическое картирование // IV Объединенный Междунар. симп. по проблемам прикладной геохимии, посв. памяти акад. Л.В. Таусона. Тезисы. Т. 2. - Иркутск, 1994, с. 8-9.
4. Закутин В.П. Геохимические проблемы на международном симпозиуме "Гидро-экологическое картирование и мониторинг подземных вод в Балтийских странах" // Геохимия, 1993, № 4, с. 602-606.
5. Иодказис В.И. и др. Временные методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт при крупномасштабном картировании (масштаб 1:50000).- Вильнюс: ГВГПП "АКВА", 1991. - 61 с.
6. Кадунас В. Методические вопросы составления региональных эколого-геохимических карт // Междунар. симп. по прикладной геохимии стран СНГ: 29-31 октября 1997, Москва, Россия. Тез. докл. - М.: ИМГРЭ, 1997, с. 10-11.
7. Кадунас В., Катинас В., Радзявичус А. и др. Геохимическое картирование урбанизированных территорий Литвы // Междунар. симп. по прикладной геохимии стран СНГ: 29-31 октября 1997, Москва, Россия. Тез. докл. - М.: ИМГРЭ, 1997, с. 43-44.
8. Майер В., Санька В., Велелый Й. Региональная съемка поверхностных вод Республики Чехии // IV Объединенный Междунар. симп. по проблемам прикладной геохимии, посв. памяти акад. Л.В.Таусона. Тезисы. Т. 2. - Иркутск, 1994, с. 66.
9. Петерселль В., Енел М., Тяхт К. Геохимический атлас гумусового горизонта Эстонии // Междунар. симп. по прикладной геохимии стран СНГ: 29-31 октября 1997, Москва, Россия. Тез. докл. - М.: ИМГРЭ, 1997, с. 45-46.
10. Путис П. Особенности геохимического поля в почвах природных и техногенных зон Балтийского побережья Литвы // Междунар. симп. по прикл. геохимии стран СНГ: 29-31 октября 1997, Москва, Россия. Тез. докл. - М.: ИМГРЭ, 1997, с. 149-150.

11. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания: В 4 кн. Кн. 3: Пер. с англ. - М.: Мир, 1995. - 291 с.
12. Руллинг Э. Мох обнаруживает тяжелые металлы // Энергия: экономика-техника-экология, 1992, № 12, с. 28-29.
13. Сяо Дунин, Су Венгуй, Сун Ионбин Обзор ландшафтно-экологических исследований в Китае // География и природные ресурсы, 1991, № 1, с. 134-139.
14. Тань Цзяньвань, Ли Жибан, Чжу Вэньянь // Дили сюэбао=Acta Geogr. Sin., 1990, 45, № 2, с. 187-201.
15. У Чуаньби Разведочная геохимия в Китае: научные основы и практическое применение // Геологическое изучение и использование недр. Науч.-техн. информ. сб. Вып. 2.- М.: Геоинформмарк, 1997, с. 23-27.
16. Экологические и природоохранные карты и атласы: Азия. Африка. Америка. Австралия и Океания. Антарктида: Аннотированный библиографический указатель. - М.: Изд-во Пашков дом, 1999. - 68 с.
17. Appleton J.D., Flight D.M., Ridgway J. Regional geochemical mapping in developing countries and its application to environmental studies // Rapp. och medd. / Sver. geol. undersokn., 1991, № 69.
18. Aston S.R., Thornton I. Regional geochemical data in relation to seasonal variations in water quality // Sci Total Environ., 1977, 6, p. 247-260.
19. Belanger L., Bergeron Y., Camire C. Ecological land survey in Quebec // Forest. Chron., 1992, 68, № 1, p. 42-52.
20. Bock M., Ellermann F.-J., Goedecke M., Welsch J. Umweltatlas Berlin. Okologische Planungsgrundlagen für eine umweltgerechtere Stadtentwicklungspolitik und planung // Erde, 1987, 118, № 4, s. 301-310.
21. Bodis D., Rapant S. Environmental geochemistry and environmental-geochemical mapping of the Slovak Republic // Slovak Geol. Mag., 2000, 6, № 1, p. 5-16.
22. Breuste J. Biotopkartierung - deutsche Erfahrungen und Möglichkeiten zur Verbesserung einer erprobten Methode für mehr Stadt-Naturschutz // Deinsea, 1999, № 5, s. 57-66.
23. Carter L.J. Asbestos: Trouble in the Air from Maryland Rock Quarry // Science, 1977, 197 (July 15), p. 237.
24. De Mulder F.J., Van der Pouw B.J.A., Elderhorst W. Mapping the impact of nitrate pollution on groundwater // Geol. Environ. Plann.: Proc. Int. Symp. ,Geol. Mapp. Serv. Environ. Plann., Trondheim, 6-9 May, 1986. - Trondheim, 1987, p. 116.
25. Filipek L.H. Environmental geochemistry program // US Geol. Surv. Circ., 1990, № 1933, p. 1-6.
26. Foster H.D., Zhang L. Longevity and selenium deficiency: Evidence from the People's Republic of China // Sci. Total Environ., 1995, 170, № 1-2, p. 133-139.
27. Geochemistry and hydrogeology // Rept/ Brit. Geol. Surv., 1989-1990 / Natur. Environ. Res. Counc. - Keyworth, 1990, p. 21-24.
28. Gree B.M.R., Lomas P.R., Luykx F. Natural radiation atlas of Europe // Radiat. Prot. Dosim., 1991, 36, № 2-4, p. 85-88.
29. Goode D. A. Habitat survey and evaluation for nature conservation in London // Deinsea, 1999, № 5, p. 27-39.
30. Grober K.H., Hille M. Ein Planungsatlas für Berlin und sein Umland // Naturschutzarb. Berlin und Brandenburg, 1989, 25 № 3, s. 65-69.

31. Hoffer I. The organization of the land, surveying and mapping service of Hungary // 14th World Conf. Int. Cartogr. Assoc., Budapest 17-24 Aug., 1989. - Budapest: Hung. Cartogr. Stud., 1989, p. 1-4.
32. Hugdahi H., Wolff F.Chr. Development of geotope maps in Norway // Geol. Environ. Plann.: Proc. Int. Symp., "Geol. Mapp. Serv. Plann., Trondheim, 6-9 May, 1986. - Trondheim, 1987, p. 109.
33. Jones J.B. Past and current status of soil testing and plant analysis activities // Amer. Soc. Agron. Annu. Meet., 1992. - Minneapolis, 1992, p. 281.
34. Kauranne L.K. Natural and man-made anomalies of heavy metals in soils in Finland // Mem. descritt. carta geol. Ital., 1992, 42, p. 357-380.
35. Kauranne L.K. Natural and man-made anomalies of heavy metals in soils in Finland // Impact Mining Environ.: Int. Workshop, Tallinn-Leningrad, June 18-25, 1986: Proc.: Part UNEP. UNESCO/USSR Proj. Geol. and Environ. Pt. 1. - Moscow, 1989, p. 161-208.
36. Keresztesi Z., Rétvári L., Sóvágó G. Environmental assessment mapping for settlements // 14th World Conf. Int. Cartogr. Assoc., Budapest, 17-24 Aug., 1989: Abstr. - Budapest, 1989, p. 137-142.
37. Klimko R., Kozacki L., Zynda S., Schwartz A. A zoological map on the scale of 1:50000 on the example of the Piłaa sheet (poland) // 14th World Conf. Int. Cartogr. Assoc., Budapest, 17-24 Aug., 1989: Abstr.- Budapest, 1989, p. 540-541/
38. Lahermo P., Pukkala E., Gustavsson N. et al. Comparison of geochemical and cancer incidence maps in Finland // Acta pharmacol. et toxicol., 1986, 59, Suppl., № 7, 279-281.
39. Lombard M., De Bruin D., Elsenbroek J. H. High-density regional geochemical mapping of soils and stream sediments in South Africa // J. Geochem. Explor., 1999, 66, № 1-2, p. 145-149.
40. Mäkelä-Kurtto R. Viljelymaiden raskasmetallikartoitukset vuosina 1974 ja 1987 // Tutkimusrap. / Geol. tutkimuskeskus., 1992, № 115, p. 73-74.
41. Marsina K., Kohút M., Lexa J. et al. Geochemical atlas of Slovak republic part rocks // Slovak Geol. Mag., 1997, 3, № 2, p. 27-36.
42. Montanarella L., Kaser F., Hansen B. European soil databases as a tool for EU risk assessment and decision making // TRAC: Trends Anal. Chem. Ref. Ed., 1998, 17, p. 257-263.
43. Nolin M.C., Caillier M.J., Wang C. Variabilite des sols et strategie d'echantillonnage dans les etudes pedologiques detalillees de la plaine de Montreal // Can. J. Soil Sci., 1991, 71, №, p. 439-451.
44. Olsson Sten Ake The use of geochemical data in applied environmental studios // Rapp. och medd. / Sver. geol. undersokn., 1991, № 69, p. 64.
45. Ottesen R.T., Bolviken B. Use of geochemical maps in regional planning // Geol. Environ. Plann.: Proc. Int. Symp. ,Geol. Mapp. Serv. Environ. Plann., Trondheim, 6-9 May, 1986. - Trondheim, 1987, p. 46-51.
46. Paczynski B., Plochniewski Z. Mapa jakosci zagrozenia zagrozenia wÓd podziemnych Polski // Pr. nauk. Inst. geotechn. Pwrocl., 1989, № 58, c. 467-472.
47. Pank C.O. National trend in number of soil and plant tissue samples analysed // Amer. Soc. Agron. Annu. Meet., 1992. - Minneapolis, 1992, p. 288.
48. Patocs I. Occurrence of heavy metals, toxic elements in the soils in Hungary // New Results Res. Hardly Known Trace Elem. and their Importance Inf. Geosphere - Biosphere Programme: Proc. 4th Int. Symp., Budapest, July, 1990. - Budapest, 1990, p. 19-30.
49. Persson G. Groundwater protection and vuluerability maps in Sweden // Men. descritt. carta geol. Ital., 1992, 42, p. 505-507.

50. Plant J., Moore N. Regional geochemical mapping and interpretation in Britain // *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond.*, 1979, v. 288, p. 95-112.
51. Plant J., Stevenson A.G. Regional geochemistry and its role in epidemiological studies // *Trace Elem. Man and Anim. - TEMA 5. Proc 5th Int. Symp. Trace Elem. Man. And Anim.*, Aberdeen, June-July, 1984. - London, 1985, p. 900-906.
52. Potter J.F. Principal influences on health and environment: New geochemical atlases in the United Kingdom // *Environ. Prof.*, 1992, 14, № 2, p.143-150.
53. Provisional geochemical atlas of Northern Ireland. - Oxford: Clarendon press, 1973. - 47 p.
54. Rapant S., Rapašová M., Bodiš D. et al. Environmental-geochemical mapping program in the Slovak Republic // *J. Geochem. Explor.*, 199, 66, № 1-2, p. 151-158.
55. Shields J.A., Tarnocail C., Valentino K.W.G., MacDonald K.B. Soil landscapes of Canada: Procedures manual and user`s handbook // *Agr. Can. Publ.*, 1991, № 1868E, p. 4-74.
56. Schilke-Gartley K.L., Sims J.T., Heckendorn S.E. Soil testing in Delaware: a thirty-five year summary // *Amer. Soc. Agron. Annu. Meet.*, 1992.- Minneapolis, 1992, p. 291.
57. Су Инпин // *Дили сюэбао=Acta Geogr. Sin.*, 1990, 45, № 3, p. 295-301.
58. Sverdrup H., Warfvinge P., Melkervol P.A. Mapping critical loads, weathering rates and geochemistry // *Rapp. och medd. / Sver. geol. undersokn.*, 1991, № 69.
59. Tang Jinchun // *Тужань сюэбао = Acta pedol. sin.*, 1989, 26, № 36, p. 234-240.
60. The Wolfson geochemical atlas of England and Wales. - Oxford: Clarendon press, 1977. - 69 p.
61. Thornton I. Recent developments in environmental geochemistry and health in the United Kingdom // *Geol. Environ. Plann.: Proc. Int. Symp., Geol. Mapp. Serv. Environ. Plann.*, Trondheim, 6-9 May, 1986. - Trondheim, 1987, p. 117.
62. Thornton I., Plant J. Regional geochemical mapping and health in the United Kingdom // *J. Geol. Soc.*, 1980, 137, № 5, p. 575-586.
63. Thornton I., Webb J.S. Environmental geochemistry: Some recent studies in the United Kingdom // *Trace Substances in Environmental Health.* - Univ. Missouri, Columbia, 1973, p. 89-98.
64. Thornton I., Webb J.S. Aspects of geochemistry and health in the United Kingdom // *Origin and Distrib. Elem. Proc. 2nd Symp.*, Paris, 1977. - Oxford e. a., 1979, p. 791-805.
65. Thornton I., Webb J.S. Aspects of geochemistry and health in the United Kingdom // *Phys. And Chem. Earth*, 1979, № 11, p. 791-805.
66. Tidball R.R. Geography of soil geochemistry of Missouri agricultural soils // *US Geol. Surv. Profess. Pap.*, 1984, № 954-H, I, p. H1-H54.
67. Wang Mingyuan // *Дили кэсюэ=Sci. Geogr. Sin.*, 11, № 3, p. 279-286.
68. Webb J.S., Thornton I., Howarth R.J. et al. The Wolfson Gechemical Atlas of England and Wales. - Oxford University Press, 1978. - 135 p.
69. Zhan Chonghou The characteristics of design and compilation of "Atlas of ecological environment in Beijing-fanjin area // *14th World Conf. Int. Cartogr. Assoc.*, Budapest, 17-24 Aug., 1989: Abstr.- Budapest, 1989, p. 360.
70. Zhang Longsheng National agricultural atlas of China // *14th World Conf. Int. Cartogr. Assoc.*, Budapest, 17-24 Aug., 1989: Abstr. - Budapest, 1989, p. 308-309.