

Г.В. Добровольский Е.Д. Никитин

# **СОХРАНЕНИЕ ПОЧВ КАК НЕЗАМЕНИМОГО КОМПОНЕНТА БИОСФЕРЫ**

# **СОХРАНЕНИЕ ПОЧВ КАК НЕЗАМЕНИМОГО КОМПОНЕНТА БИОСФЕРЫ**

функционально-  
экологический  
подход

# **ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ ПОЧВ КАК НЕЗАМЕНИМОГО КОМПОНЕНТА БИОСФЕРЫ**

Проблема сохранения биосферы и почв как неотъемлемого компонента нашей планеты относится к числу наиболее актуальных и в то же время трудно осуществимых задач, стоящих перед современной цивилизацией. Для успешного ее решения крайне важно понимание в первую очередь того, что же происходит с окружающей природной средой в связи с воздействием на нее человека.

Еще 10 лет назад среди природоведов и экологов раздавались успокаивающие общественность голоса об отсутствии глобального экологического кризиса. Сегодня же вряд ли кто из серьезных ученых возьмется опровергать наличие такого кризиса и существование реальной опасности ускоренного перерастания его в антропогенную планетарную катастрофу. Расхождение мнений существует лишь в оценке степени техногенной пораженности окружающей природной среды и эффективности различных путей выхода из предкатастрофического состояния.

Данную оценку по характеру тональности можно подразделить на два основных типа: откровенно пессимистическую и потенциально оптимистическую. Но в обоих случаях и те, кто мрачно смотрит на будущее Земли, и те, кто считает, что экокризис удастся успешно преодолеть благодаря техническому прогрессу, обычно достаточно далеки от реального восприятия современного состояния окружающей природы. Это восприятие в большинстве случаев оказывается упрощенным в связи с учетом ограниченного числа антропогенных факторов глобального поражения среды обитания *Homo sapiens* и последствий деградации биосферы.

В настоящее время, как правило, всерьез воспринимаются две причины: угроза вымирания многих видов растений и животных и продолжающееся загрязнение наземных и водных экосистем. Основной путь решения экологической проблемы при таком взгляде на причины, ее породившие, видится в прекращении уничтожения редких видов организмов и в широкомасштабном внедрении малоотходных и безотходных технологий. Поскольку

эти задачи в перспективе в принципе разрешимы, то, по мнению технократически ориентированных специалистов, нет оснований для серьезных волнений за наше будущее.

С таким подходом к проблеме никак нельзя согласиться, поскольку ситуация оказывается намного сложнее и драматичнее. Драматизм положения заключается прежде всего в том, что из поля зрения большинства теоретиков и практиков выпадает самое главное – опасность для будущего человечества любой регионально-глобальной переделки природы, правильной или неправильной с точки зрения отдельных специалистов. Философия обустройства и “одомашнивания” планеты под интересы людей, увы, не воспринимается как противоестественная и не отторгается как заведомо ложная посылка. Напротив, она продолжает свое упорное шествие по страницам научных журналов и книг как зарубежных, так и отечественных.

Так, немецкий философ Г. Ропполь (1989) спокойно связывает процесс одомашнивания земной поверхности с полным исчезновением дикой природы, заявляя, что “люди останутся и должны остаться... повелителями и обладателями природы” (с. 204). И далее: “Если люди с требуемой для этого последовательностью сумеют довести до совершенства свою заботу о земной экосистеме, то это будет означать не более и не менее как конец природы” (Там же, с. 206).

Предлагается и технология удовлетворения потребностей человека – техническое и биотехническое получение необходимых условий существования (искусственное получение чистого воздуха, воды и т.д.) и создание замкнутых, изолированных от окружающей среды экосистем, которые можно было бы использовать для жизнеобеспечения людей не только на Земле, но и в космосе. Последнее направление освещено Дж. Алленом и М. Нельсоном в монографии “Космические биосферы” (1991).

Разумеется, разработка более высокого экотехнического уровня жизнеобеспечения земной цивилизации и повышение ее независимости от капризов и стихийных стрессов природы – одна из стратегических задач человечества. Но непонятно, почему решение этой задачи противопоставляется проблеме сохранения естественной среды обитания людей. Ответ на этот вопрос имеет особое значение для отыскания неантагонистического варианта взаимодействия общества и природы, при котором и цивилизация продолжает развиваться, и не исчезают естественные экосистемы Земли.

При поиске причин продолжающегося уничтожения природы мы приходим к выводу, что их много и они тесно взаимосвязаны. Поэтому сохранение среды обитания человека возможно

лишь на основе полнокомплексного подхода, при котором учитываются все факторы разрушения биосферы. Причем одну из причин, которая нам представляется центральной, следует выделить особо. Суть ее заключается в том, что на протяжении столетий в представлении людей гипертрофировалась роль борьбы человека с природой в процессе его существования. На данное обстоятельство обратил внимание В.В. Докучаев (1949), призвавший не злоупотреблять идеей борьбы: "... в мире царствует, к счастью, не один закон великого Дарвина – закон борьбы за существование, но действует и другой, противоположный закон любви, содружества, сопомощи, особенно ярко проявляющийся в существовании наших зон, как почвенных, так и естественно-исторических" (с. 325).

К сожалению, хотя мудрые слова В.В. Докучаева были произнесены более века назад, характер взаимодействия общества и природы мало изменился за это время. По-прежнему интенсивно вырубаются леса, неумеренно осушаются болота, деградируют почвы в результате перевыпаса скота, развития эрозии, нерационального применения удобрений. "Достижения" общества в борьбе с природой поистине впечатляют: уничтожено более  $\frac{2}{3}$  лесов, полностью или существенно нарушено порядка 40% естественного почвенного покрова, в той или иной степени подвергнуты загрязнению все регионы биосферы, скорость исчезновения видов за техногенный период возросла в 100 раз. Человечество вплотную приблизилось к полному распаду сложноорганизованной естественно-исторической биосферы и педосферы Земли. Но, к величайшему сожалению, ныне живущие земляне не ощущают реальности приближающейся катастрофы.

И глубоко прав Л. Браун, утверждая: "Сегодня мы не способны полностью оценить масштабы деградации планеты и последствия этого для будущих поколений. Немногие понимают громадность потенциальной трагедии и лишь единицы представляют, что следует в связи с этим делать (Brown et al., 1991, p. 18).

Коснемся основных подходов и главных условий решения рассматриваемой проблемы. Первое, что следует особо подчеркнуть, – проблема выживания человечества и сохранения биосферы и педосферы не может быть решена в рамках парадигмы развития земной цивилизации, которую можно определить как антропоцентрическое, природоподчиняющее и разрушающее развитие с приоритетом экономических и национальных интересов. Именно господством данной парадигмы объясняется неэффективность существующего природоохранного движения и неспособность его хотя бы приостановить дальнейшее разрушение естественной среды обитания человека. Фактически это движение

поддерживается главным образом усилиями отдельных энтузиастов ученых, природозащитников и добровольных организаций при сочувственном отношении к ним значительной части общества. Государственные же ведомства, призванные принимать и реализовывать природоохранные решения, уклоняются от них или недопустимо запаздывают с их практическим воплощением, на что прямо указывает Р.Х. Гроув (1993): “Государства начинают действовать в направлении предотвращения деградации окружающей среды, когда становится очевидной непосредственная угроза их экономическим интересам. К сожалению, философские идеи, наука, природная мудрость коренных жителей и вероятность исчезновения видов не могут сами по себе ускорить принятие таких решений” (с. 8).

Это и понятно: коль скоро в экономику не заложен механизм предотвращения антропогенного разрушения окружающей среды, то государства в экологическом отношении действуют в пожарном порядке. Перевод же экономики на экологические рельсы, связанный с огромными дополнительными затратами, возможен в достаточно полном объеме лишь при действительном принятии мировым сообществом, не на словах, а на деле, экологической ноосферной (по В.И. Вернадскому) парадигмы, означающей переход к новому этапу развития земной цивилизации, который можно определить как эколого-технологический природоохранно-восстановительный с приоритетом интересов человечества.

В свете этой парадигмы существенно по-иному предстают основные принципы взаимодействия природы и общества и задачи охраны окружающей среды (Духовно-экологическая цивилизация, 1996, и др.). Прежде всего становится ясно, что цивилизация сможет выжить, лишь сохранив природную среду обитания человека. Эта среда – естественно-историческая биосфера (в понимании В.И. Вернадского) со всеми ее узловыми структурно-функциональными составляющими, включая почвенный покров планеты, созданный долгой эволюцией Земли, являющийся планетарным узлом экологических связей и потому имеющий особое значение для сохранения биосферы в целом.

Причина, почему человеку для его существования необходима исконная область бытия (биосфера), связана прежде всего с двойственной биосоциальной сущностью *Homo sapiens*. Тело человека фактически “принадлежит” не только ему, но и биосфере, в связи с чем физиологическое благополучие людей возможно только при сохранении благополучия окружающей среды. Эту мысль вполне определенно сформулировал В.И. Вернадский (1987): “Человечество как живое вещество неразрывно связано с

материально-энергетическими процессами, определяемыми геологической оболочкой Земли, с ее биосферой. Оно не может физически быть от нее независимым ни на минуту" (с. 299).

Какие задачи следует решить для сохранения естественно-исторической биосферы и педосферы Земли? Прежде всего – научные задачи, которые включают: разработку биосфероведения и теории единства природы и человека; создание учения об экологических функциях биосферы и почвы; развитие почвоведения как структурной части биосферного естествознания; создание общей и частной теории охраны и восстановления биосферы и педосферы и др.

Учение о функциях почвы и других составляющих биосферы, разрабатываемое в последние годы, несомненно, является теоретической базой гармонизации взаимодействия общества и природы. Основы этого учения были отчасти заложены В.В. Докучаевым, В.И. Вернадским, Б.Б. Полыновым, В.А. Ковдой, М.С. Гиляровым и другими выдающимися естествоиспытателями.

Благодаря углубленной разработке функционально-экологического направления в почвоведении возникла возможность применения аналогичного подхода к анализу экологических функций других геосфер и биосферы в целом. Выяснилось, что все приповерхностные планетарные оболочки Земли обладают многочисленными незаменимыми экологическими функциями, поддержание которых в режиме, близком к естественному, является важнейшим фактором сохранения жизнепригодных условий обитания на Земле.

Сложность структурно-функциональной организации и ярко выраженная взаимообусловленность экологических функций биосферы позволяют считать, что по уровню организации и тесноте связей составляющих компонентов биосфера подобна живому организму. Принятие данного постулата заставляет считать, как минимум, некорректными призывы ряда философов и специалистов подвергнуть коренной перестройке биосферу и заменить ее полностью окультуренной средой обитания *Homo sapiens*. Здравые рассуждения и математические расчеты говорят о другом: человечество сможет выжить и иметь возможность для прогрессивной полноступенчатой эволюции только при условии сохранения естественно-исторической биосферы и педосферы и восстановления их основных позиций, утраченных вследствие глобального техногенеза.

Решение этой генеральной задачи, однако, немыслимо без решения всего комплекса проблем гармонизации взаимоотношений человечества с биосферой и почвенной оболочкой Земли. При этом особое значение приобретает разработка теории охра-

ны природы и почв с позиции функционального подхода. Данный подход требует пересмотра традиционных природоохранных задач, главной целью которых считалось прекращение уничтожения редких и исчезающих видов растений и животных и борьба с загрязнением окружающей среды. Эта цель, несмотря на свою очевидную и несомненную актуальность, уже явно недостаточна. Не менее важными оказываются: прекращение дальнейшего нерационального освоения невозобновимых природных ресурсов, приостановка окультуривания чудом уцелевших естественных ландшафтов, экстренное восстановление разрушенных “органов и тканей” биосферы, коими являются зональные и интразональные экосистемы и природные зоны со всеми своими компонентами, прежде всего почвами.

Главная причина, почему необходимо дополнить традиционные задачи охраны природы названными выше, заключается в том, что дальнейшее освоение естественной природы даже при условии соблюдения установленных ныне правил будет приводить к дальнейшему перерождению и распаду естественно-исторической биосферы с последующей неизбежной экологической катастрофой. Дело в том, что логика функционирования антропогенных экосистем иная, чем логика функционирования естественных биогеоценозов. Более того, она во многом противоположна ей. Наиболее наглядно данный вывод можно проиллюстрировать на примере освоения ландшафтов и почв лесных зон.

Известно, что данные незаменимые компоненты биосферы в естественном состоянии успешно выполняют ряд важнейших экологических функций: являются жизненным пространством для многочисленных видов живых организмов; служат источником вещества для образования минералов, пород, полезных ископаемых; защищают литосферу от чрезмерной эрозии и являются условием ее нормального развития; регулируют сложившиеся влагооборот атмосферы и ее газовый режим; накапливают органическое вещество и энергию и т.д. При освоении же лесных почв и экосистем перечисленные функции явно ослабевают или трансформируются в противоположном направлении.

Или взять освоение торфяных почв с ярко выраженной функцией накопления органического вещества, способствующей фиксации избытка атмосферного углерода. Ведь при обработке болотных почв после проведения осушительных мелиораций данная функция прерывается и меняется на противоположную, поскольку на освоенных болотных землях происходят минерализация, сработка торфа до нескольких сантиметров в год, и они в результате оказываются еще одним источником поступления диоксида углерода в атмосферу.

Аналогичные примеры можно было бы легко продолжить, но и без этого ясно: дальнейшее “преобразование” естественно-исторической биосферы убийственно для ее будущего и для будущей цивилизации. Но это преобразование происходит ниспадающими темпами, ведь ежегодно в 80–90-е годы площадь теряемых почв на планете измерялась миллионами гектар. Что же делать в этом предкатастрофическом положении?

Мы уже говорили о необходимости полнокомплексного решения экологической проблематики, включающей группу взаимосвязанных задач, из числа которых первоочередными являются сохранение почв и их особая охрана, оказавшаяся при всей своей объективной важности явно недостаточно осмысленной и освоенной (Никитин, Скворцова, 1994, 1999, и др.).

Особая охрана почв предполагает полное исключение части земель из хозяйственного пользования или ограниченное использование с юридическим закреплением мер по предотвращению их деградации. Важность данного вида защиты страдающего почвенного царства продиктована несколькими причинами.

Первую причину можно назвать функционально-биосферной. Суть ее заключается в том, что именно целинные и слабо измененные человеком почвенные тела (являющиеся главным объектом охраны) наиболее успешно выполняют незаменимые для биосферы экологические функции. И поэтому, сберегая такие почвы, мы вносим наиболее весомый вклад в благополучие окружающей живые организмы среды, которая вместе с ними образует единое функциональное целое, что следует из современного определения экосистемы: “Экосистема означает динамический комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов, а также их неживой окружающей среды, взаимодействующих как единое функциональное целое” (из Конвенции о биологическом разнообразии, принятой в Рио-де-Жанейро в 1992 г., с. 5).

Вторую причину целесообразно именовать восстановительно-биосферной. Она состоит в способности почв восстанавливать частично разрушенные компоненты своего профиля и обеспечивать эффективное восстановление зональных естественных экосистем, вплоть до климаксного их состояния. Сохранение же разнообразия экосистем Земли – задача не менее важная, чем сохранение видового биологического разнообразия, поскольку, как справедливо отметил Д. Эренфельд, “гибель сложившейся экосистемы (т.е. природного сообщества в его естественной среде) в масштабах времени существования человеческой цивилизации означает то же самое, что и гибель вида” (цит. по: Реймерс, Штильмарк, 1978, с. 33).

Третья причина – профильно-эколого-генетическая. Основной ее смысл заключается в необходимости сохранения разнообразия естественно-исторических почв и их глубокоокультуренных производных.

Данные узловые положения, к сожалению, не получили пока должного понимания и практического воплощения, что связано с рядом обстоятельств. Среди них следует прежде всего отметить односторонность теоретических подходов к природоохранной проблеме в целом, которые в большинстве своем нацелены на сохранение лишь живой природы, оставляя в стороне биокосные (почвенные) и косные детища эволюции Земли. Природоохранное движение, возникшее на западе более двух столетий назад (Р.Х. Гроув, 1993), являлось, по своей сути, ботанико-зоологическим и было направлено главным образом на борьбу против уничтожения видов растений и животных. Концептуально оно оставалось во многом таким до недавнего времени, что, в частности, подтверждается тезисом о необходимости перехода от антропоцентризма к биоцентризму во взаимоотношениях человека с окружающей средой. Этот тезис, развиваемый в последние годы ведущими биологами, ориентирует на приоритет интересов живой природы и является значительным шагом вперед в понимании направлений взаимодействия общества и биосферы (Гусев и др., 2000, и др.).

Однако теперь все более актуальным становится следующий природоохранный этап, который можно охарактеризовать как переход от антропоцентризма через биоцентризм к природоцентризму, когда главной целью защиты окружающей среды становится не спасение отдельных ее компонентов, а сохранение природы как единого целого со всеми ее составляющими. В процессе достижения такой цели спасение почвенного разнообразия (сохранение на представительных площадях различных почвенных разностей) оказывается одной из центральных задач. Успех в решении данной проблемы напрямую зависит от обеспечения необходимых предпосылок рационального использования земельных ресурсов и охраны почв, включая образование сети почвенных заповедников, заказников, почвенных памятников природы. Заповедование почв вполне коррелирует с задачей расширения особо охраняемых территорий. Как показал Ф.Р. Штильмарк в монографии “Историография российских заповедников” (1996), общее число и суммарная площадь российских заповедников за последние десятилетия имели устойчивую тенденцию к росту (табл. 1).

При этом одновременно росла и средняя площадь одного заповедника. Так, если в 1916–1925 гг. она составила 78 тыс.га, то в 80–90-е уже превышала 500 тыс. га. Последнее обстоятельство

Таблица 1

**Организация российских заповедников в 1916–1995 гг.  
(включая ликвидированные объекты) (Штильмарк, 1996)**

| Период    | Создано заповедников | Общая площадь заповедников, млн. га | Средняя площадь одного заповедника, тыс. га |
|-----------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1916–1925 | 9                    | 0,7                                 | 78                                          |
| 1926–1935 | 19                   | 6,1                                 | 321                                         |
| 1936–1945 | 13                   | 1,4                                 | 108                                         |
| 1946–1955 | 9                    | 0,5                                 | 56                                          |
| 1956–1965 | 5                    | 0,3                                 | 60                                          |
| 1966–1975 | 6                    | 0,6                                 | 100                                         |
| 1976–1985 | 19                   | 8,7                                 | 458                                         |
| 1986–1995 | 35                   | 17,7                                | 506                                         |
| Всего     | 115                  | 36,0                                | 313                                         |

имеет большой экологический смысл, поскольку увеличение площади отдельных заповедников – один из действенных способов борьбы с инсुляризацией – антропогенным разделением прежде единого ареала вида на ряд мелких изолированных популяций (Яблоков, Остроумов, 1985; Макеева и др., 1994, и др.).

Инсуляризация приводит к обеднению генофонда популяций вследствие инбридинга и стохастических процессов (дрейф генов), что снижает устойчивость популяций и в конечном счете ведет к их вымиранию. При этом исчезновение видов происходит тем быстрее, чем меньше площадь остающихся обитаемых островков и чем более они изолированы друг от друга. Инсуляризация, к великому сожалению, приобрела планетарный характер и способствует вымиранию многих видов растений и животных, особенно ведущих малоподвижный образ жизни. На основе изучения национальных парков Восточной Африки установлено, что инсуляризация может вызвать утрату около 11% видов крупных млекопитающих через 50 лет и 44% – через 500 лет. Есть основания полагать, что в связи с нарастающей деградацией природной среды негативные последствия инсуляризации в действительности окажутся еще более губительными, поскольку они будут суммироваться с другими видами генетической деградации биосферы по типу отрицательного экологического резонанса.

В связи с тем, что одной из главных причин инсуляризации является нерациональное, зачастую хищническое использование почвенных ресурсов, подлинное понимание значимости сбережения естественно-исторического почвенного покрова и почв оказывается важным условием решения проблемы сохранения био-

логического разнообразия планеты. Это положение получает все более убедительные доказательства, поскольку появляются все новые и новые аргументы необходимости сохранения не только видов, но и целых естественных сообществ живых организмов, существование которых без почвенного яруса Земли в принципе невозможно (Гиляров, 1968; Добровольский, Никитин, 1990; Горшков, 1995; Добровольский, 1997).

Данное обстоятельство ставит ряд принципиально новых задач перед теорией и практикой охраны природы. Так, В.Г. Горшков (1995) достаточно обоснованно сформулировал следующее принципиальное положение: “Нет никаких оснований для надежд на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды с той же степенью точности, что и естественные сообщества. Поэтому сокращение естественной биоты, превышающее допустимое пороговое значение, лишает устойчивости окружающую среду, которая не может быть восстановлена за счет создания очистных сооружений и перехода к безотходному производству” (с. 427).

Поскольку человечество многократно превысило величину допустимого потребления естественной продукции биосферы, приведя ее тем самым в состояние разбалансировки и ощутимого распада, необходимо экстренное решение задачи сохранения природных сообществ на большей части поверхности Земли: “Сохранение природных сообществ и существующих видов живых организмов в объеме, способном обеспечить выполнение принципа Ле Шателье по отношению к глобальным возмущениям окружающей среды, представляет собой главное условие продолжения жизни человечества. Для этого необходимо сохранение естественной природы на большей части поверхности Земли, а не консервация биоразнообразия в генных банках и ничтожных по своей площади резерватах, заповедниках, зоопарках (la Riviere, Marton-Lefevre, 1992). Необходимо ставить вопросы о создании заповедных материков и океанов. Первым шагом в этом направлении может стать сохранение заповедной Антарктиды, которое интенсивно обсуждается во всем мире” (Горшков, 1995, с. 429).

Без сохранения и восстановления естественно-исторической биосферы и почвенной оболочки будущее человечества бесперспективно, так как оно лишается возможности прогрессивной полноступенчатой эволюции (Никитин, 1979; Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 1996; Структурно-функциональная роль почв в биосфере, 1999).

В свете вышеизложенного становится понятной особая роль почвы в сохранении и восстановлении биосферы Земли. Являясь планетарным узлом экологических связей, почва и ее биоценоз

оказались наиболее ответственным звеном в процессе регенерации разрушенных “органов и тканей” биосферы. Поэтому сбережение почвенно-географического разнообразия за счет расширения сети особо охраняемых территорий и щадящего использования обрабатываемых земель – одно из главных условий сохранения и развития современной цивилизации и различных форм жизни на нашей планете. Успешное решение данной проблемы определяется многими предпосылками и условиями, среди которых базовое значение имеет всестороннее развитие природоохранных аспектов почвоведения и биосфероведения, рассмотрению которых посвящены следующие главы настоящей работы.

# СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ БИОСФЕРЫ И ПОЧВ

Исключительная значимость биосферы и почв для человечества делает анализ их структурно-функционального состояния постоянно актуальной проблемой. Понимание данной проблемы помогает ориентироваться в многочисленных природоохранных задачах и объективно выбирать основные экологические приоритеты с учетом главных тенденций изменения окружающей среды.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОСФЕРЫ И ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Как уже отмечалось выше, биосфера Земли и ее почвенный покров испытывают широкомасштабные деградационные антропогенные изменения. Однако признание этого факта еще мало что дает для теории и практики охраны природы. Крайне важно определить сущность, основные направления антропогенных трансформаций биосферы. Современная биосфера нашей планеты не только испытывает деградацию отдельных компонентов, но и приходит в состояние разбалансировки исторически сложившихся круговоротов вещества и энергии и общего качественного перерождения, все последствия которого трудно предсказать (Добровольский, Никитин, 1990).

Действительно, с наступлением техногенного этапа в развитии общества изменения биосферы по ряду показателей приняли характер, во многом противоположный ее естественному развитию. Так, если для естественной эволюции биосферы характерно поступательное расширение области жизни в геологических масштабах времени (Вернадский, 1987), то современные ее антропогенные трансформации приводят к нарушению активного функционирования огромных площадей, где живые организмы в той или иной степени сдали свои позиции.

Другой пример – изменение соотношения запасов живого вещества на суше и в океане. Антропогенные воздействия на

суше привели к уменьшению банка живого вещества; в гидросфере – к его увеличению вследствие эвтрофирования водоемов (произошло упрощение структуры водных экосистем и массовое развитие в них водорослей). “Биомасса суши сократилась, а биомасса океана увеличилась примерно на одну треть” (Горшков, 1987).

Особую тревогу вызывает перерождение живого вещества почв, ландшафтов и биосферы в целом. Процесс снижения видового разнообразия, уже приведший к исчезновению сотен видов, продолжается. “Не менее 25 030 тысяч видов высших растений, т.е. около 8–10% общего числа описанных видов сосудистых растений на планете, находятся под угрозой уничтожения или могут в ближайшее время оказаться в критическом состоянии” (Яблоков, Остроумов, 1985, с. 77).

Для того чтобы полнее ощутить реальность угрозы разрушения естественно-исторической биосферы, важно определить существующие тенденции изменения основных видов природных ресурсов, от чего прямо или опосредованно зависит будущее биосферы Земли.

Вначале кратко осветим состояние л е с н ы х р е с у р с о в планеты. Несмотря на то что человечество уже уничтожило огромные площади лесов планеты, антропогенный пресс на них не снижается (Романова и др., 1993). Так, согласно прогнозам ФАО, валовое потребление древесины может возрасти к началу XXI в. до 6,2 млрд м<sup>3</sup>, в результате чего ситуация в лесном хозяйстве мира еще более обострится. Наиболее тревожное положение складывается с тропическими лесами, площадь которых ежегодно уменьшается на 1,2%, или 11 млн га. Если такие темпы сведения тропических лесов сохранятся и дальше, то они могут полностью исчезнуть уже к 2025 г.

Причин столь бедственного положения с лесными ресурсами несколько: сведение лесов для целей сельского хозяйства и заготовок деловой древесины, использование на топливо, на которое тратится половина всей добываемой в мире древесины. К 2000 г. потребность человечества в дровяном топливе составила 2,4–2,6 млрд м<sup>3</sup>. В то же время из-за сокращения лесных площадей и истощения древостоев леса в состоянии дать к концу столетия не более 1,5 млрд м<sup>3</sup>, что значительно увеличит дефицит топливной древесины.

Особый интерес представляет выяснение особенностей изменения а г р о п о ч в е н н ы х р е с у р с о в Земли. Анализ имеющихся материалов и публикаций (Розов, Строганова, 1979; Розанов, 1984; Романова и др., 1993; Почвенно-экологический мониторинг, 1994, и др.) показывает, что характерной особенно-

Таблица 2

**Площадь пахотных земель на душу населения**

| Показатель                             | 1960 г. | 1975 г. | 1985 г. | 2000 г. |
|----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Площадь пашни мира,<br>млрд га         | 1,5     | 1,5     | 1,5     | 1,5     |
| Население мира, млрд<br>человек        | 3,0     | 4,0     | 5,0     | 6,5     |
| Площадь пашни на душу<br>населения, га | 0,50    | 0,38    | 0,30    | 0,23    |

стью динамики агропочвенных ресурсов являются их истощение и качественная деградация.

Прежде всего имеет место абсолютное уменьшение продуктивных земельных ресурсов планеты (Почвенно-экологический мониторинг, 1994). Происходит это вследствие ежегодного выведения из пахотного фонда для несельскохозяйственных нужд около 6 млн га продуктивных пахотных земель, которые превращаются в застроенные, затопленные участки, бедленды, овраги, пустыни и др. Для компенсации потерь распахиваются целинные земли (тоже около 6 млн га), в первую очередь лучшие пастбища, луговые, лесные.

При этом общая площадь пашни с небольшими годовыми колебаниями в ту или другую сторону изменяется мало, оставаясь в течение нескольких десятилетий на одном и том же уровне – порядка 1,5 млрд га. В связи с продолжающимся ростом населения планеты данное обстоятельство ведет к неуклонному уменьшению продуктивных пахотных земель на душу населения (табл. 2). Если учесть, что для обеспечения приемлемого уровня жизни при современной агротехнологии размер пашни на душу населения должен составить 0,5 га, то уже сейчас он оказывается значительно ниже нормы. Причем в некоторых районах положение особенно тяжелое (Романова и др., 1993). Так, в Азии, где сосредоточен 31% мировой пашни, на душу населения приходится лишь 0,15 га. В России положение существенно лучше, хотя и здесь происходит уменьшение этого показателя. Так, в 1965 г. в Российской Федерации на одного жителя приходилось 1,06 га пахотных угодий, в 1990 г. – 0,89 га. Особое беспокойство вызывает нарастание скорости потерь продуктивных почв мира. Приведенные в табл. 3 показатели свидетельствуют, что современные, по существу необратимые, потери продуктивных земель явно прогрессируют.

Таблица 3

**Потери продуктивных почв**

| Показатель                        | За 10 тыс. лет | За последние 300 лет | За последние 50 лет |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------------|
| Площадь потерь, млн га            | 2000           | 700                  | 300                 |
| Среднегодовой темп потерь, млн га | 0,2            | 2,3                  | 6                   |

Таблица 4

**Дегумификация почв**

| Показатель                              | За 10 тыс. лет | За последние 300 лет | За последние 50 лет |
|-----------------------------------------|----------------|----------------------|---------------------|
| Количество потерянного углерода, млрд т | 313            | 90                   | 38                  |
| Среднегодовая потеря углерода, млн т    | 31,3           | 300                  | 760                 |

Это вполне коррелирует с активизацией процессов деградации почв в связи с усилением техногенного пресса. Так, глобальный снос вещества в 70–90-е годы XX столетия оказался выше сноса в 20-е годы более чем в 8 раз и начиная с 70-х годов превысил 24 млрд т. Причем более 50% сноса связано с антропогенной эрозией (Ковда, 1985, 1987).

По нарастающей идет и дегумификация почв (Почвенно-экологический мониторинг..., 1994). Из данных табл. 4 видно, что современная дегумификация почв Земли также явно ускорилась.

Потери почвенных ресурсов во многом связаны с возрастанием негативного антропогенного воздействия, приводящего к деградации почвенного покрова: опустыниванию, эрозии почв, отрицательным изменениям орошаемых земель, химическому и радиоактивному загрязнению почв и их физической деградации.

Рассмотрим кратко состояние в о д н ы х р е с у р с о в Земли, представленных пригодными для употребления пресными водами рек, озер, ледников, подземных горизонтов.

Общий объем пресных вод нашей планеты составляет 28,3 млн км<sup>3</sup>. Казалось бы, человечеству не следует беспокоиться об обеспеченности водными ресурсами. Но сложность в том, что основная их часть (почти 80%) труднодоступна, поскольку

приходится на воды ледников, снежных покровов, подземных льдов многолетнемерзлых пород, глубинных слоев земной коры (Романова и др., 1993). Единовременный же объем речных вод суши невелик и составляет всего 1200 км<sup>3</sup>. Это значительно меньше современного общемирового потребления, которое в 80-х годах достигло 4–4,5 тыс. км<sup>3</sup> в год. Правда, благодаря круговороту воды реки в течение года сбрасывают в Мировой океан 40–41 тыс. км<sup>3</sup>.

Положение осложняется еще и тем, что поверхностный сток подвержен резким сезонным колебаниям. Кроме того, пресные водозапасы мира рассредоточены по территории материков очень неравномерно. В результате водообеспечение населения во многих случаях оказывается затруднительным, например в Азии, где почти 90% водопотребления падает на сельское хозяйство, на душу населения приходится вдвое меньше воды, чем в среднем на каждого жителя Земли.

Следует также указать на резкий рост водопотребления в XX в. За последние 80 лет сельскохозяйственное потребление воды увеличилось в 6 раз, коммунальное – в 7, промышленное – в 20, а общее – в 10 раз. В результате в мире около 1,5 млрд человек уже оказались не обеспеченными безопасной для здоровья водой, а к XXI в. их численность может достигнуть 2 млрд человек и более.

Ситуация с водой в дальнейшем будет еще более напряженной. Хозяйство мира в конце текущего столетия станет поглощать около 5,7 тыс. км<sup>3</sup> воды (16% полного стока), сточные воды по объему составят 1300 км<sup>3</sup> и будут загрязнять 8,5 тыс. км<sup>3</sup> природной воды, что составляет 21% полного и 61% устойчивого стока.

Для объективной оценки состояния окружающей среды важно также уяснить положение с м и н е р а л ь н ы м и р е с у р с а м и – полезными ископаемыми, извлекаемыми из недр и являющимися существенным фактором загрязнения биосферы и нарушения почвенного покрова. В мире отчетливо наблюдается тенденция нарастающей эксплуатации недр. Во второй половине XX в. увеличился спрос на топливно-энергетические ресурсы. Так, если в 1950 г. добывалось 0,5 млрд т нефти, то начиная с 1980 г. добыча ее превысила 3 млрд т. Столь высокие темпы откачки черного золота из недр сопровождались лихорадочными поисками новых продуктивных месторождений. Были открыты нефтеносные провинции на суше (Западно-Сибирская, Северо-Африканская, Аравийская) и на шельфе (залив Маракайбо в Венесуэле, Каспийское море, Персидский залив, дальневосточные моря).

Рост нефтедобычи привел к сильному загрязнению окружающей среды продуктами и отходами нефтяной промышленности. Значительный ущерб природе наносят также аварии на буровых установках и платформах, а также на магистральных газонефтепроводах, являющихся основной причиной загрязнения нефтью поверхностных вод и земельных угодий. Так, в России объем вредных выбросов в 1993 г. составил 1,9 млн т, из которых 48% – углеводороды, 33 – оксид углерода и 2% – твердые вещества (Протасов, Молчанов, 1995). Предприятия нефтедобывающей отрасли ежегодно выбрасывают в атмосферу около 9–10% валового выброса в целом. Значительным оказывается и загрязнение водоемов. В 1993 г. в поверхностные водоемы было сброшено 25,3 млн м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод. Внутренними и объемы нарушенных почв. Только в 1992 г. было нарушено 42,7 тыс. га земель, из которых рекультивировано лишь 9,7 тыс. га.

Запасы добываемых минеральных ресурсов на Земле истощаются. При этом запасы некоторых из них могут быть исчерпаны в самое ближайшее время. Так, полагают, что запасы олова могут иссякнуть к началу XXI в., в результате чего в обработку поступят хвосты обогатительных фабрик. Известные месторождения вольфрама также на грани исчерпания, а надежд на значительное приращение этого сырья немного. Предполагают также, что примерно к этому времени будет извлечено около 70% меднорудного потенциала.

Небесконечны и нефтяные ресурсы, о чем свидетельствует сравнительно небольшая величина кратности их запасов (отношение остаточных запасов к текущей добыче). Мировая кратность запасов черного золота составляет 41 год и сильно варьирует по отдельным странам и регионам. В странах Персидского залива, где сосредоточено более 60% мировых запасов нефти, показатель кратности превышает 100 лет, в Северной Америке – 11, в Африке и странах СНГ – по 7, в Южной Америке – 9, Франции – 8 лет. Практически нет нефти в Японии и во многих европейских странах (Протасов, Молчанов, 1995).

Ограниченность доступных для разработки запасов многих видов полезных ископаемых заставляет возвращаться к добыче ресурсов из уже отработанных месторождений или активизировать использование экологически грязных источников энергии, например каменного угля, извлекаемых запасов которого может хватить более чем на 200 лет.

Анализ положения с различными видами природных ресурсов позволяет определить некоторые тенденции изменения ресурсного потенциала планеты, прямо влияющие на состояние биосферы. Прежде всего это общее истощение ресурсного потенциала в связи

с исчерпанием в ближайшем будущем доступных и качественных запасов многих видов ресурсов. Последствия данного обстоятельства многоплановы. Происходит пространственное разрастание техногенеза в связи с использованием менее качественных и более труднодоступных ресурсов (почвенных, топливно-энергетических и др.). Так, освоив лучшие почвы сельскохозяйственных центров, человечество стало активно эксплуатировать менее плодородные земли в новых районах, что приводит к дополнительным негативным экологическим последствиям (использование горных, засоленных, болотных и других почв). Кроме того, при эксплуатации более труднодоступных и менее качественных ресурсов весьма существенно увеличиваются расходы на охрану и восстановление природы.

Важной особенностью динамики природных ресурсов является неоднозначный характер их изменения, когда на фоне нарастания общего ресурсного голода сохраняются регионы с достаточной обеспеченностью важнейшими видами ресурсов. Это приводит к резкому возрастанию техногенной нагрузки на ресурсодобывающие регионы, к усилению борьбы между странами за источники полезных ископаемых.

С проблемой ресурсов тесно связана извечная продовольственная проблема человечества. Сегодня все большую тревогу вызывает маячащий на горизонте глобальный продовольственный кризис. Его основная причина в том, что увеличение производства продуктов питания не успевает за ростом численности населения. Выход из положения лежит прежде всего в регулировании рождаемости населения. Второй путь – увеличение капиталовложений в сельское хозяйство, что по силам далеко не всем странам и, кроме того, может привести к дальнейшему возрастанию техногенной нагрузки на окружающую среду, которая и так уже претерпела глубокие негативные структурно-функциональные изменения, особенно в отношении почвенного покрова.

## **АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И НАРУШЕНИЯ БИОСФЕРНЫХ ФУНКЦИЙ ПОЧВ**

Широкомасштабные воздействия на окружающую среду вызвали разнообразные, в первую очередь негативные, изменения биосферных функций почв (гидросферных, атмосферных, литосферных, общебиосферных). Рассмотрим изменение основных почвенных экофункций, характеристика которых была дана нами ранее (Никитин, 1982 а,б, 1990; Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 1996).

## НАРУШЕНИЯ ГИДРОСФЕРНЫХ ФУНКЦИЙ ПОЧВ

Гидросферные функции почвы в процессе хозяйственного использования почвенного покрова претерпевают изменения и нарушения в числе первых. Особенно заметно трансформированной оказалась почвенная функция фактора биопродуктивности водоемов, заключающаяся в поступлении из почвы с поверхностным и грунтовым потоком биофильных макро- и микроэлементов, идущих на формирование биомассы организмов, обитающих в водной среде.

В условиях слабо измененных человеческой деятельностью регионов большая часть веществ, растворенных в водах зоны аэрации, в основном прошла через почво- и корообразование до того, как волилась в геохимическую миграцию в направлении к океану или внутриматериковым впадинам (табл. 5). То есть эти вещества поступили в водоемы из природных геохимических потоков и формы этих соединений сформировались в результате действия естественных процессов.

Иное дело – регионы интенсивного антропогенного воздействия. Почвы таких регионов во многих случаях иначе или даже принципиально по-другому влияют на продукционный процесс в водоемах. Если в доиндустриальный период почвы выступали в основном как фактор положительного воздействия на продукционный процесс в аквасистемах, то в техногенный период развития общества ситуация изменилась. Соединения, поступающие в водоемы из освоенных почв, загрязняют водоемы и весьма часто негативно воздействуют на их биологическую продуктивность. Главная причина этого – техногенное и сельскохозяйственное загрязнение почв. Последствия данного процесса многоплановы и неоднозначны.

Среди наиболее негативных последствий – упрощение структуры биологической продукции и видового состава обитателей водоемов при значительном попадании агрохимикатов, вынесенных из почвы и сельхозугодий. Происходит снижение видового разнообразия сообщества водных организмов в процессе эвтрофирования вод. Чрезмерное развитие получают водоросли. Исследования показали, что наибольший вклад в процесс эвтрофирования вносят фосфор и азот (табл. 6, 7). Среди других факторов следует отметить органический углерод, ростовые гормоны, микроэлементы, а также витамины (Экологические проблемы..., 1984; Kesney, 1973; Schindler, 1974).

Перестройка водных фитоценозов от преобладания диатомовых водорослей к преобладанию синезеленых связана прежде всего с изменением соотношения в воде фосфора и азота. При изме-

Таблица 5

**Годовой круговорот суммы ионов основного солевого состава вод Мирового океана ( $n \cdot 10^9$  т), по В.Н. Иваненкову и О.Х. Бордовскому (цит. по: Алекин, Ляхин, 1984)\***

| Составляющие круговорота                                                       | Поступление | Удаление   |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|
| <b>Ионный сток:</b>                                                            |             |            |
| речной                                                                         | 3,1         |            |
| пресных подземных вод                                                          | 1,2         |            |
| при таянии антарктических и арктических льдов материкового происхождения       | 0,03        |            |
| <b>Поступление солей:</b>                                                      |             |            |
| при растворении взвесей речного стока                                          | 0,2         | —          |
| при растворении частиц пыли из атмосферы                                       | 0,05        | —          |
| при растворении донных осадков                                                 | 0,2         | —          |
| при десорбционных и диффузионных процессах                                     | 0,1         | —          |
| при растворении вулканических и пост-вулканических продуктов                   | 0,05        | —          |
| Вынос солей на сушу при испарении океанических вод                             | —           | 0,5        |
| Осаждение и коагуляция солей                                                   | —           | 2,6        |
| Осаждение солей при испарении морской воды в полуизолированных морских лагунах | —           | 0,6        |
| Сорбция ионов донными осадками и взвесями                                      | —           | 1,2        |
| <b>Итого</b>                                                                   | <b>4,9</b>  | <b>4,9</b> |
| * Погрешность расчетов – 10% суммы поступления солей.                          |             |            |

нении этого соотношения от 1:30, 1:40, реже 1:1000 до 1:8 (иногда 1:5) имеет место быстрая деградация видового состава фитопланктона – начинают доминировать синезеленые водоросли, доля которых в сообществе по биомассе может достигать 90% и более.

Насколько существенно могут влиять антропогенные стоки на изменение природного соотношения фосфора и азота в водах, свидетельствуют следующие обобщенные данные. В поверхностном и подземном стоке с естественных лесных водосборов отношение общего фосфора к общему азоту имеет порядок 1:100 (от 1:15 до 1:2000), а в поверхностном стоке с сельхозугодий –

Таблица 6

**Изменение соотношения мировых природных и антропогенных потоков фосфора  
(Коплан-Дикс и др., 1985)**

| Год  | Природные потоки         |              | Антропогенные потоки |              | Доля уровня суммарной первичной продукции суши | Доля антропогенного выноса в суммарном потоке в воду |
|------|--------------------------|--------------|----------------------|--------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|      | первичная продукция суши | вынос в воду | урожай               | вынос в воду |                                                |                                                      |
|      | млн т Р/год              |              |                      |              |                                                |                                                      |
| 1900 | 285                      | 5,5          | 6,6                  | 1,2          | 2                                              | 18                                                   |
| 1940 | 235                      | 4,7          | 9,1                  | 2,5          | 4                                              | 35                                                   |
| 1980 | 150                      | 3,0          | 17,8                 | 10,9         | 11                                             | 78                                                   |

Таблица 7

**Планетарная оценка потерь фосфора и азота  
в животноводстве, 1971 г.  
(Коплан-Дикс и др., 1985)**

| Элемент | Весь урожай | Предельно возможный возврат в круговорот | Фактический возврат в круговорот | Неутилизированные животноводческие стоки |                                             |
|---------|-------------|------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|
|         | млн т/год   |                                          |                                  | млн т/год                                | % общего количества животноводческих стоков |
| Фосфор  | 15          | 10                                       | 7                                | 3                                        | 34                                          |
| Азот    | 106         | 69                                       | 32                               | 37                                       | 58                                          |

1:10 (от 1:3 до 1:15), в сточных водах городов и крупных животноводческих хозяйств – от 1:3 до 1:5 (Коплан-Дикс и др., 1985).

Значительные антропогенные трансформации претерпевает функция почв как сорбционного барьера.

Почва благодаря своей огромной активной поверхности в состоянии поглощать многие вредные соединения на пути их миграции в водные экосистемы, а также снижать избыточное поступление биофильных элементов, которое может привести к эвтрофированию водоемов.

Эта роль почв исключительно важна, поскольку, например, радиоактивные изотопы из водной среды поглощаются организмами гораздо активнее, чем из почвы, что может привести к быстрому нарушению в них обмена веществ. Коэффициенты накопления большинства изучавшихся радиоизотопов у пресноводных растений достигают десятка тысяч, тогда как у наземных растений они обычно меньше единицы. Это наглядный пример того, что почва представляет собой сильный природный сорбент, благодаря чему оказывается мощным барьером для многих элементов и соединений на пути их миграции в водоемы стока (Добровольский, Никитин, 1990, и др.).

Возможности сорбционной функции почв, к сожалению, небеспредельны. В настоящее время в связи с резко возросшими антропогенными нагрузками она уже во многих случаях не справляется со своими “задачами”. В результате в речные воды и водоемы поступают избыточные количества многих соединений. Так, во многих, особенно индустриально развитых, странах водные экосистемы страдают от того, что в них попадают органические отходы, которые в значительной мере сбрасываются в овражно-речную сеть и водную среду (Ковда, 1985б; П. Ревелль, Ч. Ревелль, 1994, и др.). В результате возникает явление эвтрофирования водоемов: острый дефицит растворенного кислорода вследствие его расхода на окисление органических веществ; избыточное минеральное и азотное питание водорослей и микроорганизмов; денитрификация и десульфирование с образованием сероводорода, метана, этилена, что приводит к гибели рыбы и других животных, населяющих водоемы, заболеванию людей и животных в случае потребления загрязненной воды.

Особенно недопустимо эвтрофирование водоемов в результате нерационального внесения фосфорных удобрений, значительная или большая часть которых смывается с полей. Данный процесс происходит на фоне ограниченных запасов фосфатов, основные залежи которых могут истощиться в мире за 75–100 лет.

Вообще проблема фосфора в окружающей среде представляет повышенный интерес не только в связи с антропогенным увеличением его содержания в биосфере, но и в связи с атомарными особенностями данного элемента. Это, в частности, отмечает А.Ю. Кудеярова в монографии “Фосфатная трансформация почв” (1995): “Среди всех технофильных элементов фосфор заслуживает особого внимания вследствие особенности электронной структуры его атома. В реакциях координации его роль не ограничивается вхождением в состав координируемых атомных группировок (лигандов). Атом фосфора способен выступать также в качестве координационного центра, что может приводить к

образованию нетипичных для естественных почв соединений. В связи с этим возникает необходимость выявления условий, потенциально способствующих такому ходу реакций” (с. 4).

Понятно, что решение рассматриваемой проблемы имеет существенное эколого-гидрологическое значение, поскольку нетипичные для естественных наземных экосистем химические соединения, образующиеся в результате зафосфачивания почв, мигрируют отчасти в грунтовые воды и водоемы, вызывая в них изменения, знания о которых пока что явно недостаточны.

Повышенного внимания заслуживает также то обстоятельство, что выброс во внешнюю среду отходов и нерациональное использование возрастающего количества агрохимикатов приводят к отравлению не только речной воды и водоемов. Почвы, загрязненные вредными соединениями и элементами, становятся непригодными. Так, от загрязнения рек часто страдают очень плодородные пойменные земли. На сорбционных почвенных барьерах может в десятки раз увеличиваться содержание различных канцерогенных соединений и тяжелых металлов. Например, в верхней части профиля аккумулируется свинец, особенно в гидроморфных условиях. Часть свинца вступает в биологический круговорот, что может вредить растениям. “Свинцовая опасность” достаточно велика, так как поступление этого элемента в сточные воды значительно, а в городской пыли его содержание может достигать 1%.

Пребывание в почве сорбированных ею загрязнений нередко измеряется годами, десятилетиями и более продолжительными отрезками времени (особенно в случае непромывного водного режима). Так, под Хиросимой и Нагасаки почвы до сих пор содержат повышенное количество продуктов радиоактивного распада, хотя с момента атомных взрывов прошло уже более 50 лет.

Замедленный вынос из почв радиоактивных загрязнителей отмечен при изучении экосистем районов чернобыльской катастрофы (Щеглов, 1999). Так, в лесной подстилке (основном горизонте удержания радионуклидов) песчаных почв Украинского Полесья спустя 8 лет после чернобыльской аварии содержалось около 70% общего запаса радионуклидов в биогеоценозе (Кляшторин, 1996). Радионуклиды, попавшие в почвенную толщу, оседали в основном в верхнем 2-сантиметровом слое; ниже их содержание резко падало. А.Л. Кляшториным было отмечено также, что вертикальная миграция радионуклидов – не основной процесс их перераспределения в почвенном профиле. Автор полагает, что этим путем за 8 лет переместилось не более 1% общего запаса радионуклидов в минеральной толще. В свете этих данных становится более ощутимой опасность “рас-

ползания” радиоактивных загрязнителей с поверхностным и боковым стоком и их последующей фиксации на геохимических барьерах. Такой вывод подтверждается и заключением автора об увеличении миграции радионуклидов в гидроморфных болотных, лугово-болотных, лесных и пойменных почвах. Эти почвы он относит к критическим объектам в отношении миграции радионуклидов и предлагает включить их в сеть радиоэкологического мониторинга.

Приведенные выше сведения о слабом распространении радионуклидов вниз по почвенному профилю подтверждают важную роль почвы как сорбционного защитного экрана от загрязнений подземных вод (Основы гидрогеологии..., 1983; Добровольский, Никитин, 1990, и др.). Известны случаи, когда при фильтрации сточных вод и детергентов (очистителей) до 95% загрязнителей задерживалось в верхнем 15–30-сантиметровом слое почвы, отличающемся значительной величиной удельной поверхности.

Однако не все почвы обладают таким высоким сорбционным эффектом. Так, он заметно снижен в почвенных разностях, сформированных на кристаллических породах. Кроме того, существует ряд загрязнителей, которые практически не сорбируются мелкоземом, например нитраты. Недостаточно эффективно срабатывает почвенный защитный барьер в зонах постоянной интенсивной химической нагрузки на ландшафт. Это относится прежде всего к районам широкого использования минеральных удобрений. В таких районах отмечается загрязнение верхних водоносных горизонтов соединениями азота, фосфора и калия. Например, в развивающихся странах в засушливых зонах обнаружены огромные площади, где в грунтовых водах нитратов содержится более 250 мг/л, в то время как допустимая их концентрация в питьевой воде составляет 10 мг/л. Для сравнения можно отметить, что в лучше защищенных глубоких горизонтах подземных вод тех же районов содержание нитратов не превышает 1 мг/л. Высокое содержание нитратов связано с попаданием азотных удобрений в верхние водоносные горизонты и последующим их концентрированием (Handa, 1974; Основы гидрогеологии..., 1983).

Таким образом, можно сделать вывод, что почва и прилегающая к ней грунтовая толща, хотя и являются защитным барьером подземных вод от загрязнений, далеко не всегда могут успешно осуществлять эту свою функцию. В связи с этим необходимо установление уровня защищенности подземных вод от загрязнения. Степень защищенности определяется действием ряда факторов (Роговская, 1976; Основы гидрогеологии..., 1983, и др.). Среди этих факторов, по Н.В. Роговской, можно выделить:

1) почву и нижележащие горизонты зоны аэрации; 2) первый от поверхности региональный водоупор; 3) гидродинамическую изолированность основного водоносного горизонта; 4) растительный покров; 5) состав подземных вод, обуславливающий характер взаимодействия между водой и загрязнителем; 6) фильтрационные свойства пород; 7) локальные особенности интенсивной фильтрации.

Существенный показатель защищенности подземных вод – мощность водоупоров, в зависимости от которой Н.В. Роговской выделено несколько категорий защищенности: защищенные, условно защищенные и незащищенные (Основы гидрогеологии..., 1983).

Кроме того, необходимо учитывать и климатические (гидротермические) особенности территории, а также длительность, интенсивность и характер ее загрязнения.

### **ИЗМЕНЕНИЯ И НАРУШЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ФУНКЦИЙ ПОЧВ**

Став фактором глобального масштаба, человеческая деятельность существенно отразилась и на атмосферных функциях почвенного покрова (табл. 8). В настоящее время можно достаточно надежно констатировать ослабление и изменение атмосферных функций педосферы, что тесно связано с деградационными процессами в биосфере (Ковда, 1985а; Добровольский, Никитин, 1990, 1996; Реймерс, 1994; Горшков, 1995).

Особенно серьезные негативные последствия возникают при нарушении нормального газообмена в системе почва–атмосфера в результате ухудшения физического состояния почв. Это сказывается прежде всего на составе почвенной атмосферы, которая для почвенного покрова планеты мощностью 1 м имеет объем воздуха в среднем  $33,10^3$  км<sup>3</sup> с суточно-сезонными колебаниями от  $15,10^3$  км<sup>3</sup> при влажности полевой влагоемкости до  $51,10^3$  км<sup>3</sup> при влажности воздушно-сухой почвы (Заварзин и др., 1985).

Наибольшие изменения в почвенном воздухе производят водные мелиоративные мероприятия. При этом в случае строгого соблюдения рациональной технологии водных мелиораций негативные изменения сведены к минимуму, а по ряду показателей воздушный режим почв оптимизируется. Этот вопрос был специально рассмотрен Н.Г. Зборищук (1985) применительно в основном к орошаемым черноземам. Известно, что важным показателем воздушного состояния почв является коэффициент аэрации (КА) – отношение концентраций  $O_2$  к  $CO_2$ , показывающее степень отличия состава почвенного воздуха от атмо-

Таблица 8

**Основные антропогенные изменения атмосферных функций почвы**

| Типы изменений почвенных функций и их проявление                                                                            | Причины отрицательных и положительных изменений функций                                                                               | Главные экологические последствия изменений                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Общее глобальное ослабление и изменение планетарных газовых функций педосферы                                               | Широкомасштабное хозяйственное освоение природы; сокращение зон активного функционирования биосферы (опустынивание, застройка и т.д.) | Снижение сбалансированности регионально-глобальных круговоротов вещества и энергии                       |
| Редукция и трансформация некоторых газовых функций педосферы                                                                | Эрозия, загрязнение почв, антропогенное снижение биологической активности нерационально используемых земель                           | Нарушение отдельных составляющих круговоротов вещества и энергии                                         |
| Глобальное (?) и региональное усиление функций почв как источника и приемника твердого вещества и микроорганизмов атмосферы | Активизация антропогенной дефляции почв; антропогенное загрязнение воздушной оболочки                                                 | Снижение санитарно-гигиенических показателей воздушной среды, усиление деградиционных изменений биосферы |
| Изменение климатообразующей функции почвы                                                                                   | Водные мелиорации почв и антропогенные изменения альbedo почвенно-растительного покрова                                               | Локально-региональное увеличение климатической увлажненности или засушливости                            |
| Локальное усиление газовых функций почвы                                                                                    | Строгое соблюдение требований передовой агротехники; реализация биологического земледелия и охраны почв                               | Ослабление деградиционных изменений биосферы                                                             |

сферного. Для атмосферного воздуха  $KA = 700$ . Для обычного состояния черноземов оптимальная аэрация достигается при  $KA = 20-50$ . Наиболее плодородные почвы также характеризуются величиной  $KA$ , равной  $20-50$ , что оптимально для развития растений. При поливах же черноземов  $KA$  нередко падает

до 10 и ниже. В случае снижения КА до 3–10 отмечается угнетение развития воздухолюбивых культур, при котором происходит опадение завязей, развитие гнилостных бактерий, общее снижение биологической продуктивности. Поэтому в случае использования водных мелиораций особое значение приобретает соблюдение умеренного орошения со строгим выполнением технического режима полива.

Серьезные изменения и нарушения атмосферных функций почвы происходят при химизации сельскохозяйственных угодий. Наряду с положительными изменениями почв при использовании удобрений (в основном в случае изначально малоплодородных земель) происходит ослабление ряда их важных атмосферных функций. Так, в результате широкого применения азотных удобрений в почвах сильно снижается естественная азотфиксация. Почвы ежегодно недополучают миллионы тонн азота, усваиваемого почвенными микроорганизмами.

Применение агрохимикатов, обработка полей тяжелыми сельскохозяйственными орудиями приводят к уменьшению численности и разнообразия почвенной биоты и, как следствие, к ослаблению газовых функций почв в целом. Это, в частности, прослеживается по изменению скорости газообмена у беспозвоночных животных почвы. Отмечено, что газообмен дождевых червей даже на полях с посевами трав, благоприятствующих их размножению, ниже, чем в продуктивных зональных экосистемах.

В результате антропогенного изменения почвенного покрова происходят также реду́кция и трансформация газовых функций педосферы. Наиболее наглядным примером может служить потеря гумусовой оболочки углерода, накопленного в ходе эволюции Земли. В результате распашки земель, недостаточного внесения органических удобрений, осушения заболоченных почв происходит минерализация гумусовых запасов планеты, вследствие чего в атмосферу вновь возвращается диоксид углерода, изъятый из нее для образования живого и гумусового вещества. Масштабы этого процесса весьма ощутимы. Подсчеты показали, что в результате уничтожения естественной растительности и минерализации гумуса антропогенно измененных почв в атмосферу поступило около 20%  $\text{CO}_2$  от общей прибавки диоксида углерода в воздушной оболочке за техногенный период (Ковда, 1985а, б и др.).

Исследователи с тревогой отмечают сокращение запасов углерода на суше. При этом подчеркивается, что “сокращение массы органического углерода суши происходит, по-видимому, в основном за счет разрушения почвенного гумуса” (Горшков, 1987, с. 295). Ускоренное окисление гумуса в результате распашки

почв и использования их под пастбища привело к уменьшению в них содержания углерода на 20–50% и значительному, в связи с этим, пополнению поступлений  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Эти процессы имеют тенденцию к усилению в ближайшем будущем. Рост концентрации диоксида углерода в атмосфере составляет ежегодно 0,8–1,5 ppm. Уже в середине 80-х годов среднеземная концентрация  $\text{CO}_2$  в воздушной оболочке составила 330–340 ppm, что на 10–12% превышает количество диоксида углерода в атмосфере в доиндустриальную эпоху (Ковда, 1985а).

Сокращение содержания фиксированного углерода на суше, особенно в почвенном покрове, и, как следствие этого, возрастание  $\text{CO}_2$  в атмосфере свидетельствуют о явной антропогенной редукции и трансформации некоторых важнейших газовых функций почвенной оболочки и биосферы в целом. Так, очевидно, что на современном этапе измененный хозяйственной деятельностью почвенный покров не в состоянии эффективно выполнять функцию поглотителя и консерватора избытка  $\text{CO}_2$  атмосферы. Более того, налицо трансформация углеродонакопительной функции педосферы в противоположную – углеродо-выделительную. Это, естественно, не может не вызвать озабоченности за будущее биосферы. Очевидно, что редукция и трансформация эволюционно сложившихся газовых функций почвы в глобальном масштабе – явление негативное со многими дополнительными осложнениями и отрицательными последствиями в будущем.

Особое беспокойство вызывает продолжающееся наступление человека на почвенно-растительный покров Земли, сопровождающееся дальнейшей деградацией органогенных горизонтов многих автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных почв, в том числе торфяных – эффективных поглотителей  $\text{CO}_2$ . При проектировании крупных осушительных мероприятий часто не принимаются в расчет экологическая полифункциональность и значимость болотных экосистем и почв. При оценке их роли в природных процессах необходимо принимать во внимание то, что они, помимо всех других функций, выполняют еще и функцию фиксатора диоксида углерода атмосферы, дальнейшее существенное увеличение содержания которого может привести к глубокой перестройке современной природной обстановки на Земле с многочисленными непредсказуемыми, в том числе отрицательными, явлениями.

Среди антропогенных изменений атмосферных функций педосферы обособляется категория локальных усиленных газовых функций почв отдельных сельскохозяйственных угодий. Примером может

служить увеличение азотфиксации и выделения почвами в тропосферу  $\text{CO}_2$  при их регламентированном орошении и возрастании их биологической активности.

Усиление газовых функций пахотных почв отмечается при дополнительном использовании энергетического материала в различной форме (внесение навоза и сидератов, запахивание соломы и пожнивных остатков). Исследования влияния органических удобрений на состав почвенного воздуха показали его неоднозначность. Так, при внесении в чернозем южный свежего навоза нормой 100 т/га произошло возрастание концентрации  $\text{CO}_2$  в почвенном воздухе на порядок (Зборищук, 1985). Однако благодаря тому, что условия аэрации в почве были нормальными, изменение состава почвенного воздуха, вызванное разложением органического вещества, осуществлялось при достаточно благоприятном газообмене с тропосферой, что весьма важно для благополучия произрастающих растений.

При нарушении условий газообмена, например в случае уплотнения поверхности почв, интенсивность трансформации почвенного воздуха, обусловленная разложением органического вещества удобрений, начинает превышать интенсивность газообмена с тропосферой, что может неблагоприятно отразиться на состоянии посевов. Известно, что на повышение содержания диоксида углерода в составе почвенного воздуха сельскохозяйственные культуры реагируют различно: помидоры, баклажаны и др. испытывают угнетение, кукуруза же при увеличении поступления  $\text{CO}_2$  в приземную атмосферу увеличивает биомассу благодаря развитому ассимиляционному аппарату.

Газовые функции почв зависят от состояния почв, способов обработки, форм и доз вносимых удобрений, вида сельскохозяйственных культур и др. В связи с этим при планировании урожайности воздушный режим почв должен быть оптимизирован для каждой конкретной культуры в строго установленном диапазоне концентраций газов. Однако этот вопрос для многих культур пока не разработан.

Необходимо также отметить региональное и глобальное усиление функции почв как источника и приемника твердого вещества и микроорганизмов атмосферы. Активизация данной функции вызвана всевозрастающим хозяйственным прессом на Землю. Почвы оказались лишенными защитного растительного покрова на обширных пространствах пахотных угодий, а также в районах интенсивного строительства, добычи полезных ископаемых, в районах чрезмерного выпаса скота и высокой рекреационной нагрузки. Во всех этих случаях поверхность почвы в течение значи-

тельной или большей части года, а то и круглый год, непосредственно соприкасается с воздушными слоями тропосферы и подвергается дефляционному воздействию.

Поступление в атмосферу почвенных частиц и адсорбированных ими микроорганизмов суммируется с попаданием в воздух агрохимикатов с поверхности обрабатываемых почв. Это стало одним из факторов, сильно ухудшающих санитарно-гигиеническое состояние атмосферы. Так, сдуваемые с поверхности почв пестициды наносят значительный ущерб здоровью людей, страдают или гибнут многие животные. Сельское хозяйство, кроме активизации дефляции почв и запыления атмосферы агрохимикатами, является источником поступления и других взвешенных частиц в атмосферу: только за 1973 г. в США выбросы взвешенных частиц в атмосферу сельским и лесным хозяйством (переработка зерна, пищевая промышленность, лесозаготовки, переработка древесины) составили более 2,5 млн т (Уорк, Уорнер, 1980).

Увеличение поступления в атмосферу почвенных частиц может иметь, кроме упомянутых, еще несколько следствий. Усиливаются такие мало учитываемые процессы, как физическое выветривание и разрушение природных, хозяйственных и бытовых объектов при взаимодействии их с минеральными частицами, переносимыми воздушными потоками. В связи с расширением антропогенного опустынивания многих территорий земного шара (Ковда, 1984; Розанов, 1984; Никитин, Гирусов, 1993) последствия указанного процесса возросли.

Другим следствием возрастания содержания взвешенных частиц в атмосфере, в том числе почвенного происхождения, явилось расширение процесса приема почвой оседающих на ее поверхность аэрозольных компонентов (Орлова, 1983). Эти компоненты представлены в основном частицами почв и кор выветривания, перенесенных воздушными потоками из других районов. Одноразовые порции такого материала могут достигать огромных размеров. Лишь при одном выпадении частиц в 1901 г. на территорию африканских пустынь и Европы осело около 2 млн т пыли. Порядка 10 млн т красной пыли, принесенной с северо-запада Африки, выпало на территорию Англии в 1903 г. (Кейдал, 1969).

В эпоху техногенеза почва начала выполнять еще одну антропогенно обусловленную функцию: стала служить своего рода противогазом — поглотителем твердых, а также газообразных загрязнителей атмосферы. Механизм данного явления достаточно сложен. Была обнаружена весьма существенная его особенность: почвенно-растительный покров не просто пассивный приемник загрязнителей, осаждающихся на него под действием силы тяже-

сти; от свойств его поверхности отчетливо зависит интенсивность их осаждения. «Скорость осаждения обычно является функцией поверхности поглотителя (почвы или растительности) и зависит от того, мокрая она или сухая. Ее можно представить как скорость, при которой абсорбирующая поверхность “очищает” воздух от примеси. Если скорость осаждения равна 1,0 см/с, это означает, что данная поверхность каждую секунду полностью удаляет данную примесь из слоя воздуха толщиной 1,0 см, причем “очищенный” слой немедленно заменяется “новым” загрязненным слоем» (Смит, 1985, с. 76).

Имеются многочисленные материалы, особенно в зарубежной литературе, по поглощению почвами атмосферных твердых примесей антропогенного происхождения. В частности, установлено весьма значительное накопление многими почвами свинца. Источники его поступления в атмосферу многочисленны (Smith, 1976). Фактически на Земле нет ни одного региона, не испытывавшего в той или иной мере воздушного загрязнения свинцом и многими другими техногенными компонентами. Определенное антропогенное загрязнение через атмосферу отмечено даже в наиболее удаленных от населенных пунктов районах ледовой зоны и Сибири.

Обычно концентрация свинца (фоновый уровень) в верхних горизонтах незагрязненных и незасоленных почв составляет примерно 10–20 мг/г. Но, например, в лесных почвах различных районов умеренного пояса отмечено возрастание его содержания. Как правило, оно сравнительно слабое. Однако необходимо принимать во внимание длительность сохранения привнесенного свинца в почвах и, следовательно, существование для многих из них реальной опасности постепенного “освинцовывания”. Полагают, что попавший в почву техногенный свинец может сохраняться в гумусовом горизонте около 5000 лет (Benninger et al., 1975). Изучение миграции свинца в восточных районах США показало, что атмосферное поступление Pb в лесные почвы может достигать 200–400 г/га в год при весьма незначительном выносе за пределы экосистемы. Так, на одном из участков годовое поступление свинца в лесную экосистему составило 266 г/га при выносе водными потоками, не превышающем 6 г/га. “Огромное несоответствие между этими двумя цифрами поступления и выноса объясняется накоплением свинца в почве” (Смит, 1985, с. 79).

Кроме свинца, почвы поглощают цинк, кадмий, медь, никель, марганец, ртуть, селен, железо и др. (Ковда, 1985б; Глазовская, 1997). Кадмий, никель, фтор, таллий, ртуть и ряд других микроэлементов потенциально фитотоксичны.

Таблица 9

**Время жизни (годы) тяжелых металлов под ельником  
(Швеция)\***

| Металл | pH  | Кон-<br>троль-<br>ная<br>почва | Загряз-<br>ненная<br>почва | Металл | pH  | Кон-<br>троль-<br>ная<br>почва | Загряз-<br>ненная<br>почва |
|--------|-----|--------------------------------|----------------------------|--------|-----|--------------------------------|----------------------------|
| Mn     | 4,2 | 3                              | 30–40                      | V      | 4,2 | 17                             | 2                          |
|        | 3,2 | 1,5                            | 4                          |        | 3,2 | 25–30                          | 6–7                        |
|        | 2,8 | 0,5                            | 1,5                        |        | 2,8 | 9                              | 9                          |
| Zn     | 4,2 | 7                              | 9                          | Cu     | 4,2 | 13                             | 80–120                     |
|        | 3,2 | 2                              | 3                          |        | 3,2 | 11                             | 18–20                      |
|        | 2,8 | 0,8                            | 1,2                        |        | 2,8 | 9                              | 6                          |
| Ca     | 4,2 | 6                              | 20                         | Cr     | 4,2 | 20                             | 100–150                    |
|        | 3,2 | 3                              | 4–5                        |        | 3,2 | 18–20                          | 50–70                      |
|        | 2,8 | 1,3                            | 1,7                        |        | 2,8 | 15                             | 50–70                      |
| Ni     | 4,2 | 5                              | 15                         | Pb     | 4,2 | 70–90                          | 200                        |
|        | 3,2 | 2                              | 4–5                        |        | 3,2 | 40–50                          | 100                        |
|        | 2,8 | 2                              | 2                          |        | 2,8 | 20                             | 17                         |

\*Указано число лет, необходимое для 10%-ного снижения уровня загрязнения металлов; данные рассчитаны на основе экспериментов по выщелачиванию загрязнений искусственно подкисленными осадками, эквивалентными ежегодному просачиванию 150 л/м<sup>2</sup> (Смит, 1985).

Особенно в значительных размерах почвы накапливают атмосферные антропогенные примеси вблизи городов, промышленных объектов, шоссеиных дорог. Так, в 10 м от шоссеиной дороги с интенсивным движением уровень свинца может быть выше фонового в 5–15 раз, а на расстоянии в несколько метров – иногда в 30 раз (Смит, 1985). Накопление экосистемами металлов из техногенных воздушных примесей усугубляется еще и тем, что загрязненные почвы освобождаются от них в ходе естественного самоочищения, как правило, значительно медленнее, чем незагрязненные (табл. 9).

Антропогенное воздействие на систему атмосфера–педосфера привело также к неоднозначному изменению климатической функции почвы. Выделяется несколько аспектов этой проблемы.

Заметное воздействие на глобальный климат может оказывать дополнительное поступление CO<sub>2</sub> из почвы в результате усиления минерализации почвенного органического вещества при хозяйственном использовании земель.

Отмечаются также определенные изменения местных климатических условий в связи с антропогенной трансформацией почв.

Эти изменения могут иметь различный, в том числе противоположный, характер. Так, в результате широкомасштабных осушительных мелиораций без двойного водорегулирования в районах их проведения стали отмечаться более частые атмосферные засухи. Причины этого понятны. Главная из них – снижение поступления в атмосферу водяного пара местного происхождения в связи с осушением почвенного покрова, что затрудняет процесс образования дождевых осадков.

В районах широкого распространения оросительных мелиораций местные климатические изменения носят уже другой характер. В таких районах нередко отмечается увеличение облачности (Клиге, 1985), а также годовой суммы осадков. Изменяется, кроме того, и температурный режим нижних слоев тропосферы и самой почвы.

Воздействие на климат может оказывать и увеличившаяся антропогенная запыленность атмосферы, обусловленная, в частности, возрастанием содержания твердых частиц почвенного происхождения.

В последние годы обсуждается также возможное негативное воздействие некоторых газов почвенного покрова на озоновый экран. Хотя, по существующему мнению, основными разрушителями озонового экрана являются техногенные загрязнители атмосферы, в первую очередь фреоны, нельзя сбрасывать со счетов и другие источники, среди которых оказывается закись азота (Заварзин, 1984; Первова, Розанов, 1985; Почвенно-экологический мониторинг, 1994), которая может, в частности, попадать в атмосферу в результате недоиспользования сельскохозяйственными культурами азота химических удобрений. “Не используемый растениями азот частично теряется либо путем улетучивания газообразных продуктов ( $N_2$ ,  $N_2O$ ), образующихся при трансформации азота удобрений, либо в результате вымывания в глубокие слои почвы и далее в гидросферу” (Первова, Розанов, 1985, с. 16).

Поскольку сельскохозяйственные растения используют азот минеральных удобрений в среднем лишь на 30–50%, загрязнение атмосферы закисью азота может представлять серьезную опасность, особенно если учесть рост производства азотных удобрений мировой промышленностью. Опасность загрязнения атмосферы  $N_2O$  заключается в том, что закись азота, являясь вполне устойчивой в тропосфере, при попадании в стратосферу вступает в реакцию с озоном, что может способствовать нарушению сложившегося в атмосфере равновесия.

Учитывая многофакторность и разноплановость негативных воздействий сельского хозяйства на воздушную оболочку,

необходимо считать данную проблему весьма актуальной, нуждающейся в такой же всесторонней разработке, как и проблема сельскохозяйственного загрязнения почвенной оболочки и гидросферы.

Затронутые вопросы основных антропогенных изменений атмосферных функций показывают, что техногенез породил ряд серьезных проблем, вызванных нарушением эволюционно сложившихся функциональных взаимосвязей в системе атмосфера–педосфера.

### **НАРУШЕНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ФУНКЦИЙ ПОЧВЕННОЙ ОБОЛОЧКИ**

При рассмотрении влияния антропогенных изменений почвы на литосферу Земли возникает вопрос: может ли воздействие человека на тонкую почвенную пленку планеты ощутимо сказаться на состоянии и развитии подстилающей ее земной коры, в тысячи раз превосходящей по мощности современные почвы? Анализ данного вопроса (Добровольский, Никитин, 1990) свидетельствует об отчетливом взаимодействии почвы и литосферы, что позволяет прийти к однозначному выводу: крупномасштабные антропогенные трансформации почвенного покрова далеко не “безразличны” для литосферы, особенно для ее развития.

Причина в том, что эволюция и состав литосферы тесно сопряжены с процессами, которые происходили в ее верхней части, переходящей в почвенный слой – “крышу” земной коры. Доказано, что осадочные породы, большая часть каустобиолитов и многие экзогенные минеральные полезные ископаемые формировались при сопутствующем или определяющем участии почвенного материала и почвообразовательных процессов. Естественно ожидать, что существенные изменения почвенного покрова человеком могут заметно сказаться на состоянии и особенно дальнейшем развитии литосферы, в первую очередь верхних слоев стратисферы (осадочной оболочки).

Однако всестороннее исследование данной проблемы затруднено рядом серьезных обстоятельств, среди которых в числе первых необходимо назвать сильно различающийся временной масштаб процессов, сформировавших литосферу, и процессов антропогенного изменения педосферы. В связи с этим возникает вопрос: могут ли отразиться на литосфере, сформировавшейся в течение многих миллионов лет, антропогенные трансформации почв, многие из которых имеют молодой, голоценовый возраст. Ответ достаточно определенный: качественные изменения, вно-

симые человеком в жизнь и эволюцию почвенной оболочки, не могут в конце концов не сказаться в отдаленном будущем на судьбе литосферы.

На самом деле, безразлично ли в перспективе для литосферы то, что почвенно-растительный покров сейчас все более и более перестает выполнять такую важную литосферную функцию, как связывание газов атмосферы и аккумуляция солнечной энергии с последующей их передачей в глубокие горизонты земной коры в местах формирования мощных осадочных пород и каустобиолитов.

В работе А.Б. Ронова (1980) сделан совершенно однозначный вывод: будущее планеты прямо зависит от ее геологической активности, в частности, от способности недр питать воздушную оболочку диоксидом углерода. Без такого “допинга” атмосфера Земли за относительно короткий срок может лишиться того необходимого минимального содержания  $\text{CO}_2$ , без которого благополучное функционирование биосферы окажется невозможным.

Естественное же, не искаженное вмешательством человека почвообразование, обеспечивающее связывание и захоронение диоксида углерода и энергетически богатого гипергенного вещества, гарантирует продление геологической активности планеты, поскольку эффективно возвращает в недра выделенный ими газовый материал, тем самым обеспечивая возможность повторно-многократного выделения этого материала.

Крупномасштабное осушение болот и потери гумусового вещества пахотных почв приводят к нарушению почвенного механизма связывания атмосферного диоксида углерода, который постоянно теряется планетой в результате его частичного отлета в космическое пространство. Если допустить, что фиксация почвенно-растительным покровом поступающего из глубин  $\text{CO}_2$  прекратится полностью и одновременно будет нарушен механизм возврата атмосферного диоксида углерода в литосферу, то легко представить те общие тяжелые последствия для биосферы Земли, которые со временем непременно проявят себя.

В настоящее время связывание  $\text{CO}_2$  почвами и растительностью Земли продолжается, но уже в сильно ослабленной форме, что не может не внушать серьезных опасений. Не может не вызывать обоснованной тревоги и продолжающееся широкомасштабное освоение болотных почв, которые из накопителей превратились в местах их осушения в дополнительный источник  $\text{CO}_2$  для атмосферы.

Не менее значительные антропогенные изменения претерпевают и другие литосферные функции почвенной оболочки. Среди них следует отметить функцию защиты литосферы от чрез-

мерной эрозии и функцию обеспечения условий для ее нормального развития. Наблюдается локальное и региональное ослабление этих функций. Главная причина деградации почвенной функции защиты литосферы – всевозрастающая эрозия почв, которая за техногенный период увеличилась многократно (табл. 10).

Таблица 10

**Эрозионный снос почв реками  
в моря и океаны, т/год**

| Период    | Масса            |
|-----------|------------------|
| 20-е годы | $3 \times 10^9$  |
| 60-е годы | $9 \times 10^9$  |
| 70-е годы | $24 \times 10^9$ |

Среди видов деградации функции почвенно-биохимической трансформации верхнего слоя литосферы (Добровольский, Никитин, 1990) выделяются: глобальное ослабление биохимического преобразования литосферы, появление очагов с новым типом трансформации поверхностного слоя земной коры и др.

Участие почвы в процессах формирования пород и полезных ископаемых в настоящее время также претерпело серьезные изменения. Так, отмечается локальное и региональное прекращение участия почвы в формировании каустобиолитов, имеет место общее глобальное ослабление вклада почвы в современные процессы формирования ряда органогенных и минеральных полезных ископаемых, изменяется соотношение процессов формирования полезных ископаемых и вмещающих пород.

Приведем несколько примеров, свидетельствующих о важности учета антропогенных изменений литосферных функций почв, возникающих вследствие широкомасштабного освоения почвенного покрова. Известно, что одной из ярко выраженных тенденций антропогенного преобразования природы является сведение лесов и замена их пахотными угодьями. В литературе уже неоднократно отмечалось, что это отрицательно сказывается на кислородном режиме планеты, приводит к уничтожению ценных видов растений и животных, вызывает деградацию многих почв из-за усиления процессов эрозии. Но исчерпываются ли только сказанным негативные последствия уничтожения лесных ландшафтов? Оказывается, что нет, поскольку при этом начинают испытывать существенную трансформацию многие геохимические глобальные круговороты.

Для того чтобы определить сущность этой трансформации, необходимо выявить главные планетарные функции лесов и лесных почв. В число таких функций входит прежде всего биохими-

ческое преобразование верхних слоев литосферы, в ходе которого происходит высвобождение и мобилизация элементов, законсервированных в кристаллических решетках, и включение их в глобальный геохимический круговорот. Поэтому не случайно, что образование многих видов полезных ископаемых наиболее широко развито в гумидных лесных регионах.

Уничтожение же лесов на больших площадях, приводящее к ослаблению химической и усилению механической денудации, оказывается одним из мощных факторов нарушения и упрощения естественного литогенеза, что неизбежно должно сопровождаться ослаблением процессов, ответственных за образование ряда полезных ископаемых.

Сведение лесов сопровождается не просто изменением естественного почвообразования и выветривания на огромных пространствах, но и качественным их преобразованием, в ходе которого они часто приобретают противоположную направленность под воздействием агротехнических мероприятий. Так, человек, освоивший лесные земли, стремится различными путями (внесение извести, сидерации и др.) нейтрализовать почвенную кислотность. Конечно, это необходимое агротехническое мероприятие, существенно повышающее урожайность многих сельскохозяйственных культур. Но оно принципиально меняет направленность ряда природных процессов, необходимых для поддержания тех геохимических круговоротов, которые складывались в течение длительной эволюции природы. Возникает, однако, закономерный вопрос: нужно ли стремиться к сохранению этих круговоротов?

Важность сохранения и поддержания исторически сложившегося типа взаимодействия природных компонентов в особых доказательствах не нуждается. Современное человечество ответственно перед будущими поколениями за ту экологическую среду, которую оно им оставляет. Поэтому изменения, вносимые в природу человеком, должны обязательно оцениваться с точки зрения не только сегодняшнего и ближайшего дня, но и последствий на отдаленную перспективу. Однако прогнозные исследования пока распространяются в основном на ближайшие десятилетия, что явно недостаточно. Необходимость развивать футурологию становится все более очевидной.

Разумеется, у земель сегодня иные первоочередные проблемы, но это не значит, что всестороннее изучение влияния антропогенных изменений глобальных почвенных функций, в том числе литосферных, на ход будущего развития Земли должно быть отнесено к будущему. Ведь некоторые из этих изменений уже сейчас становятся факторами негативных транс-

формаций ряда планетарных процессов. Нельзя допустить, чтобы деградация почвенного покрова и его литосферных функций уничтожила бы “кожу” литосферы (защитную почвенную оболочку) и превратила бы нашу планету в оскальпированную Землю.

Отмеченный характер антропогенных изменений литосферных функций почвы находит подтверждение в работах по отдельным регионам. Например, А.И. Сидорчуком (1996) показано существенное техногенное нарушение ряда составляющих естественных литосферных и других процессов геосфер под воздействием техногенеза. Так, в северной части Яно-Омолейского междуречья в Якутии расположен Куларский горнопромышленный район, где активно разрабатывались шахты и карьеры вплоть до 1996 г. В результате механического перемещения значительных объемов мерзлых грунтов, полного уничтожения растительного покрова произошло интенсивное развитие эрозионных процессов, приведших к формированию термоэрозионных оврагов, размыву берегов и поступлению большого количества техногенных наносов в притоки Омоя. Общий их сток составил в среднем 1,0 млн т в обычные годы и до 3,0 млн т – в многоводные, или 200–600% естественного стока. Мутность воды в Омое достигла во время паводков  $0,7 \text{ кг/м}^3$ , в то время как в естественных условиях она не превышала  $0,05\text{--}0,15 \text{ кг/м}^3$ .

Аномальный сток наносов привел к трансформации состава руслового и пойменного аллювия и морфологии русла. Во время паводков до 40% стока наносов из области горных работ стало оседать на пойме и в русле. Пойменный аллювий в прирусловой зоне стал крупнее и при этом обогатился илистыми частицами. Галечный русловой аллювий заилился на 20% по весу. Поры между частицами аллювия оказались кольматированы, что вызвало резкое изменение экологических условий обитания водных организмов. Вследствие этого в ручьях и малых реках исчезла рыба, а в крупных притоках Омоя и в самом Омое рыбные запасы сильно сократились.

Указанные негативные явления пошли на спад лишь после того, как в 1996 г. Куларский горнопромышленный узел был законсервирован. Началась саморекультивация русел, пойм. Однако расчеты показывают, что естественные процессы восстановления будут проходить замедленными темпами. Так, порядка 60% техногенных наносов будут удалены из системы за 10–25 лет, а на полное восстановление ландшафта потребуется 100–150 лет (Сидорчук, 1996).

## ТЕНДЕНЦИИ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ОБЩЕБИОСФЕРНЫХ ФУНКЦИЙ ПОЧВ

Основные тенденции антропогенных изменений общебиосферных функций почв в целом аналогичны рассмотренным выше трансформациям гидросферных, атмосферных и литосферных функций почвенной оболочки. Данные тенденции сводятся прежде всего к ослаблению и частичной или существенной редукции естественных биосферных функций почв.

При рассмотрении антропогенных изменений функций почвы как среды обитания необходимо отметить глобальное ухудшение почвенных условий жизни организмов суши.

Антропогенные функциональные изменения почвы как фактора дифференциации географической оболочки и биосферы сводятся, в первую очередь, к уменьшению дифференцирующего влияния почвенного покрова, появлению антропогенно обусловленных аномалий в зональной структуре географической оболочки, исчезновению ряда естественных растительных зон, появлению новых зонально-региональных образований. Особенно наглядным примером может служить антропогенное изменение лесостепи и степи, где в результате широкомасштабного освоения почвенного покрова фактически перестали существовать как зональные образования площадного распространения лесостепные и степные биогеоценозы.

Почвенная функция связующего звена биологического и геологического круговоротов под влиянием антропогенных воздействий изменяется в направлении ослабления вклада почвы в поддержание биологического круговорота, что связано прежде всего с эрозией почвенного покрова и его химическим загрязнением, существенно снижающим общую биологическую активность почв. Одновременно происходит усиленное вовлечение почвенного материала в геологический круговорот. Таким образом, хозяйственное использование педосферы Земли в конечном счете приводит к существенному изменению исторически сложившегося соотношения биологического и геологического круговоротов в пользу последнего.

Глубокие антропогенные изменения претерпевает почвенная функция фактора биологической эволюции. Отмечается ослабление вклада почвы в прогрессивную биологическую эволюцию, поскольку с ухудшением почвенных условий жизни земных обитателей идет деградация структуры естественных популяций живых организмов и уменьшается их генофонд. Кроме того, все более исчезают редкие виды организмов в связи с разрушением необходимых для них почвенных местообитаний. Одновременно с

сокращением численности видов наземных организмов, вплоть до их полного исчезновения, появляются новые структуры популяций, идет освоение новых, созданных человеком местообитаний, что вносит в современную биологическую эволюцию нетипичные для ее естественного развития черты, еще недостаточно изученные и осмысленные в отношении последствий для будущего биосферы.

## **ХАРАКТЕРНЫЕ НЕГАТИВНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ И БИОСФЕРЫ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ**

Рассмотренные выше антропогенные изменения биосферной системы, природных ресурсов и почвенно-экологических функций свидетельствуют об отчетливом проявлении ряда негативных трансформаций почв и биосферы, к которым можно отнести:

- глобальное пространственное сужение активного функционирования педосферы и биосферы;
- интенсификация техногенного загрязнения почвенной оболочки и биосферы в целом;
- ослабление способности компонентов биосферы к самоочищению и восстановлению;
- увеличение времени регенерации и очищения составляющих биосферной системы;
- снижение разнообразия компонентов биосферы;
- снижение естественной продукционной способности земель;
- глобализация катастрофических явлений в биосфере и качественное снижение жизнепригодности среды обитания.

Последнее положение нуждается в специальном рассмотрении.

В природоохранной литературе много говорится о негативных антропогенных явлениях в окружающей среде. Однако подлинные масштабы экологического бедствия до сих пор не осознаются ни отдельными странами, ни мировым сообществом. Прежде всего не осознается тенденция перерастания отдельных неблагоприятных для природной среды событий в крупные региональные и межрегиональные экологические катастрофы с переходом на континентально-глобальный уровень и возникновением цепных разрушительных процессов планетарного масштаба. Основная причина этого в том, что мощные естественные разрушительные экзогенные процессы, постоянно идущие на Земле, сливаются с еще более мощными деструктивными изменениями в природе, вызываемыми деятельностью человека. В результате

наблюдается крайне неблагоприятное явление, которое можно назвать разрушительным природно-антропогенным резонансом. Реальность такого явления отмечал В.И. Вернадский (1987). Он писал, что по масштабности воздействия на природную среду процессы, вызванные хозяйственной деятельностью, превосходят естественные экзогенные процессы, в результате чего они "становятся ведущей геологической силой". Подтверждением этому могут служить следующие данные.

Все экзогенные процессы на Земле в совокупности транспортируют около  $15 \text{ км}^3$  горной массы ежегодно. В то же время в результате добычи полезных ископаемых, строительства различных зданий, транспортных магистралей, плотин и дамб человечество перемещает около  $30 \text{ км}^3$  горных пород. Только за вторую половину XX в. железной руды, каменного угля и бокситов добыто более 180 млрд т, а к началу XXI в. эта величина вырастет до 200–250 млрд т.

Мощные потоки перемещаемого вещества, негативно влияющие на природную среду, сопрягаются с различными выбросами в результате техногенных аварий, число которых нарастает. Так, в России в 1993 г., несмотря на снижение объемов производства, имело место более 900 чрезвычайных ситуаций (Протасов, Молчанов, 1995). Наибольшее число техногенных ситуаций с опасными экологическими последствиями (более 50% общего числа) возникло в результате аварий, связанных со сбросом нефти и нефтепродуктов. Так, в результате только одной аварии на нефтепроводе Красноярск–Иркутск в марте 1993 г. разлилось около 25 тыс.  $\text{м}^3$  нефти и было уничтожено более 30 га плодородных почв.

Мощным фактором глобализации катастрофических явлений в биосфере служат разрушение почв при строительстве, добыче полезных ископаемых, а также нерациональное использование почв, приводящее к различным деградиационным процессам, среди которых наиболее ощутимые последствия приносят эрозия, переувлажнение и опустынивание (Ковда, 1984; Зайдельман, 1992; Почвенно-экологический мониторинг..., 1994).

Что касается опустынивания, то оно продолжает прогрессировать (особенно в последние десятилетия) и затрагивает все континенты мира, в частности, засушливые территории Южной Америки, Азии и Африки. Нередко наступление пустынь оказывается стремительным. Так, Ливийская пустыня продвигается к р. Нил со скоростью 13 км/год.

Быстро увеличивается площадь опустыненных почв в Калмыкии. Их ежегодный прирост здесь составляет 40–50 тыс. га, и через 15–20 лет их площадь может достигнуть 1 млн га.

Деградационные изменения почвенной оболочки и биосферы вызывают качественное снижение жизнепригодности среды обитания, которая все меньше отвечает санитарным требованиям. Как отмечает А.В. Яблоков (1997), в России 14% территории оказались непригодными для проживания, а вклад экологического фактора в ухудшение здоровья населения составляет около 30%. Растет число регионов с очень острой экологической ситуацией.

Особую опасность представляет загрязнение окружающей среды вредными веществами, попадающими через воду, воздух, продукты питания в организм человека. “Установлена корреляционная связь между количеством обнаруженных в воде и почве кадмия, свинца, мышьяка и уровнями заболеваемости злокачественными новообразованиями различных форм среди населения экологически неблагополучных районов” (Протасов, Молчанов, 1995, с. 202).

# ОХРАНА ПОЧВ И ПУТИ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

Положения, изложенные в предыдущей главе, со всей очевидностью свидетельствуют, что подавляющая часть антропогенных изменений биосферы отличается разрушительной направленностью, что ведет к структурно-функциональной разбалансировке и деградации биосферной системы и почвенной оболочки Земли. В связи с этим крайне важно при определении путей охраны почв найти перспективные подходы к ее реализации. Эта задача – одна из наиболее сложных. До последнего времени она воспринималась явно упрощенно, и, когда речь заходила об охране почв, то в основном имелась в виду их защита от ветровой и водной эрозии, а также химического загрязнения.

Анализ проблемы охраны почв показывает, что это весьма многоплановая задача (Никитин, 1982б; Добровольский, Гришина, 1985; Никитин, Скворцова, 1994), в которой выделяется несколько взаимосвязанных уровней (Никитин, 1990а, 1997).

## УРОВНИ И ВИДЫ ОХРАНЫ ПОЧВ

Первый уровень – защита почв от прямого уничтожения и полной гибели. Сюда входят: ограничение отведения новых земель под строительство различных объектов; ограничение и запрещение открытых и нерациональных разработок полезных ископаемых; максимальное использование для промышленных и других объектов ранее выведенных из биосферы территорий и участков; своевременное проведение рекультиваций в полном объеме и др. (табл. 11).

Особенно слабо контролируемые потери почв отмечаются при добыче, разведке и транспортировке полезных ископаемых. Эта проблема весьма актуальна для многих стран, в том числе и для России, где добывается нефти около 17%, газа – 25%, каменного угля – 15%, товарной железной руды – 14% объема мировой добычи этих ископаемых. Добыча полезных ископаемых часто

Таблица 11

## Система почвоохранных мероприятий

| Уровни охраны почв                                                                                                   |                                                                                      |                                                                                                 |                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Защита почв от прямого уничтожения и полной гибели                                                                   | Защита освоенных почв от качественной деградации                                     | Предотвращение негативных структурно-функциональных изменений освоенных почв                    | Восстановление деградированных освоенных почв                                                                      |
| Виды охраны почв                                                                                                     |                                                                                      |                                                                                                 |                                                                                                                    |
| Ограничение отведения новых земель под строительство раз-личных объектов.                                            | Защита почв от водной эрозии.                                                        | Регулирование пищевого режима почв.                                                             | Диагностирование патоло-гии почв.                                                                                  |
| Ограничение и запрещение открытых разработок полез-ных ископаемых.                                                   | Защита почв от дефля-ции.                                                            | Регулирование водного и теплового режима почв.                                                  | Снятие дальнейшего дейст-вия факторов, вызываю-щих деградацию почв.                                                |
| Максимальное использование для промышленных и других объектов ранее выведенных из биосферы территорий и их участков. | Предотвращение дегра-дации почв из-за нераци-онального проведения водных мелиораций. | Регулирование газового режима почв.                                                             | Временное исключение де-градированных земель из активного хозяйственного использования.                            |
| Установление объективных цен на земли, отводимые под строение, водохранилища, свалки.                                | Предотвращение хими-ческого и радиоактив-ного загрязнения почв.                      | Поддержание биохими-ческой активности и сох-ранение полноценной биоты почв.                     | Очищение загрязненных почв.                                                                                        |
| Своевременное проведение ре-культиваций в полном объеме и правовая ответственность за их невыполнение                | Защита почв от биоло-гического загрязнения                                           | Регулирование физичес-кого состояния почв и предотвращения их обесструктурирования и уплотнения | Биологизация почв и вос-становление устойчивости их плодородия: внесение органических удобрений, травосеяние и др. |
|                                                                                                                      |                                                                                      |                                                                                                 | Соблюдение особого режима использования и охраны вы-сокобонитетных и "опыт-ных" почв.                              |
|                                                                                                                      |                                                                                      |                                                                                                 | Организация новых комплек-сных и почвенных заказни-ков, заповедников, памятни-ков природы и др.                    |

осуществляется нерационально, приводя к неоправданно большим потерям земель: “В огромных объемах продолжают накапливаться в отвалах вскрытые породы и отходы переработки минерального сырья, в значительной части пригодные для использования в народном хозяйстве. Из хозяйственного оборота выведены крупные массивы земель. Вместе с тем в стране действуют тысячи мелких ведомственных карьеров по добыче общераспространенных полезных ископаемых, которые во многих случаях можно с успехом заменить отходами горнодобывающих предприятий” (Протасов, Молчанов, 1995, с. 152).

В этой связи особое значение приобретают почвовосстановительные рекультивационные работы, являющиеся важнейшим направлением реального сохранения разрушаемого почвенного покрова. Актуальность этой проблемы давно осознается отечественными и зарубежными учеными. Она остро прозвучала на III Международной конференции “Освоение Севера и проблемы рекультивации” (Санкт-Петербург, 1996 г.), материалы которой представляют большой интерес, поскольку общая площадь северных районов составляет около 70% территории России (см. Крючков, 1996; Арчегова и др., 1996).

Ведущие специалисты в области рекультивации земель Севера обращают внимание на отставание в совершенствовании стратегии дальнейшего освоения ресурсов северных территорий, отчего во многом зависит практика восстановления и рекультивации нарушенных почв. Так, И.Б. Арчегова с соавторами (1996) отмечают: “В новых экономических условиях, складывающихся в России, принимаются попытки некоторых изменений как стратегии освоения ресурсов Севера в целом, так и отраслевых стратегий. Однако сохраняется недостаток старой стратегии: экстенсивность. По-прежнему приоритеты отдаются освоению новых территорий, новых месторождений, расширяется перечень видов добываемого сырья, используемых биоресурсов.

Некоторое, но далеко не достаточное внимание уделяется лишь новым, более экологичным технологиям по добыче и переработке сырья, очистке и утилизации некоторых отходов производства” (с. 9).

Налицо явное недопонимание всей серьезности грозящей беды, могущей обернуться не только региональными, но и общенациональными бедствиями. Такой тревожный вывод подтверждается многочисленными фактами.

В настоящее время свыше 8% тундры и не менее 15–20% лесотундры и северной тайги нарушено в процессе индустриального освоения, 20% (из 100 000 тыс. га) оленьих пастбищ подверг-

лось деградации, более 40 000 тыс. га северных земель испытывают химическое воздействие: запыление, кислотные дожди и др. (Тишков, 1996).

Следует обратить внимание на то, что почвы и экосистемы различных территорий, в том числе особо охраняемых, могут подвергнуться глубокой деградации, вплоть до полного разрушения, не только вследствие прямого воздействия техники, но и опосредованно через воздушное загрязнение. Ведь выбросы в атмосферу составляют около 375 млн т ежегодно. Вокруг таких промышленных гигантов, как “Североникель”, Норильский горно-металлургический комбинат, “Печенеганикель” и др., возникли техногенные пустоши по несколько сот квадратных километров. На обнаженных почвах и грунтах активно развернулась плоскостная и овражная эрозия. При этом рекультивация таких территорий весьма затруднена, поскольку она может дать положительный эффект только в том случае, если каждое предприятие сократит ежегодные выбросы в десятки раз, иначе древесно-кустарниковая растительность не в состоянии восстановиться на данных пространствах (Крючков, 1996).

Несмотря на усугубляющуюся тяжесть экологической ситуации, восстановление разрушенных земель в Российской Федерации идет недопустимо медленными темпами. Так, “на Севере темпы восстановления техногенно трансформированных земель составляют всего 4–5% от площади ежегодных нарушений и ориентированы на залужение, а не на формирование исходной экосистемы” (Тишков, 1996, с. 202).

В других странах СНГ экологическая ситуация также тяжелая. Например, на Украине, по данным А.П. Травлеева, идет катастрофическая потеря пахотных земель. Если до второй мировой войны там распахивалось 40 млн га, то к началу 90-х годов их площадь составила лишь 32 млн га, из которых 4 млн га оказались загрязненными радиоактивными осадками после чернобыльской катастрофы. Количество пахотных земель на душу населения за это же время снизилось с 0,80 до 0,56 га. Около 3 млн га необходимо рекультивировать (см. Никитин, Гирусов, 1993).

Определенные достижения в восстановлении разрушенной природы получены в развитых странах. К примеру, как отмечают Л.О. Карпачевский и В.А. Обухова, в Рурской области в результате рекультивационных работ лесистость к 90-м годам возросла до 35% (см. Никитин, Гирусов, 1993). Было проведено полное комплексное восстановление территории, построены новые фермы на рекультивированных землях.

Успехи в восстановлении разрушенной природы и рекультивации земель не должны, однако, обольщать. Во-первых, это восстановление практически никогда не бывает полным и не возвра-

щает нам утраченных естественно-исторических экосистем и почв с их первоначальной структурой, разнообразием компонентов и экологических функций. Во-вторых, процедура восстановления в большинстве случаев оказывается весьма дорогостоящей. Так, для восстановления только оленьих пастбищ Тюменского Севера потребуется около 50% затрат, вложенных в развитие всего нефтяного комплекса Западной Сибири со дня его образования (Исекеев, Тихановский, 1996). Поэтому главным принципом в вопросах природопользования должна быть установка на сведение к предельному минимуму процессов негативного воздействия человека на природу и максимальное недопущение ее разрушения (Добровольский, Никитин, 1990, 1996 и др.).

Второй уровень охраны почвенного покрова – защита освоенных и используемых почв от качественной деградации (см. табл. 11). От какой деградации прежде всего приходится защищать землю?

Уже многие столетия главным фактором деградации почв является эрозия, ею поражена большая часть пахотных земель, которые в связи с этим остро нуждаются в противоэрозионных мероприятиях. Но далеко не все хозяйства предпринимают необходимые усилия по борьбе с эрозией, не везде понимают выгоду от ее предотвращения, которая весьма значительна.

Например, в подмосковном совхозе “Каширский” благодаря противоэрозионной защите начиная с 80-х годов было приостановлено развитие оврагов, в 10–20 раз снижен сток воды с полей, существенно повысилась продуктивность угодий. Урожайность зерновых с 11 ц/га (в 1961–1965 гг.) возросла до 23,2 (1980–1982 гг.) и затем до 36 ц/га (1983–1987 гг.); сбор сена многолетних трав увеличился до 58,8 ц/га, кормовых корнеплодов – до 552 ц/га (Сдобников, 1989). Так что есть все основания считать борьбу с эрозией и дефляцией одной из первоочередных задач для земледельческих районов страны, особенно в местах с пересеченной местностью и в зонах неустойчивого увлажнения: лесостепной, степной, полупустынной и др.

Но для того чтобы добиться ощутимых достижений в борьбе с водной и ветровой эрозией (дефляцией), необходимо знать основные ее закономерности и сформулировать принципиальные положения системы противоэрозионных мероприятий, помогающие ориентироваться в море разнообразных эрозиоведческих рекомендаций и выбирать из них наиболее действенные.

Первое – противоэрозионные мероприятия должны быть комплексными и в полной мере учитывать специфику местных условий. Второе – следует ясно представлять главные задачи

мероприятий по защите почв от эрозии. Эти задачи следующие: 1) уменьшение силы воздействия факторов эрозии почв и предотвращение их действия; 2) максимальная защита растительностью и другими противоэрозионными покрытиями поверхности почв от эродирующих агентов и сокращение времени взаимодействия с ними; 3) увеличение противоэрозионной стойкости почв; 4) своевременное и полное восстановление эродированных земель (Заславский, 1987; Никитин, 1990; Кузнецов, Глазунов, 1996).

Другой фактор качественной деградации почв, которому долгое время не уделялось должного внимания, – нерациональное осуществление водных мелиораций. Печальный пример – орошение черноземов и осушение торфяных болотных почв.

Многочисленные исследования, проведенные в различных районах страны и обобщенные в монографии “Орошаемые черноземы” (1989) под редакцией Б.Г. Розанова, показали, что орошение неблагоприятно влияет на черноземы, причем независимо от качества используемой оросительной воды. В работе И.П. Карабедкого (1990) отмечено, что в Молдове химические и физические показатели плодородия орошаемых черноземов претерпевают чаще всего негативные изменения и по сравнению с богарными черноземами снижают свои параметры. Исследователь приходит к выводу, что при проведении всего комплекса современных агротехнических мероприятий можно добиться и без орошения высокого уровня эффективного плодородия черноземов и получать на них высокие урожаи (60–70 ц/га зерновых и более). Орошение же, причем строго дозированное, небольшими порциями, должно быть подстраховочным (дополнительным к естественному увлажнению) приемом регулирования водного режима черноземов и применяться далеко не во всех случаях.

Однако на практике орошаемое земледелие сплошь и рядом страдает шаблонным подходом. А.Т. Лисконов с соавторами (1992) отмечают, что орошение ведется исходя из теоретических соображений по заданному графику, а не по фактическому дефициту влажности. Это приводит к переполивам и созданию избытка воды в подпочве и подъему грунтовых вод, следствием чего является серия неблагоприятных побочных эффектов орошения. Значительные площади орошаемых земель приходят в неудовлетворительное состояние: “...неблагополучное почвенно-экологическое состояние отмечается на 15–45% орошаемых территорий в степной и сухостепной зонах России” (Экологические требования к орошению почв России, 1996, с. 4).

Много ударов приняла на себя почва и при проведении другого вида водных мелиораций – осушения заболоченных земель, в результате которого произошла переосушка почв, особенно легкого механического состава, которые, в свете данных Ф.Р. Зайдельмана и др., вообще во многих случаях не должны подвергаться коренным водным мелиорациям.

При проведении водных мелиораций необходимо соблюдение определенных требований по охране ландшафтов и почв. В.Н. Экзарьян (1997) в числе этих требований называет следующие: 1) при строительстве осушительных систем и регулировании речного стока часто целесообразен отказ от спрямления русел рек; 2) недопустимо сплошное осушение заболоченных земель. Так, весьма нежелательно осушение верховых болот, питающих истоки рек гумидной зоны, по этой же причине целесообразно максимально сократить добычу торфа на них; 3) при строительстве оросительных систем необходимо в полной мере учитывать деформацию просадочных лёссовых пород, на которых построено 80% существующих систем, а также то, что большую опасность представляют послепросадочные явления, приводящие к прорывам каналов, провалам, образованию полостей и т.д.

Говоря о деградации почв при проведении водных мелиораций и мерах защиты от нее, отметим необходимость пересмотра стратегии дальнейшего развития орошения и осушения (Добровольский, Никитин, 1990; Зайдельман, 1992). Не отрицая в принципе целесообразность развития данного вида мелиораций при соблюдении, конечно, всех природо- и почвоохранительных требований, подчеркнем важность комплексности их осуществления с соответствующим выделением средств на другие виды мелиораций. Ведь еще недавно на водные мелиорации в странах СНГ выделялось ежегодно более 90% отчисляемых на мелиоративные мероприятия средств, а на остальные 35–40 видов мелиораций – 3–4%. И это при том, что только 10% земельного фонда нуждаются в водных мелиорациях. Новые положения по почвоохранному аспекту при водных мелиорациях изложены в книге Ф.Р. Зайдельмана “Естественное и антропогенное переувлажнение почв” (1992) и других работах.

Для предотвращения качественной деградации необходима защита почв от химического, биологического и радиоактивного загрязнения. Последнее – грозная опасность для почвы, поскольку многие попадающие в нее радиоактивные изотопы вследствие мощных сорбционных сил почвы могут сохраняться в ней десятилетиями. Чернобыльская трагедия заставила по-новому взглянуть на последствия радиоактивного заражения почв – наиболее поздно освобождающегося от радиации компонента

экосистемы. Остро встал вопрос охраны почв на основе изучения закономерностей пространственно-временного распределения в почвенном покрове радиоактивных выпадений и механизма освобождения от них почвенного профиля (Щеглов, 1999, и др.). Уже сейчас выявляются повышенная пестрота этого распределения и наличие отдельных участков почв, радиоактивность которых многократно превышает средний уровень радиоактивного загрязнения данной местности. Такие участки, в частности, прилегают к домам и другим строениям, с крыш которых смывались в почву радиоактивные выпадения. Активными аккумуляторами радионуклидов оказались почвы геохимических барьеров, а также подстилки и гумусовые горизонты всех почв, испытавших радиоактивное заражение (Омнигенная экология, 1996, и др.).

К третьему уровню охраны относится предотвращение негативных структурно-функциональных изменений освоенных почв (см. табл. 11).

К сожалению, в работах по охране земель явно недооценивается важность профилактики их негативных изменений. Эта профилактика должна представлять собой целую систему опережающей защиты почв от деградации. Важными компонентами этой системы являются: регулирование пищевого, водного, теплового и газового режима почв, поддержание на должном уровне их биохимической активности и сохранение полноценной почвенной биоты, оптимизация физического состояния почв и предотвращение их обесструктурирования и уплотнения.

Решение всего комплекса профилактических мер по предотвращению “почвенных болезней” одновременно позволяет успешно справляться и с задачей получения качественной сельскохозяйственной продукции. Решение же проблемы качества урожая – один из действенных механизмов удовлетворения потребностей населения в здоровой пище.

Качество овощей напрямую зависит от оптимизации пищевого режима почв. В работе В.А. Борисова (1990) по овощеводству в поймах Нечерноземья показано, что избыточное азотное питание овощных культур вызывает ухудшение структуры урожая, приводит к растрескиванию кочанов и корнеплодов, снижает содержание сухого вещества и сахаров, вызывает избыточное накопление небелкового и нитратного азота, способствует сильному развитию болезней овощей в период зимнего хранения. Применение калийных и органических удобрений (навоз, сидераты) существенно улучшало товарные и биохимические качества овощей, а также способствовало повышению их устойчивости к болезням при хранении.

Существует еще один важный аспект недопущения функционального расстройства почв при использовании агрохимикатов – предотвращение отравления почвообитающих организмов, “работающих” на урожай.

Разумная система применения удобрений и пестицидов (биоцидов) способствует поддержанию на должном уровне не только пищевого режима, но и активности биоты почв. Поэтому защита почв от загрязнения агрохимикатами – важное условие сохранения здоровья почв и окружающей среды (Добровольский, Гришина, 1985; Щербаков и др., 1996). Многие аспекты такой защиты получили научное обоснование (Минеев, 1984, 1999). Так, стало ясно, что одно из основных условий охраны почв и ландшафтов от загрязнения пестицидами – это создание менее токсичных и менее стойких соединений, уменьшение доз их внесения и др. Но, к сожалению, требования по рациональному использованию пестицидов во многих случаях нарушаются, что ведет к функциональным расстройствам и болезням почв и биоценозов и загрязнению окружающей среды. Наиболее часто наблюдаются: превышение или занижение дозировок биоцидов и неучет того, что в отличие от удобрений пестициды эффективны лишь в сравнительно узких рамках оптимальных доз; проведение сплошной обработки посевов препаратами вместо выборочной; нарушение установленных сроков обработки; несоблюдение требований защиты людей и животных при применении биоцидов, что может приводить к их серьезному отравлению, и др. Устранение данных нарушений – необходимое условие охраны экологического благополучия почв, растений, животных и природной среды обитания человека в целом (Гербициды и почва, 1990, и др.).

Для обоснования необходимости своевременного предотвращения негативных структурно-функциональных изменений освоенных земель весьма важно знание масштабов их загрязнения экотоксикантами. Установлено, что около 60–90% гербицидов, 97–99% инсектицидов и фунгицидов, используемых в качестве средств защиты растений, попадает в почву, водотоки и водоемы. Ощутим масштаб загрязнения почв тяжелыми металлами в результате внесения их с удобрениями в качестве примесей. Повышенной загрязненностью отличаются фосфорные удобрения, с которыми в почвы страны попадает: меди – 127 г/т действующего вещества, цинка – 164 г/т д. в., кадмия – 3 г/т д.в., свинца – 34 г/т д.в., никеля – 92 г/т д.в., хрома – 121 г/т д.в. (Омнигенная экология, 1996). Понятно, что в связи с действием сорбционных механизмов почвы попавшие в нее тяжелые металлы имеют тенденцию к накоплению, особенно в разностях со слабопромывным водным режимом, что со временем может привести к суще-

ственному снижению почвенного плодородия и ослаблению почвенных экофункций (Добровольский и др., 1985; Добровольский, Никитин, 1986, 1990).

Обязательным звеном действенной охраны земель является своевременное восстановление деградированных освоенных почв (см. табл. 11). Оно должно проходить в несколько этапов: а) точное диагностирование патологии почв; б) снятие дальнейшего действия факторов, вызвавших их деградацию; в) временное исключение деградированных земель из активного хозяйственного использования; г) очищение почв от загрязнений; д) биологизация почв и восстановление устойчивости их плодородия с последующим включением в сельскохозяйственное использование при условии строгого контроля за их состоянием и др.

Значение данных работ трудно переоценить. Ведь за последние годы у нас происходит сокращение площади пашни под наиболее важные культуры. Так, если в 1980 г. зерновые в СССР занимали 126,6 млн га, то в 1985 г. – 117,9, а в 1988 г. – 113,9 млн га (Агропромышленный комплекс..., 1990). В Российской Федерации за период с 1940 по 1990 г. из оборота выбыли 26,4 млн га сельскохозяйственных угодий, в том числе площадь пашни с 1965 по 1990 г. сократилась на 4,5 млн га (Зволинский, 1994). Процесс активной деградации сельскохозяйственных земель в различных природных зонах продолжается по сей день, особенно в степных регионах, о чем, в частности, свидетельствуют материалы Международного симпозиума “Степи Евразии: сохранение природного разнообразия и мониторинг состояния экосистем” (1997).

Каковы основные пути возвращения почве утраченной силы? В общем виде можно выделить два главных направления – комплексное агротехническое и естественно-природное. В первом случае “лекарем” почв выступает заботливый хозяин, во втором – сама природа. О том, что человек в состоянии вылечить землю и поддерживать ее плодородие на высоком уровне, свидетельствуют высокие урожаи в передовых опытных хозяйствах и на личных приусадебных участках. Например, в опытном учхозе “Самарский” Днепропетровского сельскохозяйственного института урожай озимой пшеницы по занятым парам регулярно составляет 45–50 ц/га без орошения. Одна сотка у старательного дачника в 80–90-е годы более чем в 10 раз была продуктивнее среднего колхозного поля. Не случайно, в конце 80-х – начале 90-х годов личные хозяйства, занимая в стране лишь около 3% общей используемой в сельском хозяйстве площади, давали примерно 20% общей продукции растениеводства и 30% продукции животноводства (Агропромышленный комплекс, 1990). Ясно,

что всемерное развитие добротного хозяйствования в государственном секторе и расширение личных хозяйств – действенный путь восстановления и сохранения почвенного плодородия и получения необходимых объемов качественной сельскохозяйственной продукции.

Эффективный, но мало используемый путь восстановления утраченной силы земли с последующим получением на ней высоких урожаев – это “лечение почвы естественными почвообразовательными процессами на многолетних залежах” (Федоров, 1990; Каштанов и др., 1994). Такой путь спасителен для многих почв, особенно черноземов. В Музее земледения МГУ имеется наглядная натурная экспозиция, показывающая эффективность восстановления на залежах деградированных степных почв. Выделяется несколько этапов восстановления степи: мягкие залежи без дернины (бурьянистая – 1–2 года, пырейная – 5–7 лет); твердые залежи с дерниной (тонконоговая – 3–5, типчаковая – 10–15 лет); целина (ковыльная степь).

Отметим в качестве самостоятельного такое направление охраны почв, как сохранение и восстановление естественных почв (см. табл. 11), включающее: а) резервирование целинных почв; б) полное соблюдение требований охраны почв особо охраняемых территорий; в) исключение части освоенных редких и эталонных почв из хозяйственного использования и восстановление их естественного состояния; г) соблюдение особого режима использования и охраны высокобонитетных и “опытных” почв; д) организация новых комплексных и почвенных (а также агропочвенных) заказников, заповедников, памятников природы.

Особая охрана земель в ее высшей форме – заповедование ландшафтов и почв – тесно связана с вопросами рационального использования и поднятия биологической продуктивности полей. Данный вывод опирается, в частности, на положение в работе В.В. Алехина о значении заповедников для хозяйства страны: “Степной заповедник, помимо того, что он дает возможность видеть те природные ландшафты, с которыми связана вся история русского народа, он, кроме того, позволяет глубоко заглянуть в самую жизнь степи, в те сложные взаимоотношения, которые существуют между степным растительным ковром, с одной стороны, и почвой, строением поверхности, животным миром и пр. – с другой... Чернозем – наше богатство, наш капитал – образовался за счет степной растительности, но как это происходит? Какие растения здесь имеют особое значение? Как восстановить утраченные ценные свойства чернозема при длительной распашке? Можно поставить еще ряд вопросов, но основное состоит в том,

что, изучая степные заповедники с их ненарушенными отношениями, мы можем восстановить, поднять плодородие земель, истощенных распахкой. Несомненно, что поднять чернозем мы сможем лишь в тесной связи с целинной растительностью, а понимание чернозема – это прямой шаг к поднятию урожайности” (цит. по: Чибилев, 1990, с. 182).

## **СТАНОВЛЕНИЕ ОСОБОЙ ОХРАНЫ ПОЧВ**

Актуальность и в то же время слабая разработанность проблемы особой охраны почв заставляют специально осветить ряд ее основных аспектов: становление и место особой охраны почв в общей природоохранной системе, основные положения Красной книги почв и кадастра ценных почвенных объектов и др.

Известно, что еще задолго до промышленного бума XIX–XX столетий ученые вполне отчетливо формулировали природоохранную проблему и немало делали для ее решения. Как отмечает Р. Гроув (1993), “природоохранному движению на Западе уже по меньшей мере 200 лет, началось оно уже при освоении тропиков” (с. 6). Конкретными результатами этого движения явились: создание на о. Тобаго в 1764 г. лесных заповедников, принятие на о. Сент-Винсент в 1791 г. Кингсхильского акта о защите лесов, принятие в Южной Африке в 1858 г. закона об охране лесов и трав; в 1860-е годы на о. Тасмания вступил в действие закон о защите птиц, в 1864 г. была организована Индийская лесная служба. Не оставалась в стороне от природоохранных дел и Россия. Достаточно вспомнить указы Петра Великого о запрещении рубки приречных лесов и бесконтрольной охоты в государственных заказниках.

Несмотря на достаточно давние проявления природоохранного движения, в нем, к сожалению, в течение длительного времени просматривалась определенная ограниченность, так как оно носило преимущественно ботанико-зоологический характер и распространялось главным образом на растения и животных. Почва, к великому прискорбию, на долгие годы выпадала из сферы интересов природоохранников. По-настоящему серьезное внимание на нее стали обращать значительно позже, в основном в 60–70-е годы нашего столетия, когда резко усилилась деградация почв в связи с расширением эрозии и загрязнением окружающей среды. Но и тогда политика охраны почв носила односторонний характер, поскольку была направлена лишь на защиту земель от эрозии и химического загрязнения и не охватывала проблему особой охраны почв, предполагающей сохранение почвенного эколого-генетического разнообразия.

Отставание развития особой охраны почв связано с рядом причин, среди которых одно из важных мест занимает преобладающая утилитарная, главным образом агрономическая трактовка почвы как объекта сельскохозяйственного производства, основное назначение которого – выращивание урожая за счет обеспечения растений почвенными элементами питания. Начиная с 70-х годов такая трактовка почвы уже не могла удовлетворить ни ученых, ни практиков. Почва, как выяснилось, более многогранна в структурно-функциональном отношении. Это нашло отражение в работах, посвященных роли почвенного покрова в биосфере и экологическим функциям почв (Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 1996; Структурно-функциональная роль почв в биосфере, 1999, и др.).

Разработка представлений об экологической полифункциональности почв позволила существенно расширить задачи их сохранения и выделить в самостоятельное направление особую охрану почв и проблему создания Красной книги почв.

## **СОЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ ПОЧВ**

Подготовка и правовое утверждение Красной книги почв различных уровней (федерального, регионального и др.) имеют принципиальное значение для реализации особой охраны почв и биосферы. Данный документ не только создаст юридическую основу для практических работ по сбережению почвенного разнообразия, но и приведет в целостную систему сам процесс борьбы за сохранение почвенного царства природы. Без такого правового документа попытки сберечь естественно-исторические почвенные тела не дадут нужного эффекта и окажутся тщетными.

Известно, что Красная книга – документ исключительной важности, в который заносят различные природные объекты, подлежащие особой охране в связи с реальной угрозой их исчезновения или сильной деградации. Но сегодня мы имеем лишь Красную книгу растений и животных. Красные же книги исчезающих экосистем, почв, геологических образований находятся лишь в стадии разработки. Это существенно тормозит сбережение этих “произведений природы”, поскольку они не защищены специальной охранной грамотой.

Одна из причин слабого продвижения в данном вопросе – явно недостаточное осознание значимости всех детищ эволюции Земли. Необходимо повысить оценку значимости неживой природы до уровня живых организмов, в отношении которых справедливо считают, что “любой вид – это уникальное чудо, подобное произведениям искусства, которое мы с благоговением храним в музеях” (Биология охраны природы, 1983).

Для того чтобы сохранить биосферу и все разнообразие естественных почвенных разностей, следует включить в Красную книгу прежде всего те из них, которые находятся под угрозой исчезновения. Это необходимо и для успешного решения многих практических задач. Так, для проведения мониторинга и сравнительного анализа процессов, происходящих в целинных и освоенных землях, следует иметь эталонные почвы. После окультуривания почвы продолжают оставаться под воздействием факторов почвообразования. Знать, какие изменения в пахотных землях вызываются человеком, а какие – природой, необходимо для выработки оптимальных систем земледелия и максимального использования почвенного плодородия, не только созданного трудом людей, но и постоянно возобновляемого естественными почвообразовательными процессами.

Естественное же плодородие почвы при правильном обращении с ней может сохраняться на достаточно высоком уровне в течение очень длительного времени, что было доказано всемирно известными опытами на Ротамстедской станции (Кук, 1970). Однако изначальное плодородие почв во многих случаях используется неэффективно, а нередко почти полностью блокируется.

Недооценка возможностей естественного почвенного плодородия во многом объясняется малочисленностью соответствующих исследований, которые в освоенных районах трудно проводить из-за ограниченности эталонных целинных почв, особенно в степных и лесостепных районах, почти сплошь распаханых и застроенных.

Несомненная практическая польза от заповедных почв и в том, что благодаря им возможно оптимальное чередование обрабатываемых земель с целинными и залежными, с тем чтобы последние могли выполнять роль поставщиков полезных микроорганизмов и беспозвоночных животных, которые постоянно гибнут на полях в связи с повышенной антропогенной нагрузкой на них.

Можно привести много и других убедительных доводов в пользу незамедлительного создания Красной книги почв, но на это могут возразить: зачем это делать – ведь в уже существующих ныне заповедниках есть и почвы. Да, есть, но далеко не все, которые необходимо непременно сохранить. И причина здесь прежде всего в том, что подавляющая часть заповедных территорий выделялась для защиты растений и животных, а почвы в них попадали постольку-поскольку. В результате многие исчезающие почвенные разности не попали в ныне существующую сеть заповедников, заказников, памятников природы, биосферных резерватов и не могут в нее попасть, так как не внесены в Красную

книгу – документ, обязывающий оберегать все занесенные в нее природные образования. От того, как будет заповедоваться почва, во многом зависит успешное решение всей природоохранной проблемы. Поэтому весьма актуально своевременное включение всесторонней программы почвенного заповедования в общую систему долгосрочных мероприятий по развитию сети особо охраняемых территорий.

Данная сеть характеризуется отчетливой тенденцией к расширению. По некоторым экспертным оценкам, общая площадь заповедников, заказников, национальных парков, памятников природы в нашей стране в недалеком будущем должна удвоиться–утроиться. Нет необходимости специально доказывать, насколько важны работы почвоведов по организации особо охраняемых природных территорий с учетом задач охраны почв.

К сожалению, данная проблема была поставлена сравнительно недавно. В отечественной почвоведческой литературе идея необходимости создания Красной книги почв высказывалась нами начиная с 1979 г. (Никитин, 1979, 1982а,б, 1989; Добровольский, Никитин, 1990). Ряд важных аспектов проблемы рассмотрен И.А. Крупениковым, за создание Красной книги почв высказался в 1983 г. академик М.С. Гиляров (см. Крупеников, 1985), а в дальнейшем эту идею поддерживали Л.О. Карпачевский, Л.Н. Ташнинова, А.М. Русанов, О.В. Чернова, А.И. Климентьев, Е.В. Блохин, А.А. Чибилев и др.

При разработке Красной книги почв в качестве одного из исходных положений, по-видимому, должно быть использование опыта создания Красной книги растений и животных. Известно, что данный документ распространяется на редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Есть основания считать, что и Красная книга почв также должна преследовать подобную цель применительно к почвенным телам. Однако полная аналогия в данном случае невозможна, что связано со спецификой почвенных образований, воздействием на них человека, разнообразием почв и т.д.

В связи с этим возникает необходимость в определении почвенных объектов, подлежащих высшим формам охраны. При этом необходимо учитывать, что имеются три основные категории почвенных образований: целинные (естественные), освоенные человеком и окультуренные, т.е. приобретшие существенно более высокий уровень плодородия благодаря рациональному землепользованию. В Красную книгу почв правомочно включение представителей любой названной категории (табл. 12), но цели и формы их охраны могут заметно различаться.

Таблица 12

**Виды почвенных объектов особой охраны**

| Объект                                                                   | Основные формы охраны                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Целинные эталонные почвы                                                 | Комплексные и почвенные заповедники и заказники                                       |
| Редкие целинные и освоенные почвы                                        | Почвенные заповедники, заказники и памятники природы                                  |
| Почвы мемориального значения                                             | Памятники истории, почвенные заказники                                                |
| Почвы опорных пунктов исследовательских учреждений                       | Почвенные заказники                                                                   |
| Почвы ключевых учебных полигонов                                         | То же                                                                                 |
| Сильноокультуренные почвы – модели высокого плодородия                   | Агропочвенные заказники, опытные станции, государственные сорто-испытательные участки |
| Почвы как среда обитания растений и животных, включенных в Красную книгу | Комплексные заповедники и заказники                                                   |
| Реперные почвы – объекты мониторинга                                     | Ценные почвенные объекты специального использования                                   |
| Огородные высокоокультуренные почвы                                      | Ценные почвенные объекты, защищаемые от застройки и загрязнения                       |
| Ископаемые природные почвы                                               | Почвенно-палеонтологические заказники                                                 |
| Почвы археологических объектов                                           | Почвенно-археологические заказники и памятники                                        |
| Городские почвы повышенной экологической значимости                      | Ценные почвенные объекты, защищаемые от застройки и загрязнения                       |

Из категории целинных земель в Красную книгу почв целесообразно прежде всего включение эталонных представителей тех почвенных разностей, для которых существует угроза значительного изменения, деградации или исчезновения под влиянием антропогенных факторов. Основная задача особой охраны почв данной категории – это сохранение наибольшего разнообразия естественных почвенных разностей, структур почвенного покрова и их биоценозов. Поэтому, кроме редких и исчезающих целинных почв, режим особой охраны должен быть установлен и для наиболее представительных эталонов широко распространенных почвенных разностей с целью устранения опасности их бесконтрольного освоения и организации своевременного всестороннего изучения.

Главными формами охраны целинных почв следует считать почвенные заповедники и заказники специального режима. На территории заповедников исключается всякая хозяйственная деятельность, на территории заказников разрешаются только те виды деятельности, которые не связаны с заметным воздействием на почву (охота, умеренный сбор ягод и грибов, заготовка кормов и лекарственных растений).

При решении вопроса о включении в Красную книгу тех почв, которые подверглись освоению, необходимо прежде всего выявить наименее измененные разности, близкие к целинным почвам и нуждающиеся в охране.

В связи с высоким уровнем антропогенного изменения среды многие почвенные разности фактически остались без целинных эталонов. Особенно в трудном положении оказались черноземы. Так, почвенный покров многих лесостепных и степных европейских районов освоен выше нормы оптимального освоения. Следует учитывать, что полное освоение территории приводит к минимуму полезной продукции, равному 25% возможного максимума (Реймерс, Штильмарк, 1978).

Ясно, что переводение части освоенных земель на режим особой охраны — задача исключительной практической и научной значимости, требующая безотлагательного решения. Ведь освоенные земли с каждым годом все сильнее видоизменяются, особенно под влиянием эрозии и техногенного загрязнения.

Какие же формы охраны наиболее целесообразны в отношении освоенных почв, подлежащих включению в Красную книгу? На наш взгляд, наиболее широко распространенной формой охраны должна стать организация почвенных заказников общего режима. На их территории исключается широкомасштабное строительство промышленных, бытовых и жилищных объектов; мероприятия по защите среды от загрязнения должны проводиться в полном объеме; обработка земель и возделывание сельскохозяйственных культур допускаются только при условии действительного соблюдения всех мероприятий, предотвращающих эрозию и деградацию почв.

На отдельных участках наименее измененных освоенных почв целесообразна организация заказников специального режима и заповедников с целью обеспечения необходимой представительности надежно сохраняемых эталонных и редких почв. На первых порах, вероятно, целесообразно организовывать небольшие по площади почвенные заказники и заповедники.

Кратко остановимся на первоочередных задачах, которые предстоит решить при разработке Красной книги почв. Прежде всего необходимо точно установить,

какие почвы к настоящему времени включены в уже существующую в стране систему заповедников и заказников. К сожалению, пока нет ни одной полной сводки по данному вопросу. Это во многом связано с тем, что далеко не все почвы заповедников и заказников изучены с необходимой полнотой, далеко не всем из них даны надежная диагностика и классификационное определение. Так, анализ материалов, изложенных в книгах “Заповедники СССР” (1983) и “Заповедники России” (1994), показал, что сведения о почвах имеются примерно лишь для 25% заповедников. Для остальных заповедников такие сведения просто отсутствуют. Следовательно, первейшая необходимость – создание общей сводки и списка уже заповеданных почв. Для этого, конечно, потребуются дополнительные исследования, и их необходимо срочно проводить, так как иначе дальнейшее продвижение в разработке Красной книги почв невозможно.

Другая задача первостепенной важности связана с выявлением всех редких и исчезающих в силу различных причин (эрозии, застройки промышленными и городскими объектами, загрязнения, глубокого преобразования техническими мероприятиями и др.) естественных почвенных разностей. Одновременно необходимо выявление эталонных почвенных профилей, наиболее полно характеризующих различные систематические категории почв (виды, роды, подтипы и др.).

Успешная разработка Красной книги почв, конечно, прямо зависит от всесторонней разработки общей теории охраны и рационального использования почв, объективных исходных положений, определяющих данную проблему и пути ее решения. В данной области, несмотря на значительные достижения последних лет, остается еще много неясного и слабо разработанного, не позволяющего в полной мере оценить разностороннюю пользу от практической реализации Красной книги почв.

Для подлинного понимания значения сбережения и особой охраны мира почв особенно важно учение о незаменимости почвенного покрова в биосфере и экологической полифункциональности почв. В свете данного учения создание Красной книги почв, всесторонняя охрана и рациональное использование почв выходят за рамки просто почвозащитных вопросов. Они поднимаются до уровня проблемы сохранения благополучия биосферы и планеты в целом, поскольку биогеоценотические и глобальные функции почв (прежде всего естественных) являются обязательным условием сохранения исторически сложившихся круговоротов вещества и энергии на Земле, без чего жизнь на ней невозможна.

Относительно исходных понятий особой охраны почв необходимо отметить, что они разработаны пока недостаточно, а публикации, посвященные этому вопросу, до недавнего времени были немногочисленны. Так, кроме авторов настоящей работы, данные понятия применяет И.А. Крупеников (1985). Им рассматривается, в частности, содержание понятий почвенных заповедников трех видов – раритетных, агрономических и моделей высокого плодородия, которые предлагается организовать в Молдове. По И.А. Крупеникову, почвы-раритеты, включаемые в заповедники первого вида, занимают небольшую площадь, но представляют большую научную ценность. Агрономические заповедники – главные в хозяйственном отношении эталонные заповедники, которые в Молдове должны охватить самые распространенные на полях и в садах подтипы черноземов. Заповедники моделей высокого плодородия предполагают особую охрану почв, доведенных до высокого уровня плодородия.

Подобное ранжирование почвенных заповедников привлекательно стремлением дифференцировать объекты охраны, однако сами определения указанных видов заповедников, судя по всему, носят предварительный характер и отражают специфику землепользования в Молдове.

И.А. Крупеников использует также понятие “почвенный заказник”. В целом трактовка данного понятия И.А. Крупениковым коррелирует с понятием почвенного заказника общего режима, рассмотренным нами выше.

Ясно, что столь важный вопрос, как определение некоторых понятий и положений особой охраны почв, не может быть решен декларативно отдельными специалистами, важна всесторонняя его разработка с учетом появившихся в последние годы публикаций по данному вопросу (Чернова, 1995; Климентьев, Блохин, 1996; Ташнинова, 2000).

К числу первоочередных относится также задача предварительного определения конкретных почв, на которые должен распространяться режим заповедников и заказников. Первый опыт ее решения уже имеется. И.А. Крупениковым (1985) в общем виде намечены почвы, подлежащие особой охране на территории Молдовы. К редким почвам (почвам-раритетам), подлежащим заповедованию, он относит ксерофитно-лесные черноземы в гырнецовых дубравах, бурые лесные почвы под буком и дубом, слитые черноземы, лесолуговые почвы в поймах. По мнению И.А. Крупеникова, заповедники для названных почв организовать нетрудно, поскольку эти почвы можно найти в лесу, где они не испытали заметного антропогенного воздействия. Следовательно, необходимо выделить соответствующие участки леса и перевести их на заповедный режим.

Значительно сложнее обстоит дело с организацией заповедников для эталонов широко распространенных почв, ценных в агрономическом отношении. В районах интенсивного освоения они почти сплошь распаханы. Поэтому под такие заповедники, которые, по мнению И.А. Крупеникова, в Молдове должны охватить все основные подтипы черноземов – типичные, выщелоченные, обыкновенные, карбонатные, предлагается изъять небольшие площадки из земель сельскохозяйственного пользования с целью возрождения черноземов. Это позволит проводить сопоставление используемых разностей с целинным стандартом, прогнозировать позитивные и негативные изменения в плодородии и различных экологических функциях почв.

Заповедники моделей высокого плодородия И.А. Крупеников предлагает организовать на тех черноземах и на обрабатываемых лесных и пойменных почвах, у которых плодородие доведено до высокого уровня.

При реализации заповедования почв в различных регионах России необходимо исходить как из общих задач особой охраны почв, так и специфики почвенного покрова конкретной территории с учетом хода ее естественного развития и характера хозяйственного использования.

В районах интенсивной освоенности территорий, прежде всего степных и лесостепных, конкретные проблемы заповедования почв будут во многом перекликаться с только что рассмотренными для Молдовы.

Районы, испытывающие меньшую антропогенную нагрузку, находятся в более благоприятном положении. Поэтому может показаться поначалу, что реализация для них программы особой охраны почв значительно менее актуальна и может быть отодвинута на более поздние сроки. Однако в действительности такой взгляд неверен. Так, если взять лесную зону, Крайний Север и ряд пустынных территорий, то для них задачи выявления почв, подлежащих включению в сеть заповедников и заказников, стоят не менее остро, чем для густонаселенных районов. Причин здесь несколько. Во-первых, во многих случаях освоенность данных территорий местами оказывается очень высокой (юг лесной зоны, промышленные центры на Севере, оазисы в пустынях). Во-вторых, многие малонаселенные районы в ближайшие годы будут вовлечены в широкомасштабное освоение. В-третьих, природа и почвенный покров этих территорий часто оказываются исключительно ранимыми, особенно в районах активного действия ветровой эрозии, вторичного засоления, вечной мерзлоты и др.

Следовательно, программа реализации особой охраны почв должна носить общероссийский характер и охватывать все при-

родные зоны. В плане реализации данной программы нами было выдвинуто предложение о разработке Красной книги эталонных и редких почв лесной зоны. Объектами особой охраны здесь должны стать те почвенные разности, которые наиболее характерны для типов, подтипов, родов (а в перспективе и видов) почв и достаточно широко распространенных на территории лесной зоны, а также почвы, встречающиеся локально (табл. 13).

К числу почв, подлежащих первоочередному заповедованию, следует отнести почвенные профили, формирующиеся на редких для зоны почвообразующих породах и в необычных экологических условиях: почвы на шунгитовых сланцах, карбонатных и других породах (дерновые шунгитовые, дерново-карбонатные, бурые лесные, почвы ополей Русской равнины и др.). Эти почвы часто отличаются высоким плодородием и поэтому подвергнуты широкому, а в некоторых районах сплошному освоению. Понятно, как важно сохранить уцелевшие целинные или слабо измененные участки этих почв.

К группе почв первоочередной особой охраны относятся также эталонные профили, всестороннее изучение которых является базой для разработки теоретических и прикладных вопросов учения о генезисе, географии и экологии характерных почв лесной зоны. Это прежде всего наиболее типичные глеево-подзолистые, собственно подзолистые и дерново-подзолистые на однородных покровных суглинках. Эти почвы встречаются значительно реже, чем это принято считать. Во-первых, действительная однородность рыхлых почвообразующих пород наблюдается не так часто; во-вторых, покровные отложения во многих районах имеют подчиненное значение. Например, в Коми собственно подзолистые почвы на покровных отложениях в типичных районах средней тайги занимают всего около 16% площади (Забоева, 1975).

По-видимому, все участки, на которых были проведены фундаментальные исследования свойств и режимов почв, должны быть рассмотрены как возможный объект почвенных заказников специального режима и почвенных заповедников; их создание будет способствовать преемственности научных исследований прежних лет и современному почвенному и экологическому мониторингу.

Важным объектом особой охраны должны стать почвы с ярко выраженным полигенетическим профилем, в котором "записаны" различные этапы его эволюции и отчетливо проявляется функция памяти биогеоценоза. В лесной зоне равнинных районов к таким почвам относятся подзолистые и дерново-подзоли-

Таблица 13

**Почвы первоочередной особой охраны в лесной зоне Европейской территории России (ЕТР) и Западной Сибири \***

| Широко распространенные почвы, нуждающиеся в эталонных особо охраняемых участках |                                          | Почвы редкие и ограниченного распространения, нуждающиеся в организации особой охраны |                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Почвы                                                                            | Основные районы распространения          | Почвы                                                                                 | Основные районы распространения                |
| Глеево-подзолистые                                                               | Северная тайга ЕТР                       | Дерновые шунгитовые                                                                   | Тайга Карелии                                  |
| Собственно подзолистые                                                           | Средняя тайга ЕТР                        | Подбуры                                                                               | Северная и средняя тайга ЕТР                   |
| Дерново-подзолистые                                                              | Южная тайга ЕТР                          | Дерново-карбонатные                                                                   | Лесная зона ЕТР                                |
| Дерново-палево-подзолистые                                                       | Хвойно-широколиственные леса             | Бурые лесные                                                                          | Южная тайга и хвойно-широколиственные леса ЕТР |
| Слабоподзолистые глееватые                                                       | Северная и средняя тайга Западной Сибири | Буроземы, поддубицы, коричнево-бурые                                                  | Западные районы ЕТР, Приуралье                 |
| Дерново-подзолистые со вторым гумусовым горизонтом, дерново-глеевые              | Южная тайга Западной Сибири              | Почвы ополей                                                                          | Южная тайга и хвойно-широколиственные леса ЕТР |
| Подзолы песчаные                                                                 | Лесная зона ЕТР и Западной Сибири        | Подзолистые со вторым гумусовым горизонтом                                            | Средняя тайга Западной Сибири (и отчасти ЕТР)  |
| Почвы с двумя элювиальными горизонтами на двучленных породах                     | Лесная зона ЕТР и Западной Сибири        | Подзолистые и дерново-подзолистые на пермских глинах                                  | Лесная зона Приуралья                          |
|                                                                                  |                                          | Карликовые подзолы                                                                    | Тайга Кольского полуострова и Карелии          |
|                                                                                  |                                          | Подзолы с мощным ортандовым горизонтом                                                | Тайга Западной Сибири и ЕТР                    |
|                                                                                  |                                          | Темноцветные почвы западин                                                            | Южная тайга и хвойно-широколиственные леса ЕТР |

\* Список предварительный, неполный; некоторые названия почв – рабочие.

стые со вторым гумусовым горизонтом, почвы с карбонатными конкрециями, автоморфные песчаные подзолы с мощными ортзандовыми горизонтами и др.

Существует также самостоятельная группа вопросов, связанных с организацией и координацией работ по созданию Красной книги почв различных уровней. В реальном воплощении данной задачи выделяется несколько этапов (Никитин, Скворцова, 1994, 1999), которые целесообразно кратко рассмотреть, поскольку они представляют интерес в связи с необходимостью создания Красных книг почв в различных субъектах Российской Федерации и других странах мира.

Первый этап – осознание необходимости подготовки данного важнейшего почвоохранного свода и привлечение к нему внимания специалистов и общественности.

Второй этап, тесно связанный с первым, – это организация конкретных работ по подготовке Красной книги почв России и входящих в нее субъектов Федерации.

Наш опыт деятельности в рассматриваемом направлении говорит о явном запаздывании первого этапа “почвенно-красно-книжных” работ и замедленном переходе ко второму этапу. Так, после высказывания нами идеи создания Красной книги почв страны (Никитин, 1979) и поддержки ее крупными учеными потребовалось 10 лет, чтобы были предприняты на нужном уровне первые организационные шаги в соответствующем направлении: в 1989 г. по решению VIII Всесоюзного съезда почвоведов была образована Рабочая группа по созданию Красной книги почв (председатель – Е.Д. Никитин, секретарь – Е.Б. Скворцова). К тому времени для территории нынешней Молдовы были предприняты существенные инициативы по проблеме создания Красной книги почв на республиканском уровне (Крупеников, 1985).

Третий этап – проведение и координация практических работ по созданию Красной книги почв страны и субъектов Федерации – оказался наиболее труднореализуемым. После рассылки рабочей группой соответствующего обращения в различные отделения Всесоюзного общества почвоведов и его опубликования (Никитин, Скворцова, 1990) на призыв приступить к соответствующим работам откликнулось только одно отделение из более чем 100. Потребовалось второе обращение, в котором была аргументированно разъяснена реальность угрозы потерять в связи с антропогенной деградацией, приватизацией земель и другими причинами многие уникальные почвы и особо ценные объекты (научные стационары и учебные полигоны, не имеющие соответствующего статуса и др.).

После вторичного призыва дело сдвинулось с мертвой точки. Поступили материалы с предложениями об особой охране конкретных ценных почвенных объектов России (см. Приложение) от специалистов из Московской, Оренбургской, Ростовской, Тульской областей, Калмыкии и других субъектов РФ. При этом наметились два основных подхода к практическому воплощению особой охраны почв. Один из них, предлагаемый Л.Н. Ташниновой, О.В. Черновой и другими почвоведомы, направлен на выделение, полномасштабное изучение и сохранение ценных почвенных объектов в уже существующей системе охраняемых территорий.

Другой подход (разработки П.А. Садименко, А.И. Климентьева, Е.В. Блохина, А.А. Чибилева и др.) предполагает широкое развертывание особой охраны почв и значительное расширение сети охраняемых природных территорий за счет пополнения ее ценными почвенными объектами (табл. 14). Рассмотрим некоторые аспекты реализации данного подхода, изложенного в первой “почвенно-краснокнижной” монографии “Почвенные эталоны Оренбургской области...” (Климентьев, Блохин, 1996).

Указанная работа является примером подготовки научного обоснования особой охраны почв в масштабах субъекта РФ. Прежде всего отметим, что Оренбургская область оказалась удачным полигоном отработки методики выделения эталонных, редких и исчезающих почвенных объектов – основных претендентов на включение в Красную книгу почв.

Оренбуржье, расположенное в лесостепной и степной зонах Урала и Предуралья и отличающееся сложными геолого-геоморфологическими условиями и высокой степенью освоенности почвенного покрова, давно нуждается в сохранении естественно-исторического почвенного разнообразия. Решив теоретически и практически данную задачу, можно будет обоснованно использовать полученный опыт для решения аналогичных проблем в других субъектах Федерации.

А.И. Климентьев и Е.В. Блохин достаточно далеко продвинулись в подготовке базовых материалов для создания Красной книги почв различных уровней. При этом сбор и интерпретация этих материалов опираются на солидную научную основу. Так, названная работа содержит такие важные разделы, как “Почва – полифункциональная система” и “Принципиальные особенности Красной книги почв”. В них авторы увязывают осуществление педосферой экологических функций со степенью ее сохранности, что определяется прежде всего уровнем сбережения естественно-исторических почв. Следует также согласиться с позицией авторов относительно системы особо охраняемых почвенных объек-

Таблица 14

**Почвы – претенденты на включение в Красную книгу почв России  
(полноразвитые, целинные и слабо измененные человеком)**

| № п.п.                                  | Почвы, отображенные на Почвенной карте РСФСР, м-б 1:2,5 млн             |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <i>Почвы лесостепей и степей</i>        |                                                                         |
| 1                                       | Темно-серые лесные со вторым гумусовым горизонтом, буровато-темно-серые |
| 2                                       | Черноземы оподзоленные, в том числе мицеллярно-карбонатные              |
| 3                                       | Черноземы выщелоченные, в том числе мицеллярно-карбонатные              |
| 4                                       | Черноземы типичные                                                      |
| 5                                       | Черноземы обыкновенные                                                  |
| 6                                       | Черноземы южные                                                         |
| 7                                       | Черноземы мицеллярно-карбонатные                                        |
| 8                                       | Черноземы языковатые и карманистые выщелоченные                         |
| 9                                       | Черноземы языковатые обыкновенные и южные                               |
| 10                                      | Черноземы мучнисто-карбонатные (промытые)                               |
| 11                                      | Черноземы осолоделые, солонцеватые, слитые                              |
| 12                                      | Лугово-черноземные                                                      |
| <i>Комплексы степей</i>                 |                                                                         |
| 13                                      | Черноземы и солонцы автоморфные                                         |
| 14                                      | Черноземно-луговые и солонцы луговые                                    |
| <i>Почвы сухих степей и полупустынь</i> |                                                                         |
| 15                                      | Темно-каштановые типичные                                               |
| 16                                      | Темно-каштановые мицеллярно-карбонатные                                 |
| 17                                      | Темно-каштановые мучнисто-карбонатные и остаточно-карбонатные           |
| 18                                      | Каштановые                                                              |
| 19                                      | Светло-каштановые                                                       |
| <i>Комплексы сухих степей</i>           |                                                                         |
| 20                                      | Каштановые и солонцы                                                    |

тов, в которую, по их мнению, должны входить не только природные целинные почвенные объекты (эталонные, редкие и исчезающие), но и территории, почвы которых достигли высокого уровня продуктивности при антропогенезе.

В разделе “Условия почвообразования и почвенное разнообразие Оренбургской области” успешно используется введенное нами понятие “почвенное разнообразие”, аналогичное понятию “биологическое разнообразие”. При этом акцентируется внимание на необходимости сопряженного решения проблем сохранения почвенных и биологических компонентов биосферы.

Центральный раздел рассматриваемой монографии – “Структура Красной книги почв области”. В нем дается обоснованная мотивация особой охраны почвенного разнообразия Оренбуржья путем выделения конкретных участков с почвенными эталонами различных категорий и их защиты от разрушения и деградации. Предлагается выделять основные, локальные, комплексные эталоны, а также эталоны редких и исчезающих почв области. Указанная группировка эталонов сопровождается дополнительной рубрикацией. Так, раздельное эталонирование предлагается осуществлять для редких почв Оренбургской области и для редких почв России в целом.

Заключительный раздел монографии посвящен ландшафтно-экологическим принципам создания сети заповедных объектов по охране и мониторингу почв Оренбургской области. В нем авторы справедливо акцентируют внимание на отставании в создании организационно-правового механизма сохранения почв, что во многом предопределило неоправданное сплошное освоение пахотнопригодных земель без резервирования целинных участков различных почв данного региона: “Так, при активном сельскохозяйственном освоении целинных и залежных земель из природного фонда были изъяты все пахотнопригодные земли и часть малопригодных для земледелия. При освоении не зарезервировано ни одного участка целины для будущих почвенных заповедников. Немалую роль в этом сыграла и слабая разработанность ... принципов заповедного дела вообще, а почвенного в особенности” (Климентьев, Блохин, 1996, с. 80).

Приведенное высказывание авторов достаточно хорошо обрисовывает общую ситуацию с “сохранением” почвенного разнообразия не только в Оренбуржье, но и в России в целом, а также в большинстве других стран.

Из вышеизложенного напрашивается вывод о необходимости ускорения “почвенно-краснокнижных” работ для всех субъектов Российской Федерации. Однако эффективное решение этой давно назревшей проблемы на энергии отдельных энтузиастов невозможно. Необходимы специальные программы по Красной книге почв и особой охране почв для субъектов Федерации и России в целом с финансовым их обеспечением, а также подключение к данной проблеме научного потенциала страны с постановкой соответствующих тем в ведущих почвенных научных и учебно-научных центрах.

## **ПОДГОТОВКА СВОДНОГО КАДАСТРА ЦЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ И ДРУГИХ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Продолжающаяся антропогенная деградация окружающей среды все настоятельнее требует сохранения и резервирования природных и природно-культурных объектов повышенной экологической значимости. Для России эта задача особенно актуальна, поскольку в ее пределах территория, защищенная режимом специальной охраны, составляет лишь около 3%. Одним из эффективных механизмов реализации данной проблемы является создание сводного кадастра указанных объектов, в котором должны быть указаны местоположение и основные параметры различных природных и природно-культурных образований (почвенных и агропочвенных, биологических, географических, природно-исторических и др.), подлежащих сохранению и ранжированных по категориям ценности и предлагаемому режиму охраны.

Наличие такого кадастра существенно облегчило бы рациональное природоохранное землепользование и позволило бы своевременно корректировать проекты хозяйственного освоения земель. Однако подготовка такого кадастра сопряжена с рядом трудностей: недостаточной изученностью многих претендентов на включение в данный природоохранный свод, неразработанностью методических и концептуальных положений и т.д.

Особенно слабо разработан почвенный блок. До середины 90-х годов не было известно ни одного почвенного объекта, который бы получил в России официальный статус почвенного заповедника, заказника или почвенного памятника природы. Такое отставание контрастирует с достаточно активной работой по другим природоохранным направлениям. Так, выделено значительное количество биологических, гидрологических, геологических памятников природы с рекомендациями по режиму их сохранения (Зеленая книга Поволжья..., 1995; Зеленая книга Республики Татарстан, 1993, и др.). Многие из опыта данных работ могли бы с успехом использовать и почвоведы. Например, продуктивными могут оказаться контакты с геологами, занимающимися выделением, обоснованием и изучением уникальных геологических памятников. Интерес почвоведов к достижениям в области особой охраны компонентов геологической среды должен усиливаться и тем, что на многих уникальных геологических площадках могут оказаться и уникальные, слабо изученные почвы и биоценозы, нуждающиеся в исследовании и сохранении.

Использование почвоведцами опыта геологов и других специалистов по охране эталонных и редких объектов природы – весьма актуальная задача. Этот опыт достаточно богат и касается правовых аспектов, методики исследования, типизации и картографирования охраняемых феноменов и др.

Как считает Я.Г. Кац, для конкретного решения вопроса об уникальности какого-либо природного объекта и включении его в сеть особо охраняемых территорий может быть использована методика компьютерной оценки с учетом набора факторов и их значимости, среди которых приоритетную роль играют: научная ценность, роль в культурном наследии, познавательная и эстетическая ценность, состояние объекта и его действующий статус, использование в эколого-просветительской работе, применение в учебных целях, рекреационные возможности и доступность.

В методическом плане почвоведцами могут быть использованы намеченные геологами основные направления деятельности по сохранению уникальных феноменов: работы на региональном уровне по выявлению объектов охраны в соответствии с действующими правовыми и нормативными актами; обеспечение сохранности памятников благодаря отражению соответствующих требований в лицензиях по использованию прилегающих территорий; придание работоспособности положению о вознаграждении лиц, открывших новые уникальные объекты; разработка методических рекомендаций по изучению и выделению объектов охраны; составление региональных карт и справочных материалов по памятникам природы для научных экскурсий, экологического образования и др.

Большая часть перечисленных задач должна решаться при проведении соответствующих работ по выделению ценных почвенных образований и отнесению их в ту или иную категорию охраняемых объектов. Такие работы уже поставлены и в определенной мере проведены рядом почвоведов по инициативе рабочей группы по Красной книге и особой охране почв, преобразованной в 2000 г. в подкомиссию (председатель – Е.Д. Никитин, секретарь – Е.Б. Скворцова). В данном направлении многое сделали также молдавские почвоведы во главе с И.А. Крупениковым.

Важным результатом почвоохранных работ явился подготовленный первый вариант кадастра ценных почвенных объектов, извлечения из которого с указанием авторского коллектива даны в Приложении к настоящей монографии. При подготовке кадастра на каждый выделяемый объект заполнялся “экологический паспорт ценного почвенного объекта” (табл. 15), на основе которого тот или иной почвенный участок рассматривался в качестве возможного претендента на включение в сеть особо охраняемых территорий.

Таблица 15

**Экологический паспорт ценного почвенного объекта (ЦПО)**

| № п. п. | Общие сведения                                                                                        |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Название ЦПО, площадь (в га), кто является землепользователем                                         |
| 2       | Значение ЦПО, характер использования                                                                  |
| 3       | Административный район, область                                                                       |
| 4       | Состояние и стадия оформления охраны ЦПО                                                              |
| 5       | Ф.И.О. рекомендовавших ЦПО для особой охраны, год рекомендации                                        |
| 6       | Местоположение ЦПО, схема расположения с указанием масштаба                                           |
| 7       | Геолого-географические условия и экзогенные процессы в районе ЦПО                                     |
| 8       | Почвы, генетические горизонты и их мощность                                                           |
| 9       | Антропогенные процессы, изменения ЦПО и прилегающих территорий, прогнозные оценки изменений           |
| 10      | Основные особенности ЦПО, являющиеся основанием для занесения его в Красную книгу почв                |
| 11      | Рекомендуемые мероприятия по особой охране ЦПО, по режиму охраны, ответственные за охрану организации |
| 12      | Основная литература по ЦПО (если имеется или готовится)                                               |

Была проведена также классификация почв по возможным формам охраны (Никитин, 1990а; Никитин, Скворцова, 1994). Выяснилось, что существует большое разнообразие почвенных объектов первоочередной охраны, куда входят: целинные эталонные почвы; редкие целинные и освоенные разности; реперные почвы – объекты мониторинга; почвы опорных пунктов исследовательских учреждений, учебных полигонов и археологических объектов; высокоокультуренные огородные почвы и сильноокультуренные земли различных хозяйств – модели высокого плодородия; городские почвы повышенной экологической значимости и др. Для сохранения разнообразия особо ценных почв необходимо использовать различные формы охраны: комплексные и почвенные заповедники и заказники, почвенные памятники природы, агропочвенные заказники, почвенно-палеонтологические и почвенно-археологические заказники и памятники и др. (см. табл. 12).

## ГЛАВА IV

# **НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОХРАНЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ**

При реализации программ по сохранению и рациональному использованию почв весьма важно определить научное основание, опираясь на которое, данные программы могут быть осуществлены. В качестве такого основания прежде всего может выступать учение о почвенных экологических функциях.

## **УЧЕНИЕ О ПОЧВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЯХ**

Специальная проработка проблемы экологических функций почвы и освещение ее в ряде монографических изданий (Никитин, 1979, 1982а, 1990а; Добровольский, Никитин, 1986, 1990; Структурно-функциональная роль почв в биосфере, 1999, и др.) избавляет нас от необходимости в данной работе давать подробную характеристику этих функций. Поэтому остановимся главным образом на вопросе разнообразия и взаимосвязи экофункций почв, а также последствиях их антропогенного изменения.

## **ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ**

Среди глобальных функций почв (табл. 16) можно выделить в качестве самостоятельных категорий гидросферные, атмосферные, литосферные, общебиосферные и этносферные функции.

В группе гидросферных функций почв обособляются: трансформация почвой поверхностных вод в грунтовые; участие почвы в формировании речного стока и влияние ее на биопродуктивность водоемов за счет приносимых почвенных соединений; работа почвы в качестве сорбционного барьера, защищающего акватории от загрязнений и др.

Антропогенная деятельность приводит к изменениям водного режима почв и водного баланса территорий. К сожалению, последствия этих изменений учитываются явно недостаточно, хотя

Таблица 16

## Глобальные функции почв (педосферы)

| Гидросферные                                                                                                                                                                                                                                      | Атмосферные                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Литосферные                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Общебиосферные и этносферные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Трансформация поверхностных вод в грунтовые.</p> <p>Участие в формировании речного стока.</p> <p>Фактор биопродуктивности водоемов за счет приносимых почвенных соединений.</p> <p>Сорбционный, защищающий от загрязнений барьер акваторий</p> | <p>Поглощение и отражение солнечной радиации.</p> <p>Регулирование влагооборота атмосферы.</p> <p>Источник твердого вещества и микроорганизмов, поступающих в атмосферу.</p> <p>Поглощение и удержание некоторых газов от ухода в космическое пространство, регулирование газового режима атмосферы</p> | <p>Биохимическое преобразование верхних слоев литосферы.</p> <p>Источник вещества для образования минералов, пород, полезных ископаемых.</p> <p>Передача аккумулятивной энергии в глубокие части литосферы.</p> <p>Защита литосферы от чрезмерной эрозии и условие ее нормального развития</p> | <p>Среда обитания, источник вещества для организмов суши, фактор биологической эволюции и этногенеза.</p> <p>Условие нормального функционирования биосферы и этносферы, планетарный узел связей.</p> <p>Обеспечение воспроизводства сельскохозяйственного и лесохозяйственного сырья, фактор формирования полезных ископаемых и энергетических ресурсов.</p> <p>Место для поселений, промышленных и дорожных объектов; рекреационная функция</p> |

во многих случаях они служат причиной крупных негативных явлений регионального и глобального масштаба. Среди них – нарушение естественного водообмена в зоне аэрации, гипертрофирование гидрологических функций почв, их переувлажнение при орошении, что сопровождается процессами вторичного засоления, опустынивания в аридных и семиаридных зонах (Ковда, 1984; Зайдельман, 1992, и др.).

Так, из-за несовершенных способов полива за историческое время в мире подверглись вторичному засолению и оказались непригодными для использования 120–150 млн га земель. Нарушение естественного водного баланса при орошении привело к опустыниванию экосистем и почв целых регионов. Яркий пример – Аральский бассейн: неоправданно большой перехват вод рек, впадающих в Арал, на орошение почв Средней Азии стимулировал быстрое иссушение моря и прилегающих к нему огромных массивов земель.

Это далеко не единственный пример катастрофических трансформаций исторически сложившегося водного баланса целого региона. Существует много территорий с менее выраженными, но также существенными негативными антропогенными изменениями гидрологических параметров почв и ландшафтов, приобретающими все более явно выраженный глобальный размах. Характер этих изменений достаточно сложен и неоднозначен и нуждается во всестороннем изучении. В процессе изучения проявляются многие стороны данного явления, что позволяет полнее осознать грозную опасность нарушений водного баланса для биосферы и человечества.

Так, в обстоятельном труде Ф.Р. Зайдельмана “Естественное и антропогенное переувлажнение почв” (1992) убедительно показано наличие связи между изменением увлажненности почв и трансформациями почвенного профиля, часто имеющими деградационный характер. Особое значение в активизации данных трансформаций имеет глеевый процесс: “Из всех реально значимых процессов почвообразования на земном шаре одним из наиболее важных как для формирования почв обширных пространств, так и особенно для их рационального использования в сельском хозяйстве является процесс глееобразования. Этот процесс в почвах протекает самостоятельно в условиях гумидного климата или возникает под действием ряда вторичных причин в засушливых районах” (с. 4).

Важно подчеркнуть, что существенная активизация глееобразования может происходить в течение нескольких лет и даже месяцев под воздействием как естественных, так и антропогенных факторов (неотектонические движения земной коры; про-

цессы денудации и эрозии почв; нарушения растительного покрова под воздействием пожаров, вырубок, перевыпаса; техногенное изменение влагопереноса по земной поверхности и др.).

Разнообразны стимуляторы глееобразования при сельскохозяйственном использовании земель: "...глееобразование сопровождается не только орошением и осушением. Оно возникает и при современной системе обработки почв, вызывающей их уплотнение. Глееобразование сопровождается выносом и накоплением элементов в профиле почв и их миграцией в ландшафте, поэтому оно может вызвать деградацию почв" (Зайдельман, 1992, с. 4). Мобильность, широкомасштабность процесса глееобразования и быстрота его деградационных воздействий на почвенный профиль заставляют уделять большее внимание этому процессу, ведь "в пределах гумидных ландшафтов переувлажнение проявляется в профиле почв как естественная фаза их гидрологического режима на огромных пространствах земного шара, занимающих более 50% его территории" (Там же, с. 3).

Масштабы переувлажнения почв и развития в них глеевых процессов во многих регионах расширяются в связи с многообразными техногенными нарушениями естественных гидросферных функций почв и ландшафтов (затруднение естественного влагопереноса по земной поверхности из-за прокладки дорог, трубопроводов, промышленных и жилищных объектов; уничтожение растительного покрова; эрозия почв и др.). Особенно значим вклад в данное явление ирригации. В течение XX в. площадь орошаемых земель увеличилась примерно в 6 раз. Важно обратить внимание, что орошение стало применяться и в тех регионах, где ранее существовало только богарное земледелие (лесостепная и степная зоны). Последствия оказались печальными.

Группа атмосферных функций почв включает в себя: поглощение и отражение почвой солнечной радиации; регулирование влагооборота атмосферы; поставку в воздушную оболочку твердого вещества и микроорганизмов; поглощение и удержание некоторых газов от ухода в космическое пространство, регулирование газового режима атмосферы.

Экологическое значение атмосферных функций почв для нормального функционирования почвенной оболочки и биосферы до сих пор не учитывается сколько-нибудь полно. Это связано с длительным господством представлений о том, что биогенное воздействие на атмосферу оказывают только растительные организмы суши и океана. Атмосферный же вклад почвы, о котором В.И. Вернадский давно говорил как о явлении глобального масштаба, стал оцениваться в полной мере лишь в последние

годы. Экспериментальные наблюдения показали, что “почва выступает как мощный регулятор газового состава атмосферы” (Звягинцев, 1987, с. 129).

Значительное воздействие на состав атмосферы во многом обусловлено особыми свойствами почвы.

Среди этих свойств следует прежде всего отметить пористость почвы: количество пор в ней составляет 10–60% объема. Благодаря своему расположению на стыке с атмосферой, пористому сложению и активному продуцированию газов почвенной биотой газообмен между воздухом и почвой совершается весьма интенсивно. По данным Д.Г. Виленского, 20-сантиметровый слой почвенного покрова обменивает свой воздух с атмосферой в течение нескольких часов. По данным других исследователей, в пахотном горизонте почти полное обновление воздуха происходит каждый час (Рассел, 1955).

Газообмен почвы и атмосферы, основанный на диффузии и конвекции, существенно зависит от разности температур почвы и воздуха, влияния ветра, количества осадков, уровня грунтовых вод и верховодки. Особенно сильно зависит газообмен от увлажненности почвы, снижаясь по мере ее возрастания. При переходе от сильно увлажненной к водонасыщенной почве скорость газообмена уменьшается в миллион раз (Звягинцев, 1987). Эти данные свидетельствуют, насколько легче протекает газообмен между почвой и атмосферой по сравнению с газообменом между водными массами и прилегающими к ним воздушными слоями. Как правило, полное насыщение почвы влагой – явление редкое. В почве постоянно присутствует газовая фаза разнообразного состава. Даже на больших глубинах имеется некоторое количество кислорода, в связи с чем восстановительные условия наблюдаются только в отдельных локусах.

Масштабы потребления и выделения газов почвой характеризуются исключительным размахом. За 1 ч кислорода потребляется 1000–4000 л/га, в таких же примерных количествах выделяется углекислый газ. Если не было бы постоянного воздухообмена с атмосферой, запасов кислорода в почве хватило бы всего на 12–48 ч, в некоторых разностях – на 100 ч (Звягинцев, 1987).

Существенное воздействие почвы на состав атмосферы обусловлено также сильным различием их газовой фазы. По составу почвенный воздух отличается от атмосферного в десятки и сотни раз, несмотря на высокоскоростной взаимообмен между ними. Это связано с тем, что продуцирование и потребление газов почвой осуществляются весьма быстро в силу интенсивной деятельности почвенной биоты. По сравнению с атмосферным почвенный воздух содержит в 10–100 раз больше углекислого га-

за и во много раз меньше кислорода. Различия по азоту несущественны. Почвенный воздух, кроме того, постоянно содержит пары воды (насыщенность влагой близка к 100%) и ряд микрогазов. В нем также имеются летучие органические соединения, которые, хотя и содержатся в небольших количествах, могут иметь большое значение в балансе веществ из-за быстрого круговорота и сильного физиологического действия этих соединений и органического вещества в целом (Звягинцев, 1987; Алиев, 1988).

Значимость влияния почвы на динамику состава приземного слоя атмосферы определяется также значительными различиями газовой фазы почв разных ландшафтных зон планеты. Это, в частности, отчетливо прослеживается в выделении почвой  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Торфяно-глеевые почвы тундры выделяют около 0,4 т/га  $\text{CO}_2$  в год, подзолистые хвойных лесов – 3,5–30 т/га, бурые и серые лесные широколиственных лесов – 20–60 т/га, степные черноземы – 40–70 т/га, ферраллитные субтропиков и тропиков – 50–90 т/га (Заварзин и др., 1985). Существенны и сезонные колебания состава почвенного воздуха. Так, содержание кислорода в воздушной среде различных почв в разные сезоны изменяется в десятки раз (Зборищук, 1985).

Большой экологический смысл приобретает анализ выделения почвой в атмосферу всей совокупности летучих соединений и газов, в том числе микрогазов и воздушных органических примесей, поскольку жизнедеятельность наземных организмов тесно связана не только с основными компонентами атмосферы, но и с теми, которые находятся в небольшом количестве.

Всесторонний учет поступлений в атмосферу газов и летучих органических веществ из почвы имеет большое значение в связи с возможным негативным воздействием на озоновый экран ряда химических элементов и соединений, попадающих из тропосферы в стратосферу. Часть разрушителей озонового экрана, например закись азота, по-видимому, может образовываться в заметном количестве при нерациональном хозяйственном использовании почв.

Таким образом, исследование всего разнообразия газообразных веществ, образующихся в почве и поступающих из нее в атмосферу, важно как с теоретической, так и практической точки зрения.

Исключительное значение имеет изучение биологической ассимиляции азота почвами. В мировом земледелии в последнее десятилетие повышение отдачи азота с полей достигалось в основном за счет широкого внесения минеральных удобрений. А такой путь поднятия урожайности становится все более дорогостоящим. Ведь повышение урожайности зерновых с 20 до 40 ц/га

требует увеличения суммарных энергозатрат в 10 раз (производство, хранение, транспортировка, внесение удобрений и т.п.). Причем основная часть затрат связана с производством азотных удобрений. Кроме того, массовое применение минеральных азотных удобрений ухудшает и без того сложную экологическую обстановку на планете, поскольку коэффициент использования азотных удобрений не превышает 50%. В связи с этим имеют место сброс огромных количеств растворимых азотнокислых и аммонийных солей в водоемы, накопление их в почве, а также поступление газообразных соединений азота в атмосферу (Умаров, 1986, и др.).

В то же время микробиологическая фиксация атмосферного азота почвами экологически безвредна для окружающей среды и позволяет избежать огромных энергозатрат, так как осуществляется за счет солнечной энергии. Масштабы азотфиксации почвами длительное время недооценивались, так как считалось, что к усвоению азота атмосферы способна немногочисленная группа микроорганизмов, в основном связанная в своей жизнедеятельности с бобовыми растениями. Однако выяснилось, что механизм биологической фиксации азота значительно разнообразнее и эффективнее и включает существенно большее число азотфиксаторов.

Была выявлена активная азотфиксация в ризосфере и филлосфере небобовых растений, получившая название “ассоциативная азотфиксация”. Она “осуществляется самыми разными бактериями при развитии в ризосфере и филлосфере всех растений во всех природных зонах, в силу чего имеет большую экологическую значимость” (Умаров, 1986, с. 3).

Выяснилось, что суммарная азотфиксация наземных экосистем в течение года составляет около 175–190 млн т, из которых 99–110 млн т приходится на почвы различных сельскохозяйственных угодий (Минеев, 1984). Это значительно превышает то количество азота, которое усваивается посевами из вносимых азотных удобрений. В результате главная масса азота в урожай (70–75%) представлена азотом “биологическим” и азотом минерализованного гумуса почвы.

В решение проблемы поглощения газов почвой заметный вклад внесли наблюдения за поглощением антропогенных газообразных примесей атмосферы. Выяснилось существенное поглощение почвой CO. Известно, что оксид углерода образуется при различных процессах горения в результате неполного окисления углерода. Это приводит к огромному ежегодному поступлению оксида углерода в атмосферу, в 70–80-х годах оно составляло  $60 \times 10^{14}$  г (Seiler, 1974). Характерная черта планетарного распределения CO – более высокая его концентрация в северном

полушарии. Это объясняется тем, что основным поставщиком данного газа являются страны и регионы, расположенные преимущественно в умеренных широтах, – США, Европа, Япония.

Первые доказательства значимости почвы в усвоении оксида углерода были получены в 1926 г., дальнейшие исследования подкрепили и развили эти наблюдения. Было установлено, что процессы поглощения СО достаточно многочисленны: а) поглощение почвой; б) фиксация высшими растениями; в) реакция с животным гемопротеином; г) миграция в стратосферу с последующими фотохимическими реакциями; д) окисление до диоксида углерода в тропосфере с помощью ОН; е) поглощение океаном. Однако, как подчеркивает У. Смит (1985), если опираться на достоверные данные, существенное значение имеют только первые два процесса. Причем, из этих двух факторов поглощения “наиболее важным поглощающим агентом служат почвы” (с. 93).

Из конкретных наблюдений за поглощением оксида углерода почвами следует отметить эксперименты с почвенной смесью в опытных сосудах (Inman, Ingersoll, 1971), в которых было обнаружено снижение содержания СО почти до нулевого уровня в течение 3 ч. Изначальное содержание оксида углерода в воздухе во время опыта было  $13,8 \times 10^4$  мкм/м<sup>3</sup>. В эксперименте установлена важная роль биологических процессов в усвоении СО, подтверждением чему служит прекращение поглощения СО после обработки почвы антибиотиками. Отмечена также более высокая активность в усвоении СО естественными почвами (по сравнению с окультуренными), а также почвами с большим содержанием органики и низким рН.

Обнаружена, кроме того, значительная изменчивость в усвоении оксида углерода различными почвами. Так, при изучении поглощения СО почвами различных провинций США установлено, что скорость поглощения ими оксида углерода колебалась в пределах 7,5–109 мг/ч на 1 м<sup>2</sup> (Смит, 1985).

Почва также активно поглощает диоксид серы и сероводород, причем данный процесс происходит быстрее, чем поглощение оксида углерода. В поглощении серы, по-видимому, участвуют как микробиологические, так и химические агенты. Имеются данные, что сорбция диоксида серы почвами приводит к образованию сульфита и сульфата, а сорбция сероводорода – к образованию сульфида металлов и элементарной серы (см. Smith et al., 1973).

Из числа других газообразных соединений, поглощаемых почвой, следует отметить углеводороды. Так, активно поглощается почвой этилен – легкий углеводород, содержащийся, в частности, в выхлопных газах.

Таким образом, газопоглотительная способность почв свидетельствует, что почвенный покров Земли действительно служит одним из важных регуляторов газового состава воздушной оболочки. Показателем этого является не только выделение почвой многочисленных газов в атмосферу, но и не менее эффективное поглощение их почвой.

Следует особо отметить поглощение почвой газов, выделяющихся из недр Земли. Данная проблема, к сожалению, слабо разработана. Одна из причин этого заключается в том, что анализ взаимодействия почв и воздушной оболочки, как правило, ограничивается верхней границей их раздела, проходящей по поверхности почвы и прилегающему к ней слою тропосферы. В то же время некоторые исследователи высказывали иную точку зрения. Так, В.И. Вернадский (1960) не ограничивал пространственные границы тропосферы зоной стыка ее с почвенной поверхностью. "Наша обычная воздушная атмосфера, так называемая тропосфера, не заканчивается на земной поверхности, она проникает внутрь Земли по всем пустотам и трещинам. Эта подземная тропосфера, начинаясь в коре выветривания, идет глубоко внутрь земной коры, на несколько километров, по крайней мере в стратисферу, проявляясь во всех пустотах, трещинах, пустых промежутках и непрерывно закономерно меняясь в своем химическом составе. Подземная атмосфера соприкасается с тропосферой, в которой мы живем, но химический характер ее резко различен, ибо на всем ее протяжении в нее входят различные газы, новые соединения, многие из которых благодаря химическим реакциям не входят в тропосферу и заканчиваются в подземных атмосферах. Обмен между атмосферой в обычном понимании и подземными атмосферами заторможен" (с. 380).

Из данного, принципиального для рассматриваемого нами вопроса, положения В.И. Вернадского вытекает ряд весьма существенных следствий. Во-первых, атмосфера в обычном понимании и подземная атмосфера стыкуются через коры выветривания и почвы, а точнее, через почвенную атмосферу. Во-вторых, многие содержащиеся в подземной атмосфере газы не попадают в воздушную оболочку, так как поглощаются в процессе взаимодействия с подземными слоями и особенно почвой.

Взаимодействие почвы с подземной атмосферой представляет весьма важную область исследований. Значимость этого вопроса становится все более очевидной в связи с установлением значительного разнообразия проявлений подземной атмосферы и большого ее удельного веса в суммарной газовой оболочке Земли.

В.И. Вернадским (1960) было обращено внимание и на важность конкретных форм взаимодействия почвы с подземной атмосферой. Так, он отмечал, что “недавно открыты организмы *Hydrogenomonas* и другие, живущие во влажных почвах, поглощающие свободный водород, употребляющие его на постройку живых тканей и не допускающие, таким образом, ухода его с земной поверхности” (с. 351). Перехват водорода, выделяющегося из недр Земли микроорганизмами почвы, имеет исключительное планетарное значение: “Роль этих низших организмов огромна, так как они фиксируют ту составную часть, которая может уйти из земного притяжения, привести к диссоциации нашей планеты в продолжение веков течения земных процессов, которым несть числа” (Там же).

Современные исследования убедительно доказывают продуктивность идей В.И. Вернадского в отношении важности и разнообразия процессов взаимодействия наземной и подземной атмосферы и несомненной значимости в этих процессах почв и кор выветривания с их газопоглолительными функциями.

Работы микробиологов показали, что в почве распространена микрофлора, окисляющая углеводороды. Причем повышенные концентрации бактерий, окисляющих пропан и гептан, были обнаружены над залежами нефти и газа. В то же время в приземном воздухе этих районов до вскрытия месторождений углеводороды отсутствовали, что свидетельствует об эффективности работы бактериального фильтра. “Подземной сфере образования углеводородов из метаморфически перерабатываемого органического вещества осадочных пород противостоит бактериальная система, способная не допустить эти газы на поверхность и защищающая атмосферу от их проникновения” (Заварзин, 1984, с. 134).

Экологическое значение данной функции почвенных и подпочвенных микроорганизмов трудно переоценить, ведь благодаря ее действию атмосферная среда обитания высших организмов оказывается защищенной от вредного действия горючих газов. Там, где в районе промыслов уничтожается почвенный защитный бактериальный фильтр, содержание углеводородов достигает десятых долей, а иногда и нескольких процентов.

Таким образом, можно констатировать, что газорегуляторная функция почвы наряду с аналогичной функцией наземных биоценозов – действенный механизм поддержания почвой атмосферы в определенном режиме, сформировавшемся в ходе эволюции. Это достигается многообразием и эффективностью конкретных форм влияния почвы на атмосферу, к которым относятся: выделение многочисленных газообразных почвенных продук-

тов в атмосферу, биологическое и физико-химическое поглощение газов тропосферы, фиксация газов, выделяющихся из недр Земли, и др.

Следует также обратить внимание на то, что в проблеме атмосферных функций почвы в последние годы отчетливо проявляется новый аспект – изучение особенностей региональных проявлений этих функций. Этому был, в частности, посвящен специальный выпуск журнала Природа (1994, № 7) с содержательными публикациями Г.А. Заварзина, А.С. Исаева, Д.Г. Замолотчикова, А.Т. Макроносова, А.М. Тарко, В.Н. Кудеярова, Д.С. Орлова и др., в которых рассмотрены вопросы накопления и баланса углерода на территории России.

Большое внимание уделяется, кроме того, глобальным накоплениям и динамике углерода. Однако имеющиеся данные по этому вопросу противоречивы: “Глобальные запасы углерода почвенного органического вещества варьируют в широких пределах, диапазон колебаний от 700 Гт до 3000 Гт, средняя величина, видимо, близка к 2000 Гт. Столь значительные колебания, почти в 4–5 раз, обусловлены многими причинами. Наибольшее значение имеет использование несовпадающих данных по площадям, занимаемым почвами различных типов, а также то, что обобщались данные, найденные различными методами” (Орлов и др., 1996, с. 48).

Достаточным доверием пользуются материалы К.И. Кобак (см. Глазовская, 1996). Согласно этому источнику, суммарные запасы fossilized стабильного органического углерода в толщах континентальных отложений на порядок превышают его запасы в активном метровом слое почв. В почвенном резервуаре находится в форме гумуса  $2020 \times 10^{12}$  кг  $C_{орг}$ , что в 3,6 раза больше запаса углерода в живой биомассе суши и в 2,8 – выше содержания углерода в атмосфере.

Ежегодно с растительными остатками в почвенный резервуар поступает  $2,5 \times 10^{12}$  кг  $C_{орг}$ , который трансформируется в гумусовое вещество почвы: лабильное – быстро минерализующееся с характерным временем обновления 470 лет и стабильное – с характерным временем обновления 1300 лет. В атмосферу возвращается большая часть ассимилированного углерода –  $2,2 \times 10^{12}$  кг  $C_{орг}$  в год (Глазовская, 1996).

Л и т о с ф е р н ы е ф у н к ц и и п о ч в включают в себя: биохимическое преобразование верхних слоев литосферы при участии почвообразовательного процесса; роль почвы как источника вещества для образования минералов, пород, полезных ископаемых; вклад почвы в защиту литосферы от чрезмерной эрозии, в обеспечение условий ее нормального развития и др. (Никитин, 1982а; Добровольский, Никитин, 1986, 1990, и др.).

Анализируя сущность основных литосферных функций почвы, необходимо иметь в виду, что верхняя часть каменной оболочки, граничащая с гидросферой и воздушной оболочкой, находится в особых термодинамических условиях. Поверхностные горизонты литосферы испытывают постоянное разрушающее воздействие ряда агентов. На континентах особую разрушающую силу несут с собой движущиеся воды и ветер, наиболее интенсивно воздействующие на не защищенные почвенным и растительным покровом дневные горизонты геологических пород.

Легко представить, что произошло бы с каменной оболочкой Земли, если бы она была полностью лишена защитного почвенно-растительного чехла. Прежде всего поверхность литосферы была бы подвержена мощному фронтальному эрозионному воздействию текучих вод. Даже сейчас, когда сведение естественной растительности и распашка земель не охватили сплошь весь земной шар, ежегодно с поверхности континентов сносится в конечные водоемы стока – моря и океаны – более 10 млрд т вещества в результате действия антропогенной эрозии (Лисицын, 1978). Не менее тяжелые потери возникают от дефляции, приобретающей бурный, затяжной характер при уничтожении почвенно-защитного чехла. Наглядный пример – катастрофический размах антропогенного опустынивания земного шара (Ковда, 1984; Розанов, 1984; Ясаманов, 1993, и др.).

Кроме защиты дневных горизонтов каменной оболочки от разрушающего действия ветровой и водной эрозии, почва выполняет не менее существенную функцию: она оказывается важным условием прогрессивного развития литосферы. В чем это проявляется?

Установлено, что литосфера Земли существенно отличается от литосфер других планет земной группы. Главная особенность заключается в существенно большей ее развитости, разнообразии пород и форм рельефа и принципиально большем вкладе экзогенных факторов, в первую очередь гидрологических, в преобразование земной поверхности. “Вследствие полного отсутствия воды на безатмосферных планетах – Луне и Меркурии – или наличия ее в малом количестве и не в жидкой фазе на Марсе и Венере, на этих планетах отсутствует активный круговорот воды в природе. Отсюда – пассивность проявления экзогенных процессов и как следствие – необычайная консервативность орографических элементов (крупные формы рельефа, существующие миллиарды лет). Экзогенные процессы не могут подавить эффект метеоритной бомбардировки, поэтому кратерный тип рельефа безраздельно господствует на Луне, Меркурии, Венере и преобладает на Марсе (Криволуцкий, 1985, с. 270).

Ярким примером консервативности эндогенных форм рельефа на Марсе в связи с ослабленностью там экзогенного преобразования поверхностных слоев литосферы служит сохранение до сих пор вулканов – гигантов высотой более 20 км, вершины которых парят в стратосфере. На Земле, в силу мощного проявления экзогенеза, качественно иное структурно-динамическое состояние литосферы, которая оказалась гораздо более продвинутой в эволюционном плане. И одна из важнейших причин этого – наличие на нашей планете развитого почвенного покрова. Материалы монографий (Добровольский, Никитин, 1986, 1990; Структурно-функциональная роль почв в биосфере, 1999, и др.) убедительно доказывают, что во многом именно благодаря гидросферным функциям почвы реализуются в течение многих миллионов лет влагообороты на Земле, имеющие столь существенное значение в глубоком экзогенном преобразовании каменной оболочки. “С циркуляцией воды во внешней области Земли связано функционирование на нашей планете мощного комплекса экзогенных процессов, оказывающих огромное влияние на другие компоненты – литосферу, органический мир, вовлечение их в глобальные круговороты” (Криволуцкий, 1985, с. 270).

Но дело далеко не только в собственно круговороте воды, который сам по себе мог бы породить в основном лишь разрушение и экзогенную переработку эндогенного рельефа, а также измельчение до определенной степени исходных пород и их эрозию, о чем говорилось выше. Особое значение имеет то обстоятельство, что действие воды на литосферу Земли сочетается с преобразующим влиянием живого вещества, неразрывно связанного в своих главных проявлениях с почвенной оболочкой. В результате происходит суммирование, резонирование влияния воды и живых организмов на литосферу. Важнейшим следствием этого оказывается качественное, многократное (в сотни и тысяч раз) повышение реактивности химических процессов экзогенного преобразования литосферы. И что особенно важно, это преобразование носит отнюдь не только характер разрушения, как полагали долгое время.

Экзогенез на Земле, неразрывно переплетенный с воздействием на литосферу живого вещества и почвообразовательного процесса, выступает и как созидатель, формирующий новые формы рельефа и способствующий образованию целого класса экзогенных соединений, минералов, пород, полезных ископаемых (Таргульян, 1991; Соколов, 1997, и др.).

Преобразование литосферы Земли благодаря отмеченным особенностям ее трансформации отличается не только разнообразием в горизонтальном срезе каменной оболочки, но и глубоким проникновением в ее недра. Так, если на Марсе осадочный слой

прерывист и его мощность измеряется, как правило, метрами или десятками метров, то на Земле осадочный чехол практически сплошь покрывает кристаллический фундамент земной коры, достигая в ряде мест глубины 20 км. Глубокое преобразование литосферы сложной совокупностью процессов (тесно связанных с функционированием живого вещества и почвы), которое можно назвать биосферизацией каменной оболочки, впервые по-настоящему было оценено В.И. Вернадским в его знаменитом высказывании о земной коре как области былых биосфер. В.И. Вернадский считал (1987), что земная кора “захватывает в пределах нескольких десятков километров ряд геологических оболочек, которые когда-то были на поверхности Земли биосферами. Это биосфера, стратисфера, метаморфическая (верхняя и нижняя) оболочка, гранитная оболочка. Происхождение их всех из биосферы становится нам ясным только теперь. Это бывшие биосферы” (с. 35).

Значительный вклад почва вносит и в сбалансированность развития литосферы, под которой мы понимаем определенную уравнированность эндогенных и экзогенных факторов ее эволюции, внутренних и внешних источников энергии литосферы, а также существование процессов возврата в каменную оболочку теряемого ею вещества. До сих пор эта роль педосферы еще не осмыслена сколько-нибудь полно, подтверждением чему служат достаточно односторонние (без учета геосферных функций почвы) попытки объяснить причины существования у Земли тектонически активной развитой литосферы, а также полноценной атмосферы и гидросферы. Доминируют в этом вопросе пока что чисто геологический и геофизический подходы.

Так, активность литосферы и наличие атмосферы у нашей планеты нередко объясняются только ее геофизическими особенностями, прежде всего достаточной массой Земли, обеспечивающей необходимый запас ее внутренней энергии и блокирующей, благодаря значительной силе тяжести, отлет в космическое пространство выделяющихся из земной коры газов. Конечно, данное обстоятельство имеет место и, возможно, является решающим, но нельзя упускать из поля зрения другие существенные факторы. Среди них следует, несомненно, принимать в расчет экзогенный источник энергетической подзарядки тектонических процессов литосферы, действующий во многом благодаря почвообразовательному процессу. Генезис данного источника связан с формированием в ходе почвообразования–выветривания богатых энергий соединений и минералов и отдачей этой энергии в недра Земли при поступлении веществ в планетарные депрессии в ходе миграции соединений с континентов в океаны (Ушаков, Ясаманов, 1984, и др.).

Весьма существенной для поддержания активности литосферы, в частности, ее способности подпитывать воздушную оболочку газами, является способность почвы связывать ряд глубинных газов (диоксид углерода, азот, водород) и возвращать их вновь в литосферу при захоронении и погребении осадочного материала, прошедшего через почвообразовательный процесс. Без такого многократного возврата в литосферу выделенных ею газов наша планета не имела бы той концентрации газов, какую мы наблюдаем сейчас в современной атмосфере Земли. Она оказалась бы чрезмерно разреженной, как на Марсе, или, наоборот, была бы исключительно насыщенной газами, как на Венере, атмосфера которой в 90 раз плотнее земной.

Исключительное значение влиянию газовых функций почвы и живого вещества на эволюцию земной коры придавал В.И. Вернадский (1960). "Роль почвы в истории земной коры отнюдь не соответствует тонкому слою, какой она образует на ее поверхности. Но она вполне отвечает той огромной активной энергии, которая собрана в живом веществе почвы и способна к переносу благодаря проникающим в почву газам.

Говоря о значении биохимических процессов в почвах и значении почвы в области биосферы, мы другими словами, скрыто, указываем на первенствующую роль газов в почвенных процессах и значении этих газов в газообмене земной коры" (с. 304).

Говоря о разнообразии форм и масштабности воздействия почвообразования на литосферу, необходимо отметить геологическую продолжительность влияния почв на каменную оболочку. На данном обстоятельстве акцентировал внимание Б.Л. Личков (1965): "Хочу обратить внимание на то, что моя концепция 1945 года, в основе которой лежит признание роли почв в создании под ними горных пород и вместе с тем в создании ландшафта, приводит к полной переоценке возраста почв по сравнению с общепринятым. Мы привыкли думать, что почвы представляют собой образования чрезвычайно молодые. Между тем это не так. Они являются вовсе не столь молодыми и нередко по возрасту своему гораздо старше тех горных пород, которые их подстилают, ибо почвы создали нижележащие породы" (с. 91).

Мы в наших работах также обращали внимание на данное обстоятельство. Поскольку в настоящее время признается, что заселенность суши живыми организмами исчисляется миллиардами лет, есть все основания считать, что такой же древний возраст имеют и первые примитивные почвы (педогенные образования) планеты.

В группе общебиосферных почвенных функций почва выступает как среда обитания, аккумулятор и источник вещества и энергии для организмов суши, связующее звено биологического и геологического круговоротов, планетарная мембрана, защитный барьер и условие нормального функционирования биосферы, фактор биологической эволюции.

Особый интерес представляет роль почвы как среды обитания и фактора биологической эволюции. Роль почвы как среды обитания для растений и животных проявляется прежде всего в том, что именно с ней связаны существование большинства видов живых организмов и образование основной массы живого вещества планеты. Еще сравнительно недавно полагали, что основная биомасса Земли сосредоточена в Мировом океане. Такое суждение основывалось на доминировании водной поверхности над площадью суши. Однако более точные подсчеты показали, что масса живого вещества континентов многократно превышает биомассу океана. Объясняется это в первую очередь большой плотностью жизни в наземных биогеоценозах, в том числе в почвенной оболочке Земли. Подсчеты распределения зоомассы на суше показывают, что большая ее часть приурочена к почвенному ярусу в связи с исключительной его насыщенностью живыми организмами (Криволуцкий, 1969; Карпачевский, 1981, 1997, и др.).

К настоящему времени накоплены также достаточно обширные сведения, свидетельствующие об огромном значении почвы в эволюции биосферы. Поскольку они систематизированы главным образом по животному миру, то роль почвы как фактора биоэволюции мы рассмотрим на эколого-зоологическом материале, проанализированном в работах М.С. Гилярова и его школы.

Оценивая роль почвы в эволюционном процессе, М.С. Гиляров (1968) в первую очередь обращает внимание на то, что почвенная оболочка по своим главнейшим экологическим особенностям может рассматриваться как среда промежуточная (между водной и воздушной), через которую возможен постепенный переход от водного образа жизни к наземному без резкого изменения организации живого. Такая особенность почвы определяется прежде всего ее водно-воздушными свойствами, по которым она является как бы промежуточной между водой и атмосферой.

Переход к обитанию в почве сопровождался выработкой разнообразных физиолого-морфологических приспособлений у различных групп животных. Так, отсутствие света приводит к потере зрения и пигмента покровов у обитателей глубоких почвенных горизонтов. У животных, поселяющихся в верхних слоях почвы или часто выходящих на ее поверхность, пигментация и зрение сохраняются.

При переходе от водной среды к почвенной многие животные вырабатывают приспособления, защищающие их от высыхания в случае недостатка влаги в почве. Например, у полихет, немертин, турбеллярий отмечается утолщение наружных покровов и снижение их проницаемости. Некоторые полихеты имеют развитые кутикулы, особенно выраженные на голове, где они образуют подобие головной капсулы. Кроме того, происходит развитие желез, выделяющих большое количество слизи.

Следует, однако, подчеркнуть, что кутикула, несмотря на снижение проницаемости, у почвенных форм продолжает оставаться пригодной для диффузии дыхательных газов и испарения, благодаря чему многие почвенные беспозвоночные дышат всей поверхностью. Это оказывается возможным прежде всего в силу высокой насыщенности почвенного воздуха влагой.

Приспособительные изменения отмечаются у почвенных животных и при оплодотворении (Криволуцкий, 1969, 1977). Установлено, что характер оплодотворения зависит от влажности среды. У водных животных обычно наблюдается наружное оплодотворение, при котором происходит выбрасывание половых продуктов в воду. У обитателей воздушной среды доминирует внутреннее оплодотворение (введение самцами спермы в половые протоки самки) – в противном случае в сухой атмосфере яйцеклетка и сперма быстро бы погибли. У почвенных же животных имеются разные варианты наружно-внутреннего оплодотворения, при котором в простейшем случае оставленная самцом на поверхности субстрата капелька спермы подбирается самкой половыми крышками.

К числу важных адаптаций следует отнести приспособленность многих животных к перенесению сильных физических воздействий. Например, такие мелкие обитатели почвы, как тихоходки, обладают необыкновенной способностью быстро впадать в анабиоз и переносить облучение высокими дозами рентгеновских и ультрафиолетовых лучей, высокие концентрации кислот и др. Показано, что этих животных можно без вреда держать 20 месяцев при температуре  $-190^{\circ}\text{C}$ . Такая поразительная выносливость тихоходок, сочетающаяся со способностью распространяться ветром на любые расстояния, позволяет им заселять практически всю поверхность суши. Это характерно и для многих других обитателей почвы – нематод, микроартропод, простейших, устойчивость которых к неблагоприятным воздействиям факторов среды очень велика. Например, коллемболы – один из отрядов низших бескрылых насекомых (вторая по численности группа микроартропод) – поразительно устойчивы к низким температурам и нередко бывают активны даже в мерзлой почве, а развитие их яиц не прекращается при  $2-3^{\circ}\text{C}$  (Криволуцкий, 1969).

Отмечается также изменение характера движения животных при переходе к обитанию в почве. Например, некоторые полихеты при обитании под опавшими листьями передвигаются, как сколопендра, по поверхности субстрата, но в почве они движутся, как земляные черви.

У многих животных, переходящих к жизни в почве, наблюдается изменение формы тела. Отмечено, что обитание в системе мелких полостей между почвенными частицами приводит к значительному уменьшению размеров корненожек по сравнению с обитателями водной среды. Измельчанию животных способствуют также недостаток пищи и низкое содержание кислорода. Мелкие размеры клетки обеспечивают более быструю диффузию в нее кислорода.

Рассмотренное своеобразие животного мира почв – следствие особенностей почвы как среды обитания, главными чертами которой являются буферность (способность противостоять резким изменениям основных своих параметров) и значительное разнообразие условий в пределах профиля: каждый горизонт – особая экологическая ниша. Благодаря этому почвенные животные, с одной стороны, защищены от экстремальных воздействий факторов внешней среды, а с другой – обладают возможностью выбора подходящих условий в пределах профиля, что позволяет им избегать дальних и длительных миграций.

Данные свойства почвы как среды обитания сыграли исключительную роль в эволюции животного мира, одной из характерных особенностей которой явилось постепенное освоение не только почвы, но и других сред, в том числе воздушной, требовавшее, как правило, значительных адаптационных изменений организма. Тенденция к выходу на поверхность отмечена даже у таких типичных обитателей почвы, как дождевые черви. Эволюция червей идет по пути перехода от жизни в почве, где они питаются перегноем, к жизни на ее поверхности, где они питаются опадом, но при использовании почвы как среды обитания. Следующий этап – это полный переход к жизни вне почвы: в лесной подстилке или в растительном войлоке, в гниющей древесине, под мхом на стволах деревьев. Выход на поверхность дождевых червей сопровождается серьезными морфо-экологическими преобразованиями.

Сказанное свидетельствует о том, что наземный образ жизни требует глубоких адаптационных изменений, которые были бы весьма трудно осуществимы, если бы имел место сразу резкий переход от жизни в водной среде к обитанию на поверхности Земли без промежуточного звена – почвы. Нам представляется, что для ряда групп животных такой переход оказался бы невозмож-

ным или потребовал бы гораздо большего времени, что привело бы к общему снижению темпов биологической эволюции и ее упрощению. Иными словами, без почвы оказалось бы невозможным то разнообразие наземных форм жизни, которое имеет место в настоящее время. Однако антропогенные воздействия на биосферу, приводящие к негативным изменениям в почвенной оболочке, ослабляют ее роль как благоприятной среды обитания для многих групп организмов, что с неизбежностью приводит к снижению биоразнообразия.

**Этносферные функции почв.** Среди выдающихся достижений междисциплинарных направлений исследования взаимосвязей природы и общества в числе первых следует назвать географо-этнологические работы Л.Н. Гумилева, обобщенные им в монографиях “Этногенез и биосфера Земли” (1990), “Тысячелетие вокруг Каспия” (1993) и ряде других публикаций.

Убедительно показав, что “разнообразие ландшафтов – вот причина этнической мозаичности антропосферы” (Гумилев, 1993, с. 5), выдающийся ученый стимулировал многие науки поновому оценить степень зависимости этносов от различных компонентов географической среды и биосферы в целом. Данная оценка должна коснуться и почвоведения, поскольку в прямой и опосредованной форме степень влияния почвы на этногенез весьма ощутима. «Космические и планетарные вариации стоят на несколько порядков выше этногенезов, влияют на всю биосферу, включающую не только совокупность живых организмов, но и почвы... И хотя этносы – “капли в океане биосферы”, они не могут не реагировать на ее флуктуации» (Там же, 1993, с. 19).

Анализ данного вопроса дает основание выделить категорию этносферных функций почвы, существенно определяющих этногенез и жизнь этносферы. Среди таких функций можно назвать: роль почвы как одного из важных факторов существования и динамики этносферы; участие ее в формировании полезных ископаемых и энергетических ресурсов, используемых этносами Земли; почва как место для поселений промышленных и дорожных объектов; сохранение почвой информации о развитии природной среды и др.

Этносферные функции почв нуждаются в обстоятельном изучении прежде всего в рамках социально-экономической географии почв, которая на сегодня развита пока явно недостаточно. В то же время потребность в данном научном направлении будет постоянно возрастать, что, например, было показано на Международной конференции “Почвенные ресурсы Прикаспийского региона и их рациональное использование в современных социально-экономических условиях” (1994).

Актуальность социально-экономических почвенных исследований в региональном и глобальном масштабе все более возрастает в связи с нарастающей антропогенной деградацией биосферы и педосферы, чреватой неизбежными этническими напряжениями и катаклизмами: “Биосфера, способная прокормить людей, не в состоянии насытить их стремление покрыть поверхность планеты хламом, выведенным из цикла конверсии биоценозов. В этой фазе этнос, как Антей, теряет связь с почвой, т.е. жизнью, и наступает неизбежный упадок” (Гумилев, 1990, с. 432).

## **БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ПОЧВЕННЫЕ ФУНКЦИИ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ**

В комплексе поднятых в данной работе вопросов анализ функций почв в биогеоценозах (наземных экосистемах) занимает важное место. Уже первый специальный анализ функций почв в биогеоценозах вскрыл их весьма высокое разнообразие и тесную сопряженность (Никитин, 1977, 1982а).

Биогеоценотические (БГЦ) функции целесообразно объединить в группы в соответствии с основными свойствами почв (схема 1). Физические, химические и физико-химические свойства почв определяют такие их функции, как: жизненное пространство; жилище и убежище; механическая опора; депо семян и других зачатков; источник элементов питания; стимулятор и ингибитор биохимических процессов, идущих в биогеоценозе; депо влаги, элементов питания и энергии; сорбент микроорганизмов и др. Важно подчеркнуть, что наиболее “популярная” функция почв как источника элементов питания – это одна из многих узловых БГЦ-функций, но отнюдь не единственная. Поэтому ее чрезмерное усиление (например, с помощью минеральных удобрений) с неизбежностью приводит к существенным, часто неблагоприятным трансформациям других БГЦ-функций. Это, к сожалению, очень долгое время не могли понять сторонники повышенных доз минеральных удобрений, внесение которых, как правило, сопровождается многими отрицательными последствиями.

В группе информационных и целостных функций почва предстает как регулятор численности, состава и структуры наземных биоценозов; сигнал для ряда сезонных и других биологических процессов; пусковой механизм некоторых сукцессий; “память” биогеоценоза. Из основных ипостасей почвы наименее осмыслено в природоохранном плане то, что она является одним из главных участников эволюционного процесса в биогеоценозе.



Известный эволюционист И.И. Шмальгаузен в капитальном труде “Факторы эволюции” (1968) отметил, что эволюция живых организмов идет через биогеоценозы. Следовательно, почва в свете учения Шмальгаузена – один из ведущих факторов эволюции, а ее антропогенные изменения могут играть решающую роль в изменении содержания и направления эволюционного процесса, что мы нередко и наблюдаем в действительности.

Особо опасную тенденцию в связи с нерациональным использованием почвенного покрова приобрела инсुляризация – разделение прежде единых ареалов видов живых организмов на ряд мелких изолированных популяций, что снижает их устойчивость и ведет к вымиранию (Яблоков, Остроумов, 1985; Макеева и др., 1994, и др.). Масштаб и механизм негативных последствий инсуляризации становятся более понятными в свете концепции педосистемы, рассмотренной нами ранее (Никитин, 1977, 1982а; Добровольский, Никитин, 1990). Эта концепция объясняет исключительную важность взаимодействия почвы и организмов, связанных с ней. Именно разбалансировка этих взаимодействий при антропогенном вмешательстве стимулирует инсуляризацию на уровне разрушения единого почвенно-экологического пространства.

Концепция педосистемы способствует более полному уяснению сущности почвообразования (Арчегова, Федорович, 1988; Дмитриев, 1996, и др.) и помогает полнее и глубже вскрыть формы и причины тесной взаимосвязи экологических функций почв и высокую динамичность многих из них.

Прежде всего становится более понятной неизбежность глубоких изменений в мире почвообитающих живых организмов в случае трансформации отдельных свойств почв, поскольку они вместе с ней составляют единое образование – педосистему, или биопедоценоз. Это достаточно очевидное положение до сих пор еще не получило должного признания, особенно среди практических работников, что мешает своевременному предупреждению нежелательных явлений при хозяйственном использовании земель. В качестве негативных примеров можно указать случаи обеднения состава биоценоза почвы и выпадения из нее ценных видов при применении высоких доз минеральных удобрений.

Другим фактором негативных изменений почв, приводящих к деградации их биоценоза, является техногенное воздушное загрязнение земель (Израэль и др., 1983; П. Ревелль, Ч. Ревелль, 1994, и др.). Размах данного явления вызывает серьезную тревогу.

Таким образом, ясно, насколько важно учитывать все экологические последствия воздействия на почвы различных агентов. Это также подтверждается положением о недопустимости одностороннего усиления одной какой-либо почвенной функции, на-

пример источника элементов питания, без учета всех изменений, в том числе негативных, происходящих в биопедоценозе и экосистеме в целом. В комплексе деградационных изменений особое беспокойство вызывает ослабление сообщества почвообитающих организмов, работающего на почвенное плодородие, которое происходит не только при сдвиге химических процессов в почве, но и при заметном изменении ее физического состояния.

Специальные исследования вскрыли, в частности, неоднозначность изменений почвенной биоты при осуществлении мелиоративных мероприятий. Так, установлено, что при осушении и глубоком рыхлении гидроморфных почв Нечерноземья наряду с благоприятными изменениями в почвенной биоте происходит сокращение численности ряда ценных видов организмов (Эколого-гидрологические основы..., 1986). Например, после осушения и распашки дерново-подзолистых глееватых почв на тяжелых отложениях общее количество дождевых червей в них сократилось на 30–50%, а зоомасса снизилась с 5,5–9,5 до 3,5–4,0 ц/га. Глубокое рыхление (до 80 см) привело в первые годы к дальнейшему резкому сокращению люмбрицид. Их общая численность в рыхленной почве оказалась в 7–8 раз ниже по сравнению с осушенной нерыхленной и в 11 раз ниже по сравнению с залежью. В дальнейшем при уплотнении рыхленной толщи численность люмбрицид возрастала, но и спустя 4 года в рыхленной толще она все еще была в 3–7 раз ниже, чем в осушенной нерыхленной почве и на залежи.

Таким образом, мероприятия, направленные на оптимизацию только одной группы почвенных функций (в данном случае гидрологических), приводят к ослаблению других, не менее важных функций, и в первую очередь функции жилища и среды обитания почвенных беспозвоночных. В результате рыхления почвенной толщи на глубину до 80 см люмбрициды стали обитать в новых экологических условиях, при которых оказались сильно затрудненными их вертикальные передвижения, а естественная порозность почвы и ходы животных были нарушены: “Норники из глубины почвы не могут подняться на поверхность за пищей, среднеярусные черви лишены возможности мигрировать в глубь почвы при возникновении неблагоприятных условий. И в том и другом случае вероятна гибель люмбрицид” (Эколого-гидрологические основы..., 1986, с. 63).

Рассмотренные деградационные изменения в почвенном биопедоценозе объясняют, почему односторонние аграрные воздействия часто не дают ожидаемого эффекта и нередко оказываются экологически и экономически невыгодными. В связи с этим остро встает вопрос о предотвращении нежелательных антропогенных

изменений почвы и педосистемы в целом. В частности, необходима разработка специальных мероприятий по сохранению в почве ценных видов беспозвоночных организмов, в первую очередь люмбрицид, особое значение которых в поддержании почвенного плодородия убедительно подтверждается специальными экспериментами.

Так, О.П. Атлавитин (1981) в биометрах на почвах показано исключительное положительное влияние дождевых червей на почвенную микрофлору: отмечено увеличение численности аммонифицирующих бактерий в среднем на 72%, бактерий, усваивающих минеральный азот, – на 37 и олигонитрофильных бактерий – на 21%. Дождевые черви способствовали также значительному увеличению в почве содержания обменного Са, гумуса, обменного К, оказали стимулирующее воздействие на активность протеазы и т.д. В результате в опытах под влиянием дождевых червей урожай озимой ржи увеличился на 15%, ячменя – на 25, клевера красного – на 47%.

Примеры взаимосвязи экологических функций почв, обнаруживаемой особенно отчетливо при антропогенном их нарушении, можно значительно расширить.

Особый теоретический и практический интерес представляет проблема изменения экологических функций почв во времени и пространстве. При определении путей решения данной проблемы также важно опираться на рассмотренное положение о целостности и соподчиненности экологических функций почвы.

Другой важной причиной динамики почвенных функций является их различная устойчивость. По-видимому, для почв справедливо правило, сформулированное для биологических систем: более устойчивы эволюционно более зрелые функции (Добровольский, Никитин, 1990). В этой связи становятся понятными причины утомления многих старопахотных почв и сильного снижения их урожайности при достаточном количестве в них элементов питания. В этих случаях, по-видимому, имеет место значительная деградация более молодых экологических функций почвы (функции стимулятора и ингибитора биохимических процессов, жилища для почвообитающих животных и др.), происходящая на фоне сохранения, а то и усиления более зрелых функций (источник элементов питания, механическая опора).

Вследствие монофункционального подхода к почве в земледелии, как правило, уделяется основное внимание функции источника элементов питания и зачастую предаются забвению другие важные экологические функции, многие из которых, будучи менее зрелыми и устойчивыми, особенно легко подвержены деградации. Все это делает проблему динамики и устойчивости

Таблица 17

**Влияние на урожайность уничтожения паразитов  
(Дж. Кук, 1970)**

| Доза азота, кг/га | Урожай зерна, ц/га       |                          |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|
|                   | без обработки формалином | при обработке формалином |
| 75                | 14,6                     | 37,5                     |
| 225               | 29,3                     | 44,9                     |

функций почв особенно актуальной, нуждающейся в глубоком всестороннем анализе и разработке. В ходе решения данной проблемы приобретают более глубокое содержание многие традиционные узловые вопросы почвоведения. Так, по-новому должно пониматься почвенное плодородие.

В свете разрабатываемых представлений об экологической полифункциональности почвы ее плодородие можно определить как одну из наиболее интегральных почвенных экологических функций, обеспечивающую формирование биомассы растений, имеющую относительный характер, отличающуюся сильной пространственно-временной изменчивостью и обусловленную взаимодействием различных свойств и функций почвы. По-видимому, целесообразно пользоваться двумя родственными понятиями: понятием биологической продуктивности почв – способностью обеспечивать рост, развитие и формирование биомассы различных организмов, связанных с почвой, и понятием плодородия почв, под которым подразумевается более конкретная функция – способность почвы обеспечивать создание биомассы растений.

Вышеприведенное понимание почвенного плодородия акцентирует внимание прежде всего на его многопричинной обусловленности, относительности и динамичности. Оно опирается на тесную зависимость способности почвы производить урожай от многочисленных ее свойств и экологических функций. Так, показательны примеры низких урожаев на удобренных почвах, зараженных паразитами растений, и резкого увеличения урожайности в случае их уничтожения (табл. 17).

Ряд исследований свидетельствует о том, что плодородие почвы существенно зависит не просто от наличия тех или иных факторов урожайности, но и от их структуры и динамики (Щербаков и др., 1996, и др.). Например, важно не просто снабдить почву необходимым запасом азота, но и обеспечить качественность и сбалансированность азотного питания. В опытах показана отчетливая зависимость фотосинтеза от условий азотного пи-

тания. В частности, избыточные дозы нитратного азота ослабляли в условиях опыта фотосинтез, аммонийный азот оказывал положительное влияние (Фотосинтез и продуктивность..., 1991).

## **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВ С УЧЕТОМ ИХ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ**

Являясь ресурсом широкомасштабного освоения, почва может быть сохранена при условии рационального использования различными отраслями хозяйства, в особенности сельскохозяйственным производством (Добровольский, Никитин, 1990, 1996; Федоров, 1990; Шишов и др., 1991; Никитин, Гирусов, 1993; Айдак, 1993; Каштанов и др., 1994; Кирюшин, 1996; Щербаков и др., 1996).

Сейчас становится все более очевидным, что большинство произошедших сельскохозяйственных бед было порождено прежде всего недостаточным учетом конкретных свойств эксплуатируемых земель, слабой заботой об их сохранении и восстановлении. Поэтому, извлекая уроки из прошлого и планируя будущее хозяйствование на селе, необходимо в первую очередь разобратся в характере главного объекта труда – почвы и выделить в ней ряд фундаментальных свойств, которые необходимо в полной мере принимать во внимание при определении путей рационального сельскохозяйственного использования земель (табл. 18). Среди таких свойств следует прежде всего назвать **повышенную пространственно-временную изменчивость почв**. Это свойство проявляется в разнообразных формах и, прежде всего, в высокой пестроте и сложности почвенного покрова, в сильных различиях почв, формирующихся в пределах одной и той же зоны, но не в одинаковых физико-географических районах, провинциях, ландшафтах, биогеоценозах (Наумов, Градусов, 1974; Розов, Строганова, 1979; Добровольский и др., 1981; Федоров и др., 1981; Карпачевский, 1981; Караваева, 1982; Корсунов, Ведрова, 1982; Дмитриев, 1983; Добровольский, Урусевская, 1984; Степанов 1986; Геннадиев, 1990; Балабко, 1991; Владыченский, 1994; Карпачевский, 1997).

Установление высокой пространственной изменчивости почв привело и приводит к выделению их новых генетических типов. Если в период становления докучаевского почвоведения выделялось лишь около 10 типов почв, то сейчас их насчитывают более 100. Естественно, что каждая почва требует специфических приемов сельскохозяйственного использования. Но данное требование не выполнялось, и нередко до сих пор на практике продолжает действовать устаревшая концепция зонального типа, согласно

которой каждой природной зоне соответствует свой тип почвы, предполагающий однотипность сельскохозяйственного использования в пределах всего ареала распространения.

Однако в настоящее время в почвоведении принято положение о множественности генетических типов в каждой природной зоне, кроме того, в схемах районирования производят разукрупнение природных зон. Например, таежную область двух великих равнин – Восточно-Европейской и Западно-Сибирской – предложено рассматривать как состоящую из двух подобластей – восточноевропейской и западносибирской, включающих по 6–7 родственных широтно-меридиональных таежных зон (Никитин, 1985).

Необходимо помнить, что любая многообещающая технология неприменима на огромных территориях, нуждается в конкретизации, а также в специальных почво- и природоохранных мероприятиях. Это относится и к интенсивной технологии. А.М. Рябчиков, К.Г. Тарасов (1986) отмечают, что имеются хозяйства, где урожайность пшеницы при интенсивной технологии достигает 60 ц/га. При распространении этой технологии на весь административный район урожай снижается до 40 ц/га, а на всю область – 20 ц/га.

Успешное решение практических мер с учетом специфики местных условий должно опираться на более совершенные теоретические основы земледелия (Минеев, 1984, 1999; Шишов и др., 1991; Витезев, Макаров, 1991; Айдак, 1993; Каштанов и др., 1994; Кирюшин, 1996, и др.). В большинстве работ отмечается, что системы земледелия следует строить на зональной основе. Однако этого недостаточно: системы земледелия должны быть, как минимум, трехуровневыми – зонально-регионально-ландшафтными (биогеоценоотическими) с адаптивной направленностью.

Кроме того, необходимо в полной мере принимать в расчет временной фактор. Ведь одна и та же земля, взятая в разные годы, будет разной по ряду сельскохозяйственных показателей. Однако этот важнейший аспект до сих пор весьма слабо осмыслен, и при разработке стратегии использования почв природных зон их продолжают разграничивать по грубой схеме, например на зоны избыточного и недостаточного увлажнения.

Между тем именно такое, предельно схематизированное разграничение привело ко многим нарушениям в регулировании водного режима почв. Ведь если лесную территорию Европейской части страны относят к избыточно влажной, то тем самым здесь обосновывается и широкое распространение осушения болот без двойного водорегулирования. Зачем сберегать воду и тратить средства на более дорогостоящие мелиоративные системы с двойным водорегулированием, если воды в зоне и так в из-

Таблица 18

**Рациональное использование почв с учетом  
их основных свойств и требований охраны биосферы**

| Основные свойства почв                                                                                  | Основные направления рационального использования почв                                                                                                                       |                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         | Получение сельскохозяйственного сырья                                                                                                                                       | Получение древесины, пищевого и лекарственного сырья естественных экосистем                                                                                |
| Повышенная пространственно-временная изменчивость                                                       | Реализация сугубо дифференцированного сельскохозяйственного использования почв на основе динамического земледелия, исключающего шаблонный подход                            | Осуществление лесохозяйственных мероприятий с полным учетом пространственно временной динамики почв                                                        |
| Открытость потоков энергии и веществ, их трансформация и значительная аккумуляция в почвенном профиле   | Строго дозированное внесение удобрений и пестицидов, исключение концентрации в почвах тяжелых металлов, канцерогенов, токсикантов, расширение биологической защиты растений | Ограниченное использование химикатов в лесном хозяйстве и их исключение; защита территорий с лекарственными травами, ягодниками, орешниками от загрязнений |
| Замедленность и неполнота восстановления нарушенных свойств и функций                                   | Исключение чрезмерной нагрузки на почву, борьба с эрозией и ее предотвращение, своевременное восстановление почв и блокировка негативных побочных эффектов от мелиораций    | Замена тяжелых и несовершенных лесохозяйственных машин, исключение трелевки по поверхности почвы и т.п.                                                    |
| Геобиологичность почвы, взаимообусловленность почв и биоценозов и их экологическая полифункциональность | Реализация требований экологического земледелия, в полной мере учитывающего законы естественной жизни почв                                                                  | Реализация требований экологического лесоводства, в полной мере учитывающего законы естественной жизни леса                                                |

бытке? Но при этом совершенно упускается из виду, что земледелец, производя сельскохозяйственный посев, имеет дело не вообще с зоной, а с конкретным участком поля в конкретный период года. И в так называемой избыточно влажной зоне Нечерноземья более чем достаточно случается летом засушливых перио-

Основные направления рационального  
использования почв

|                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Жизненное пространство (поселения, дороги, рекреации и др.)                                                                                                                                           | Воспроизводство биосферных констант                                                                                     |
| Полный учет пространственно-временной изменчивости почв и подпочв при строительстве зданий, дорог, при организации рекреаций                                                                          | Максимальное сохранение естественного разнообразия почв на представительных площадях                                    |
| Охрана строений от разрушающего воздействия агрессивных факторов почвенно-геологической среды – биокоррозии, химической коррозии и др.                                                                | Исключение использования почв в качестве свалки и очистителя отходов цивилизации                                        |
| Всемерное ограничение разрушения почв при строительстве и функционировании промышленных, бытовых, рекреационных, военных и других объектов                                                            | Своевременное восстановление и сохранение естественных и окультуренных почв, расширение особой охраны почв и биоценозов |
| Максимальное сохранение и восстановление почв и биоценозов, своевременное проведение в полном объеме рекультиваций в районах поселений, прокладки дорог, строительства промышленных и других объектов | Восстановление и сохранение природных зон биосферы на основе положений экологического землепользования                  |

дов. А если растение не получает в течение недели нужного ей количества влаги, то это существенно сказывается на будущем урожае. Поэтому не случайно в опытах по регламентированному дождеванию посевов трав на корм скоту в Подмоскowie была получена прибавка зеленой массы более чем в 2 раза.

Отнесение целых регионов к зонам недостаточного увлажнения на практике также во многих случаях сказывалось отрицательно. Так, одному из авторов пришлось наблюдать в одном из степных колхозов загубленные участки орошаемых черноземов. Хозяйство заставили централизованно поливать поля, несмотря на протесты агронома и председателя, доказывающих, что из-за близости засоленных грунтов полив не уместен. Не послушали. В результате 400 га плодородных земель было превращено в бросовые солончаки, которые стали использоваться в качестве территории для свалки.

Шаблонный подход, игнорирование специфики почв конкретного района, хозяйства, участка – одна из главных причин недостаточной эффективности различных мероприятий по повышению урожайности полей в различных регионах. Так, по данным Л.Н. Каретина (1990), в Тюменской области из-за недостаточного учета особенностей различных почв неэффективно использовалось органическое удобрение, в качестве которого здесь в основном употребляется торф: “Негативным является то, что торф без предварительного приготовления вносится в чистом виде, причем в высоких дозах, независимо от типа почв. Это приемлемо для малогумусных почв, где необходимо повысить содержание гумуса, но ни агрономически, ни экономически не оправдано для высокогумусных почв” (с. 30). Во многом аналогичную картину Л.Н. Каретин отмечает и в отношении известкования, проводившегося без должного учета свойств различных почв и охватывавшего не только кислые подзолистые, но и нейтральные черноземные почвы. И это делалось несмотря на то, что, как писал еще Д.Н. Прянишников, уже при слабокислой реакции и степени насыщенности основаниями более 70–75% известкование малоэффективно или неэффективно.

Другая существенная особенность почвы, которую необходимо принимать в расчет в процессе ее использования, – это незамкнутость потоков веществ, их трансформация и аккумуляция в почвенном профиле.

С этим свойством почвы земледелие сталкивается постоянно во всех природных зонах и регионах. Но о нем часто забывают, как забывают и о многих других законах жизни и функционирования почв, делая тем самым использование земли несовершенным.

Сколько драматических последствий пережили и переживают сельское хозяйство и окружающая среда из-за того, что недоучитываются или игнорируются фундаментальные свойства почвы, в том числе и вышеназванное! Так, до сих пор расточительно используются удобрения; из-за нерационального внесения значительная часть их выносится из почвы поверхностными или грун-

тово-почвенными водами, вызывая загрязнение гидросферы и эвтрофирование водоемов. В регионах интенсивного земледелия лишь около половины азотных удобрений аккумулируется в агробиоценозах, а до 40–50% азота в дальнейшем может попадать в грунтовые воды (Башкин, 1986, и др.). В настоящее время потребность в азотных удобрениях в мировом земледелии составляет около 120 млн т, а глобальные потери азота в результате эрозии и смыва почвы, испарения, денитрификации и вымывания – около 60 млн т.

Велики также потери фосфора. Несмотря на то что этот элемент в биосфере находится в дефиците, в 80-х годах в водоемы попадало более 10 млн т фосфора в год в результате хозяйственной деятельности, прежде всего вследствие нерационального применения фосфорных удобрений.

Чтобы существенно снизить потери и отрицательное влияние удобрений на биосферу, необходимы их строгая дозировка и внедрение в практику соответствующих технологий внесения, в полной мере учитывающих незамкнутость потоков вещества в почвах, особенно с промывным и полупромывным водным режимом. А для этого требуется прежде всего преодолеть технократическое мышление, которое проистекает из-за профессиональной узости специалистов, их неспособности оценить проблему в целом (Шишов и др., 1991).

Другой бич, наказывающий земледельца и потребителя сельскохозяйственной продукции, – это неучет аккумуляции в почвах, вследствие их высокой поглотительной способности, тяжелых металлов и токсических соединений, которые накапливаются в почвенных горизонтах при длительном применении минеральных удобрений и при использовании сточных вод и их осадков (табл. 19). Зарубежными учеными установлено, что за последние 70 лет в результате применения фосфорных удобрений содержание кадмия, присутствующего в них в виде микропримеси, возросло в почвах в 10 раз. Это с особой остротой ставит проблему качества удобрений и регулярного “отдыха” почв от агрохимикатов (Ковда, 1987; Федоров, 1990; Щербаков и др., 1996, и др.).

Нельзя не сказать о применении для удобрения почв различных побочных отходов промышленности и городского хозяйства, которое, как правило, ведет к плачевным результатам. Примером может служить использование сточных вод в сельском хозяйстве.

Рекламируя сточные воды для орошения полей, обычно ссылаются на то, что это не только источник увлажнения, но и удобритель почв биофильными элементами. При этом упускается следующее: способы очистки, которые на сегодня существуют,

Таблица 19

**Снижение растительной продукции в зависимости от степени  
загрязнения почв  
(Вальков и др., 1996)**

| Степень<br>загрязне-<br>ния | Оценка степени загрязнения | Показатель снижения<br>растительной продукции по<br>сравнению с получаемой на<br>таких же, но незагрязненных<br>почвах, % |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | Практически не загрязнена  | < 5                                                                                                                       |
| 2                           | Слабо загрязнена           | 6–10                                                                                                                      |
| 3                           | Умеренно загрязнена        | 11–25                                                                                                                     |
| 4                           | Сильно загрязнена          | 26–50                                                                                                                     |
| 5                           | Очень сильно загрязнена    | 51–75                                                                                                                     |
| 6                           | Чрезмерно загрязнена       | >75                                                                                                                       |

далеко не во всех случаях реализуются, а если и применяются, то с очень серьезными нарушениями и отклонениями от заданных параметров (Львович, 1986; Протасов, Молчанов, 1995, и др.).

Польскими исследователями показано, что в верхних горизонтах почв, поливавшихся сточными водами, содержание свинца, кадмия, мышьяка возросло в 10 раз и более. “Сточные воды всегда обогащены токсическими соединениями и особенно тяжелыми металлами, которые интенсивно накапливаются в верхних горизонтах почв. Это приводит к отравлению биопродукции полей и, конечно, людей” (Ковда, 1987).

К аналогичным последствиям приводит и применение в качестве удобрения городских отходов и осадков сточных вод. По данным Дж. Кука (1970), овощи, выращенные на почве, в которую был внесен осадок сточных вод, содержали в 2–4 раза больше меди, никеля, цинка.

Важнейшее условие недопущения деградации почв – это поддержание на должном уровне физических свойств и режимов корнеобитаемого слоя. Особое значение имеют структурное состояние и плотность сложения (Б. Ахтырцев, А. Ахтырцев, 1993). Как отмечают А.Г. Бондарев и И.В. Кузнецова, суглинистые и глинистые почвы должны содержать в пахотном слое 70–80% механически прочных почвенных агрегатов размером 0,25–10 мм и 40–60% водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм. Оптимальная плотность пахотного горизонта для культур сплошного сева колеблется в пределах 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>, а для пропашных – 1–1,2 г/см<sup>3</sup>. Однако в результате переуплотнения продуктивного слоя почвы ходовыми систе-

мами сельскохозяйственных машин плотность почвы возрастает до 1,5–1,8 г/см<sup>3</sup>. Это снижает урожайность зерновых в среднем на 20%, уменьшает эффективность удобрений на 40%, повышает суммарный расход горючего на 18% (Переуплотнение пахотных почв, 1987).

Последствия уплотнения могут сохраняться в почве в течение нескольких лет. Свести к минимуму уплотнение почв, а в перспективе его полностью исключить можно путем максимального уменьшения проходов техники по полям, облегчения ее веса, внесения высоких доз органических удобрений с целью саморазуплотнения почв.

К фундаментальным свойствам, кроме указанных ранее, относятся также тесная взаимозависимость почв и биоценозов и их экологическая полифункциональность.

Как это ни прискорбно, но приходится признать, что сельское хозяйство в мире, выполняя благороднейшую задачу обеспечения людей хлебом насущным, ведется в основном в экологически ущербных формах. В результате блага, которые оно приносит, обходятся очень дорого и чреваты серьезными последствиями для биосферы. Такой вывод со всей определенностью следует из многих работ. Академик РАСХН В.Г. Минеев в монографии “Агрохимия и биосфера” (1984) ссылается на суждение известного западногерманского ученого Кнанера, которое уместно привести в связи с обсуждаемой проблемой: “С точки зрения экологии следует прекратить дальнейшее разрушение элементов ландшафта, сократить применение гербицидов и инсектицидов в результате последовательного применения методов интегрированной защиты растений, вводить виды культурных растений, поставляющих энергию, применять такую технику производства, которая позволила бы использовать аграрно-экономическую систему без ущерба для экологии, так как введение современных машин и орудий ведет не только к успеху в производстве продукции, но и несет в себе значительный экологический риск” (с. 228).

Необходимо не только поддержать большинство процитированных практических рекомендаций ученого, но и обратить внимание, что они построены на принципах экологического земледелия, направленного на получение необходимой сельскохозяйственной продукции без ущерба для биосферы и слагающих ее компонентов. При таком подходе обрабатываемые почвы воспринимаются не только как объект сельскохозяйственного труда, но и как важнейший компонент биосферы со своими многочисленными незаменимыми экологическими функциями.

Какие же пути ведут к реализации экологического земледелия на практике? Их несколько. Во-первых, это поддержание плодородия почв на нужном уровне за счет оптимизации естественных почвообразовательных процессов, наиболее ответственных за почвенное плодородие. Это прежде всего гумусообразование, в связи с чем оптимизация гумусного состояния обрабатываемых почв – задача первоочередная. Решаться она должна комплексно. Наиболее действенное средство – регулярное внесение органических удобрений и прежде всего навоза. При систематическом внесении навоз оказывает благотворное влияние на почву: увеличивает содержание в ней гумуса, улучшает ее физико-химические свойства (емкость поглощения, буферность), способствует росту численности полезных микроорганизмов и дождевых червей, улучшает структуру почвы.

Особая роль навоза в общей системе удобрений в том, что его применение составляет главное средство обратного вовлечения в почву питательных веществ, взятых из нее сельскохозяйственными растениями. Полагают, что из всего количества веществ, выносимых с урожаем, в навоз может переходить (через корма и подстилку) до 50% азота, 60% оксида калия и 40% оксида фосфора. Кроме того, навоз содержит биофильные микроэлементы и биологически активные соединения. В.Р. Вильямс и Д.Н. Прянишников ратовали за полное использование навоза – бесплатно комплексного удобрения. В.Р. Вильямс говорил даже о развитии специального навозного животноводства, предназначенного не столько для производства мяса, сколько для получения эликсира полей – навоза. Но парадоксы современного времени безграничны. И мы нередко наблюдаем, как эликсир плодородия оказывается еще одним фактором деградации биосферы. Ведь не внесенный вовремя и хранящийся неправильно навоз подвергается разложению и загрязняет воздушную оболочку газообразными недоокисленными соединениями, которые, попадая в атмосферу, тратят на свое дальнейшее окисление и без того сокращающиеся запасы кислорода.

В требования экологического земледелия входит и использование для защиты растений биологических средств, которые, к сожалению, применяются в существенно меньшем объеме, чем химические. Так, в конце 80-х – начале 90-х годов более 80% сельскохозяйственных земель в стране обрабатывались средствами химической защиты (в США около 60%), причем масштабы их применения имели тенденцию к росту.

Часто химические средства защиты вносятся без крайней необходимости, нередко ими подменяется биологическая и интегрированная защита, чем причиняется огромный ущерб окружаю-

щей среде и здоровью людей (Шишов и др., 1991). При этом часто нарушаются оптимальные сроки применения пестицидов и принципы локального их использования. В то же время установлено, что только один строгий учет фаз развития вредителей позволяет сократить применение химических средств защиты на 30–40%.

Все большее число специалистов считают, что приоритетными средствами борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур должны стать: комплексная и особенно биологическая их защита, повышение общей культуры земледелия, поддержание на должном уровне плодородия почв, максимально полный учет местных почвенно-климатических особенностей конкретных полей каждого хозяйства. Нельзя надеяться, что каким-нибудь одним мощным средством можно победить сорняки, болезни и вредителей посевов. Лишь создание специальных систем борьбы с каждым конкретным вредителем каждой конкретной культуры в каждом конкретном хозяйстве может принести желаемый успех. Системы эти оказываются сложными и многокомпонентными, причем нарушение в каком-то одном звене резко снижает их эффективность и приводит к напрасной трате ресурсов. Так, повышение дозы азотных удобрений уменьшает устойчивость растений к заболеваниям (Минеев, 1984, 1999).

Попытки решить проблему повышения урожая за счет одностороннего насыщения почвы агрохимикатами опасны еще и потому, что они резко снижают численность и видовое разнообразие почвообитающих организмов, работающих на урожай, прежде всего полезных микроорганизмов и дождевых червей (Шишов и др., 1991). Не случайно, что сейчас все большую актуальность приобретает разработка конкретных приемов увеличения численности и видового разнообразия дождевых червей на полях. Один из приемов – сохранение среди пашни небольших участков с естественной растительностью (резерватов) для этих и других полезных организмов. Небольшие участки под кустарниками (0,5–2 га) на пашне являются резервным местом для любрицид, откуда они могут распространяться и способствовать большому разнообразию видового состава червей на обрабатываемых площадях, где численность дождевых червей в результате различных агротехнических мероприятий уменьшается (Атламинте и др., 1981; Эколого-гидрологические основы..., 1986, и др.). Благоприятно влияют на урожай не только кустарниковые, но и лесные острова среди пашни. Отсутствие и уничтожение таких островов приводят к снижению стабильности и продуктивности агроландшафта в целом.

Самостоятельным звеном рационального использования почвенного покрова является реализация принципов гармоничного землеустройства территории (Тетиор, 1997; Варламов, Хабаров, 1999). Из числа разработок в данной области можно отметить предложения В.А. Лихачева (1990) о выделении в проектах землеустройства ряда ландшафтно-территориальных зон применительно к Омской области (в % от площади землепользования):

зона эталонных резерватов – 2–3% (без нарушения естественных и антропогенных ландшафтов);

зона охраняемых консервативных ландшафтов – поймы рек, озер, колки лесов в степных районах, кедровники, верховые болота. Это потенциально рекреационная территория, занимающая до 20%;

зона гармоничных, используемых сельскохозяйственных, лесных, промышленных и других культурных ландшафтов, занимающая в рациональном землепользовании 52–65%;

зона преобразования (формирования) типов ландшафта в интересах экономики и социальных задач, составляющая 10% территории;

зона рекультивации, охватывающая все окультуренные ландшафты, которые после восстановления можно включить в любую из вышеперечисленных зон.

## **ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОЧВ**

19 февраля 1887 г. на общем собрании Вольного экономического общества В.В. Докучаев в докладе “О нормальной оценке почв Европейской России” отмечал, что для сельскохозяйственной России по сравнению с промышленно развитыми странами Запада почвы имеют особое значение: “В Европе нет другой страны, для которой земля имела бы хотя половину того значения, какое имеет она для нашего отечества”. В этой связи “казалось бы, что у нас уже давно методы оценки земель доведены до совершенства... Но все это, к величайшему сожалению, только казалось бы, на самом же деле, в сущности, ничего этого нет, а если и существует, то в микроскопических размерах” (Докучаев, 1994, с. 62–63).

С тех пор прошло более века. Однако агрооценочные работы и бонитировка почв оставляют желать много лучшего. К тому же в связи с нарастающей деградацией окружающей среды остро встал вопрос создания системы экологической оценки почв.

В почвенно-экологической оценке в настоящее время можно выделить несколько принципиальных направлений. Первое направление касается анализа общего состояния почвенного по-

крова Земли в целом, отдельных природных зон, физико-географических регионов, районов экологического бедствия, с одной стороны, и относительно благополучных территорий – с другой. Второе направление – оценка проявлений почвенных экофункций на различных уровнях: глобальном, зональном, региональном, ландшафтно-биогеоценотическом, локальном. Третье направление – анализ и ранжирование различных видов загрязнения и нарушения почв: химического, радиоактивного, биологического, эрозионного и др.

Актуальность указанных видов оценки не нуждается в особых доказательствах. Достаточно сказать, что такая злободневная задача, как сбережение биоразнообразия, может быть успешно решена лишь при выполнении ряда условий, среди которых в числе первых стоит оценка различных почв как сред обитания с целью выявления и сохранения населяющих их видов живых организмов. Работы по изучению животного мира России показали преобладающее распространение на ее территории беспозвоночных животных, основной экологической нишей которых в наземных экосистемах является почва. Причем дело осложняется тем, что эти животные изучены во многих случаях слабо: в России “около 90 тысяч видов (95,4%) приходится на беспозвоночных животных. Именно по этим животным, и особенно насекомым, фауна России изучена наименее полно, и для многих из них еще недостаточно разработана систематика” (Алимов и др., 1996, с. 10). Если учесть, что насекомые составляют 61,7% от общего числа видов и при этом более 90% из них в своей жизнедеятельности связаны с почвой (Яхонтов, 1969), то становятся понятными исключительная злободневность экооценки почв и максимальное сохранение целинных и слабо измененных человеком разностей во всех природных зонах и регионах. Без этого проблема сбережения биоразнообразия не может быть решена удовлетворительно, поскольку при освоении человеком почв естественное разнообразие населяющих их организмов существенно утрачивается, даже при условии соблюдения правил рационального использования земель.

В качестве самостоятельного направления выделяется экологическая бонитировка почв, направленная на учет широкого круга факторов, определяющих производительную способность почв, и оценку почв по значимости осуществляемых ими экологических функций. В широко принятом понимании “бонитировка почв – сравнительная оценка качества почвы как средства производства в сельском и лесном хозяйствах, выраженная в количественных показателях и основанная на учете свойств почвы и уровня урожайности” (Толковый словарь по почвоведению, 1975, с. 30),

т.е. бонитировка – оценка почвы с точки зрения их плодородия: чем меньше получаемый урожай, тем ниже бонитет почв. Такой сиюминутный подход приводит к занижению значимости многих малоплодородных почв, что сопровождается недостаточной заботой об их сохранении.

В последние годы намечается перелом в данном вопросе. Так, А.И. Шепелев, Л.Ф. Шепелева (1995) отмечают: “Нередки случаи, когда непродуктивные почвы прирусловий рек, не выдерживающие даже малейших антропогенных (техногенных) нагрузок, успешно выполняют ландшафтно-защитные и социально-хозяйственные функции. То есть плодородие пойменных почв не может быть основанием и тем более единственным критерием оценки качества и агротехнической пригодности земель” (с. 123). Данный вывод справедлив в отношении не только пойменных почв прирусловий, но и многих других малоплодородных земель.

При экологической бонитировке почв существенно корректируются доминирующие методы определения бонитета и переоценивается набор показателей, по которым он выводится. Известно, что за главный показатель бонитета принимается содержание гумуса; кроме того, учитываются запасы валовых или подвижных форм азота, фосфора и других элементов (Востокова, Якушевская, 1979, и др.). Гранулометрический состав, режим увлажнения и т.п. учитываются как поправочные показатели к установленному бонитету.

Несомненно, в число учитываемых показателей должны привлекаться не только химические, но и физические, и биологические почвенные характеристики (тепловой режим почв, их структурная прочность и фильтрационная способность, данные по почвенной биоте и др.). Причем эти параметры оцениваются не сами по себе, а по отношению к тем нагрузкам, которые почве предстоит выдержать. В соответствии с этим может существенно измениться стратегия намечаемого использования земель.

Так, известно, что восстановление физических свойств почв после прекращения на них нагрузки наблюдается лишь в том случае, если эта нагрузка не превышает структурной прочности почв. Данная же прочность, например для пойменных почв при влажности, равной НВ, колеблется от 0,1–0,2 кг/см<sup>2</sup> (в болотных и лугово-болотных) до 0,2–0,5 кг/см<sup>2</sup> (в луговых и дерново-луговых). Следовательно, указанные почвы в случае вовлечения их в сельскохозяйственный оборот оказываются особенно уязвимыми именно по показателям структурной прочности. Это связано с тем, что современная сельскохозяйственная техника характеризуется давлением на почву от 7,5 кг/см<sup>2</sup> (МТЗ) до 2,7 кг/см<sup>2</sup> (Т-150, К-700), что в несколько раз выше структурной прочности

всех почв. Этот пример свидетельствует, что бонитировка почв должна быть каждый раз конкретной с учетом планируемого их целевого назначения. “Не может быть универсальных показателей качества почв различного происхождения и использования, а также единых методов оценки их плодородия и агрохозяйственной пригодности” (Шепелев, Шепелева, 1995, с. 129).

Следует также отметить тенденцию увеличения числа учитываемых показателей оценки и бонитировки почв. В качестве примера можно привести работу по почвенно-экологической оценке и бонитировке почв в отношении различных сельскохозяйственных культур (Шишов и др., 1991). Для расчетов была предложена следующая формула:

$$\text{ПЭи} = 12,5(2 - V)\Pi \times \text{Дс} \frac{t > 10(KY - P)}{KK + 100} A,$$

где ПЭи – почвенно-экологический индекс;  $V$  – плотность (объемная масса) почвы (в среднем для метрового слоя); 2 – максимально возможная плотность почв при их предельном уплотнении, г/см<sup>3</sup>;  $\Pi$  – “полезный” объем почвы (в метровом слое); Дс – дополнительно учитываемые свойства почв;  $t > 10$  – среднегодовая сумма температур более 10°C;  $KY$  – коэффициент увлажнения;  $P$  – поправка к  $KY$ ;  $KK$  – коэффициент континентальности;  $A$  – итоговый агрохимический показатель. Величина 12,5 вводится в формулу для того, чтобы привести определенную совокупность экологических условий к 100 единицам почвенно-экологического индекса.

В качестве отдельного направления нами выделяется комплексная экологическая оценка почв, которая предполагает определение динамики биоклиматических условий, степени антропогенного изменения почв; выявление уровня и характера загрязнения и эрозионного поражения почв, установление степени окультуренности обрабатываемых земель в случае их рационального использования; учет биосферной, хозяйственной и научной значимости почвенных объектов и др.

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОХРАНЕНИЯ ПОЧВ И БИОСФЕРЫ**

Вопросы, рассмотренные в настоящей работе, свидетельствуют о явной неэффективности существующей системы охраны окружающей природной среды и ее компонентов, в особенности почв. Причины этой неэффективности многочисленны и сложны и требуют специального всестороннего анализа и рассмотрения. Но уже сейчас ясно, что охрана почв и биосферы в целом во многом не дает нужного результата из-за явно недостаточной разработки ее теоретических и методических основ.

По существу, до самого последнего времени и в значительной степени и по сей день охрана естественной окружающей среды связывалась почти целиком с ее защитой от факторов разрушения. Недостаточность данного подхода сейчас очевидна, поскольку в тени остаются такие важнейшие направления, как реально осуществляемое на практике использование природных ресурсов и своевременное природовосстановление.

Особенно отстающим звеном оказалось восстановление разрушенной и деградированной природы, хотя оно должно было бы идти примерно в том же объеме и с той же активностью, что использование природных ресурсов. На это, в частности, справедливо обращает внимание В.В. Крючков (1996): "Природопользование и природовосстановление – это двуединый процесс, так как природопользование всегда ведет к нарушению и разрушению природных систем, и для того, чтобы природные системы в дальнейшем вырабатывали для нас потребительские стоимости (воду, леса, кислород, фитонциды, животных и т.п.), их надо восстанавливать" (с. 84).

В связи со сказанным мы полагаем, что должна быть выработана более широкая природоохранная концепция, которую мы предлагаем предварительно именовать природосохранением. Природосохранение – это система тесно взаимосвязанных локальных, местных, региональных и глобальных мер, в которой успешно реализуются все три базовых природосберегающих направления: 1) охрана природы (защита от факторов разрушения и деградации); 2) рациональное использование природных ресурсов и 3) природовосстановление.

Программы и реальные шаги природосохранения необходимо увязать с рядом исходных положений и постулатов (табл. 20). Первым установочным положением, как нам представляется, должно быть признание незаменимости для человека естественно-исторической биосферы и почвенной оболочки – ее важнейшего структурно-функционального компонента. Другие исходные положения: а) наличие организованности структурно-функциональных составляющих биосферы на уровне глобальной органически целостной системы; б) взаимопроникновение и полифункциональность приповерхностных геосфер и роль почвы как планетарного узла экологических связей; в) неспособность биосферы и педосферы далее выдерживать возрастающую антропогенную нагрузку и реальная опасность стремительного развития регионально-глобальных экологических катастроф.

Перечисленные исходные положения определяют принципиальные установки природосохранения по всем основным направлениям. Так, в области рационального использования природных

Таблица 20

## Основные направления и принципы природосохранения

| Исходные положения и постулаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Принципы рационального использования природных ресурсов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Задачи охраны природы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Задачи восстановления природы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Незаменимость для человека естественно-исторической биосферы и педосферы.</p> <p>Наличие организованных структурно-функциональных составляющих биосферы на уровне глобальной организмы целостной системы.</p> <p>Взаимопроникновение и экологическая полифункциональность приповерхностных геосфер и роль почвы как планетарного узла экологических связей.</p> <p>Неспособность биосферы и педосферы далее выдерживать возрастающую антропогенную нагрузку и реальная опасность развития регионально-глобальных экологических катастроф</p> | <p>Использование биосферы и почвенного покрова в пределах восстановимости природно-ресурсного потенциала.</p> <p>Пространственно-временная дифференциация природопользования в соответствии со сложной организацией биосферной системы.</p> <p>Использование компонентов биосферы и педосферы с учетом их полифункциональности и исторически сложившихся взаимосвязей.</p> <p>Кардинальное снижение хаотичности и антиэкологичности использования ресурсов биосферной системы</p> | <p>Недопущение действия факторов взрывного регионально-глобального уничтожения биосферы и поэтапное их снятие.</p> <p>Блокировка постепенной деградации и разрушения структурно-функциональных компонентов биосферы и педосферы.</p> <p>Прекращение дальнейшей разбалансировки приповерхностных геосфер и ослабления их экофункций.</p> <p>Прекращение дальнейшего роста и существенное снижение химической, радиоактивной, эрозийной, строительной и другой нагрузки на экосистемы, педосферу и биосферу в целом</p> | <p>Восстановление утраченных под натиском цивилизации позиций биосферы и педосферы.</p> <p>Регенерирование разрушенных "тканей" и "органов" биосферы и географической оболочки (ландшафтов, физико-географических районов и природных зон).</p> <p>Восстановление утраченных и усиление ослабленных экологических функций и планетарных связей биосферы и педосферы.</p> <p>Периодическое выведение из эксплуатации ослабленных техногенезом экосистем и восстановление их потенциала</p> |

ресурсов ориентирами должны служить: использование ресурсов биосферы и педосферы в пределах природно-ресурсного потенциала; пространственно-временная дифференциация природопользования в соответствии с логикой организации биосферной системы; использование компонентов биосферы и педосферы с учетом их полифункциональности и исторически сложившихся взаимосвязей; кардинальное снижение хаотичности, экстенсивности и антиэкологичности использования ресурсов биосферной системы.

К великому трагизму ныне живущих землян, ни одна из названных установок рационального природопользования не выдерживается. Так, эксплуатация биосферной системы давно вышла за рамки природно-ресурсного потенциала, который определяется как “способность природных систем без ущерба для себя (а следовательно, и для людей) отдавать необходимую человечеству продукцию или производить полезную для него работу в рамках хозяйства данного исторического типа” (Реймерс, 1990, с. 374).

Не выдерживается и большая часть установок охраны природы, куда входят: блокировка деградации и разрушения структурно-функциональных компонентов биосферы; прекращение дальнейшего роста и существенное снижение химической, радиоактивной, эрозионной, строительной и другой нагрузки на экосистемы, педосферу и биосферу в целом и др.

Не реализуется и природовосстановление, которое должно включать: восстановление утраченных под натиском цивилизации позиций биосферы и педосферы; регенерирование разрушенных “тканей” и “органов” биосферы и географической оболочки – природных ландшафтов, физико-географических районов и природных зон; периодическое выведение из эксплуатации ослабленных техногенезом экосистем и восстановление их потенциала и др.

В связи с явно недостаточной разработанностью проблемы природовосстановления возникает вопрос: актуально ли вообще возрождение разрушенных естественных природных ландшафтов и целых территорий?

На поставленный вопрос могут быть достаточно разные по своей сути ответы. Так, еще сравнительно недавно многие были увлечены идеями коренного преобразования природы, выражением чего, например, явились проекты переброски стока северных рек на юг. Некоторые географы желали видеть Землю сплошь благоустроенной в соответствии с интересами людей и небольшими заповедными островками, выполняющими роль естественной летописи и знакомящими землян с природой, которая когда-то господствовала на нашей планете.

Мы исповедуем иную точку зрения и опираемся на функционально-экологический подход, согласно которому наша планета и ее приповерхностные геосферы, включая биосферу и почвенную оболочку в ней, относятся к особому классу планетарных органически целостных систем. Функционирование этих систем во многом подчиняется тем же законам, что и жизнь биологических объектов (живых организмов), в связи с чем они нуждаются в таком же комплексном бережном отношении и сохранении, как и детища живой природы.

# НЕКОТОРЫЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ АСПЕКТЫ СОХРАНЕНИЯ ПОЧВ

В последние годы становится все более очевидным, что решение многих практических вопросов сохранения почв и их особой охраны сдерживается слабой разработанностью ряда междисциплинарных аспектов интересующей нас проблемы.

## ПОЧВА – НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ БИОСФЕРЫ

В работах по экологическому почвоведению почва уже не первый год рассматривается как структурно-функциональный компонент биосферы (Добровольский, 1979, 1989; Ковда, 1985а; Добровольский и др., 1985; Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 1996; Структурно-функциональная роль почв в биосфере, 1999, и др.). Однако в обобщающих работах по географии, земледелию и биосфероведению данный подход до сих пор не получил своего необходимого отражения. Так, в словаре-справочнике Н.Ф. Реймерса “Природопользование” (1990) приводятся следующие трактовки понятия “биосфера”: “биосфера – нижняя часть атмосферы, вся гидросфера и верхняя часть литосферы Земли, населенная живыми организмами”; “оболочка Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба” (с. 47).

Обращает на себя внимание, что в данных определениях при перечислении компонентов, входящих в биосферу, не названа почва. Отсутствует включение почвы в число равноправных структурно-функциональных составляющих биосферы и в ряде других работ (Мильков, 1990; Агаджанян, Торшин, 1994, и др.).

Аналогичное определение приводится и в “Географическом энциклопедическом словаре” (М., 1988): “Биосфера... – одна из оболочек (сфер) Земли, состав, структура и энергетика которой обусловлены главным образом деятельностью живых организ-

мов. Понятие биосферы близко понятию географической оболочки... Охватывает приземную часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы, которые взаимосвязаны сложными биохимическими циклами миграции вещества и энергии” (с. 30).

Такое положение, когда почва не включается в биосферу как равноправный компонент наряду с другими составляющими, мы считаем неприемлемым, не отвечающим современному уровню развития почвоведения и учения о биосфере.

Причин, почему почва часто выпадает при перечислении основных структурно-функциональных составляющих биосферы, несколько. Но главное – это то, что далеко не все науки, в том числе землеведение и биосфероведение, впитали в должной мере докучаевский тезис о почве как особом естественно-историческом теле природы и о почвоведении как вполне самостоятельной отрасли естествознания. В результате уменьшается число базовых блоков биосферы за счет почвы, которую обозначают как часть биострома, коры выветривания или литосферы (Милюков, 1990; Агаджанян, Торшин, 1994, и др.). Данное упрощение способствует излишне лаконичному анализу роли почвы в функционировании и благополучии биосферной системы. В действительности вклад почвенной оболочки в функционирование биосферы сопоставим с вкладом других входящих в нее оболочек.

Другой аспект, который необходимо иметь в виду при рассмотрении интересующего нас вопроса, – это появившиеся предложения подвести под понятие “биосфера” изолированные от окружающей среды природно-техногенные экосистемы, описанные Дж. Алленом и М. Нельсоном в книге “Космические биосферы” (1991). Данные авторы называют биосферную глобальную систему – биосферой-I. И поскольку они ей предрекают неизбежный конец, то предлагают делать ставку на изолированные от атмосферы светопроницаемыми покрытиями экосистемы, которые они предлагают именовать биосферой-II.

Поддерживая общее направление работы Дж. Аллена и М. Нельсона, мы, однако, должны обратить внимание на то, что термин “биосфера” уже занят для обозначения глобальной системы и прилагать его к обозначению локальных экосистем некорректно. Кроме того, использование понятия “биосфера-II” создаст иллюзию возможности уже не в столь отдаленном будущем заменить естественно-историческую среду обитания человека на изолированные техногенные экосистемы, что неосуществимо и, самое главное, неэффективно.

Проблематичность долгого благополучного обитания человека в “биосфере-II” показали эксперименты в Аризоне: «Все члены экипажа за 16 месяцев потеряли в среднем от 14 до 20%

своей массы. Масса тела одного “биосферианца” даже снизилась с 94,5 до 70,5 кг... Причины такой потери массы тела – низкокалорийное и недостаточное питание» (Газенко, 1993, с. 3). Кроме того, возник ряд серьезных негативных изменений в экосистеме под стеклянным покрытием. За 16 месяцев эксперимента из 3,8 тыс. видов живых организмов потери растений были в пределах 10%, наземных животных – в пределах 30%. При этом погибли все колибри и пчелы, что потребовало изыскания иных способов опыления растений. Неприятностью оказался и популяционный взрыв тараканов, чему, по-видимому, способствовала гибель жабриков. Весьма существенным было снижение кислорода – до 15% при нормальном его содержании в атмосфере Земли 21%.

Если учесть, что проектное время непрерывного функционирования “биосферы-II” составляет один век, то никакой речи о замене естественно-исторической биосферы Земли на совокупность изолированных от атмосферы экосистем не должно быть. Биосфера нашей планеты незаменима. Ее деградация чревата самыми пагубными последствиями для землян (Вернадский, 1987; Горшков, 1987; Ковда, 1987; Добровольский, Никитин, 1990, 1996; Соколов и др., 1994, и др.). Вот почему нельзя согласиться и со смешением понятий в вопросе определения биосферы, наблюдаемом у авторов эксперимента в Аризоне: «Они называют биосферу Земли “биосферой-I”, а эту копию, этот выхваченный из реальной биосферы маленький мир – “биосферой-II” (Газенко, 1993, с. 3). Нам представляется, что глобальная трактовка биосферы В.И. Вернадским убедительно выдержала испытание временем и отмене не подлежит. В то же время она может быть дополнена новыми аспектами в связи с развитием идей великого ученого и его последователей.

Суммируя вышесказанное, дадим следующее определение: биосфера – это глобальная полифункциональная, органически целостная система, возникшая в результате длительной (многомиллионной) космической эволюции планеты и состоящая из биомира Земли, почвенной оболочки, гидросферы, нижней части атмосферы и верхних слоев литосферы. Важно отметить, что в свете идей В.И. Вернадского, Б.Л. Личкова и новых представлений, длительность существования почв и педогенных образований на Земле (табл. 21) сопоставима со временем существования живых организмов на нашей планете (Ковда, 1973; Добровольский, Никитин, 1985, 1990; Чертов, 1990; Карпачевский, 1997, и др.). Это говорит о том, что педогенные образования и почвы изначально входили в биосферу как структурно-функциональный компонент, поэтому исключать их из биосферы при ее определении нет никаких оснований.

## Предположительная история развития почв (Чертов, 1990)

| Эра и период                              | Возраст, млн лет | Автотрофные компоненты экосистемы                                                                                                      | Почвы прошлого                                                                                                                        | Современные аналоги древних почв                                                                                                                     |
|-------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Докембрий, кембрий, ордовик               | 3500-435         | Экосистемы прокариот (цианеи и архебактерии, затем зеленые водоросли)                                                                  | Почвы — пленки мелководий и временных водоемов; возникновение гумуса                                                                  | Такыры и почвы — пленки микробных матов морских лиманов                                                                                              |
| Силур, девон                              | 435-345          | Растительность псилофитов                                                                                                              | Почвы с поверхностной аккумуляцией органического вещества; развитие дифференциации почвенного профиля разных типов                    | Примитивно-аккумулятивные молодые почвы (малоощущаемые грубогумусные, мелкодерновые, регосолы) под низшей растительностью пионерных стадий сукцессий |
| Карбон                                    | 345-280          | Высокоствольные леса из плауновидных, папоротников, каламитов на влажных местообитаниях; голоосеменные на дренированных местообитаниях | Торфяно-болотные почвы при избыточном увлажнении; почвы с поверхностной аккумуляцией органического вещества при нормальном увлажнении | Торфяно-болотные почвы разных типов и грубогумусные почвы разного генезиса различных природных зон                                                   |
| Пермь, триас, юра                         | 280-132          | Лесная растительность с доминированием голоосеменных и папоротников различных природных зон                                            | Почвы с поверхностным типом аккумуляции органического вещества различного генезиса                                                    | Грубогумусные почвы различного генезиса                                                                                                              |
| Мел                                       | 132-66           | Лесная растительность с доминированием покрытосеменных                                                                                 | Почвы с выраженным гумусово-аккумулятивным горизонтом различного генезиса (ферраллитные, бурые, лессивированные и др.)                | Муллевые и дерновые почвы субтропиков (ферраллитные, бурые, terra rossa и др.)                                                                       |
| Кайнозой: третичный, четвертичный периоды | 66-0             | Современная растительность с доминированием покрытосеменных: леса различных природных зон, степи и др.                                 | Современный почвенный покров: гумусово-аккумулятивным горизонтом                                                                      | Современное преобладание почв с развитым горизонтом                                                                                                  |

# **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЕДИНСТВО ГЕОСФЕР. ПОЧВА КАК ПЛАНЕТАРНЫЙ УЗЕЛ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ**

Вызывает интерес также вопрос о функциональном единстве приповерхностных геосфер и роли почвы в их взаимодействии и сопряженности.

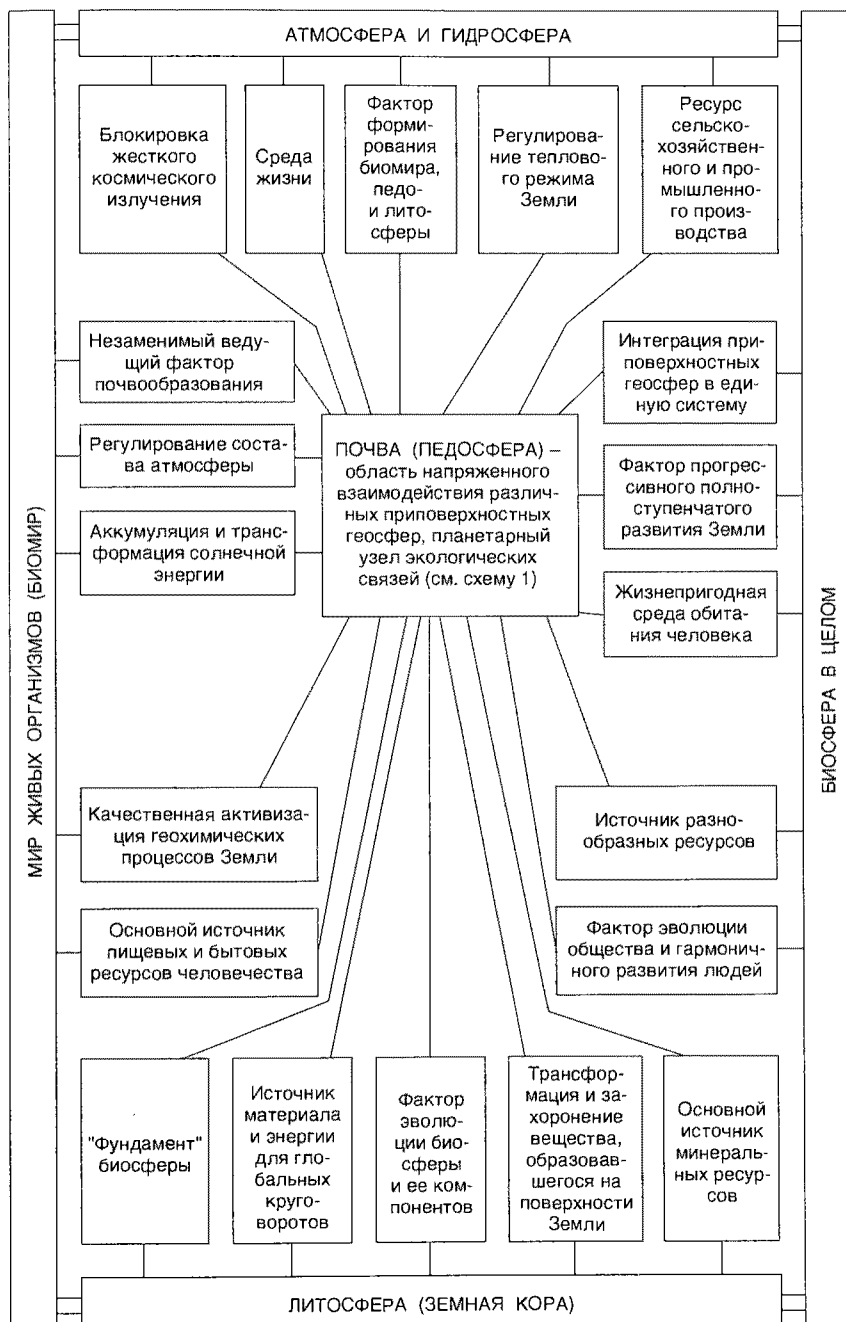
Как уже отмечалось, с 70-х годов активно разрабатывается теория экологических функций почв (Никитин, 1977, 1982а, 1990; Добровольский, 1979; 1989; Карпачевский, 1981; Зонн, 1983; Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 1996; Розанов, 1988, и др.), опирающаяся на идеи В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, Б.Б. Полынова, В.А. Ковды и др. об особой роли почвы в жизни природы и общества. Изучение почвенных экофункций вскрыло их высокое многообразие и тесную зависимость от динамики и функционирования других геосфер (водной и воздушной оболочек, литосферы, биосферы в целом). Это дало возможность провести анализ экологических функций всех приповерхностных геосфер (схема 2), образующих глобальную биосферную систему. Основные итоги данного анализа изложены в ряде статей (Никитин, 1990а, 1997; Никитин и др., 1991, 1992, 1997, и др.) и в монографии “Шагреневая кожа Земли: Биосфера–почва–человек” (Никитин, Гирусов, 1993).

Одним из основных положений данных работ можно считать вывод о тесной взаимосвязи, полифункциональности и незаменимости всех естественно-исторических приповерхностных оболочек, входящих в биосферу, включая почву. Из данного вывода с неизбежностью вытекает положение о бесперспективности попыток изолированной эксплуатации ресурсов какой-либо одной геосферы без учета последствий для других планетарных оболочек и биосферной системы в целом. К сожалению, такие попытки были, есть и будут продолжаться, и одной из существенных причин этого является явно недостаточное понимание полифункциональности и глубокой взаимосвязи различных компонентов биосферы.

В то же время данные фундаментальные особенности биосферной системы были убедительно освещены В.И. Вернадским. Так, он обращал внимание на весьма тесную связь гидросферы и атмосферы с живым веществом (биомиром) Земли. По существу, химический состав этих оболочек есть совокупный результат работы живых организмов в течение всего времени их существования. Особенно это касается глобальной составляющей гидросферы – Мирового океана. “Чрезвычайно характерно, что он весь насквозь проникнут живым веществом, которое прямо или кос-

Схема 2

# Основные экологические функции биосферы и почвы



венно целиком определяет все химические свойства океана. В структуре планеты это самое мощное проявление живого вещества” (Вернадский, 1987, с. 205).

Весьма показательно и отчетливо выраженное взаимопроникновение вещества гидросферы и атмосферы. “Лишь мысленно можно разделить при нашем изучении природную воду и природные газы. Они всегда проникают друг в друга и взаимно определяют все свойственные им явления. В окружающей природе мы нигде не имеем газа, не связанного с водой, водного раствора, не заключающего газ” (Вернадский, 1960, с. 18).

В.И. Вернадский (1934) обращал также внимание и на взаимопроникновение, органическую взаимосвязь других составляющих биосферы, например почв с водами Земли. Говоря об общем гидрологическом значении почвы, он отмечал, что “огромное значение в истории воды имеют почвенные растворы, облегающие, за исключением пустынь, всю сушу и являющиеся основным субстратом жизни” (с. 357).

При рассмотрении различных форм природной воды В.И. Вернадский подчеркивает, что изучение почвенных растворов вскрывает в истории воды грандиозное явление, связывающее такие разные воды, как морскую, речную и дождевую. Схема зависимости почвенных и других вод, по В.И. Вернадскому (1934), выглядит следующим образом:

Кислородно-азотная пресная дождевая вода



Кислородно-азотно-  
углекислая соленая  
морская вода

← Кислородно-азотно-углекис-  
лый почвенный раствор, соле-  
ный и временами пресный

⇌ Жидкости  
живого  
вещества

(через речную воду)

Несмотря на высокую оценку значения почвенных растворов в жизни водной оболочки Земли, данную В.И. Вернадским, в гидрологических исследованиях не уделялось должного внимания выявлению всех форм участия почвенного звена в процессах, происходящих в гидросфере. Это, несомненно, способствовало выдвижению ряда некорректных предложений по защите водоемов от загрязнений за счет использования почв в качестве предварительного санитарного фильтра, в который, в частности, предлагалось сбрасывать сточные воды городов и других поселений. При этом забывалось, что в силу единства всех компонентов гидросферы, включающей почвенные растворы как составную часть, сброс на почву неочищенных стоков приведет

не только к загрязнению земель, но и в конечном счете вызовет неблагоприятные явления во всей гидросфере вследствие попадания загрязнений из почвы в подземные, речные и океанические воды.

Приведенный пример свидетельствует о пагубности последствий забвения огромной экологической роли почвы, которая является не просто структурно-функциональным компонентом биосферы, а еще и планетарным узлом экологических связей (см. схему 2), что делает почвенный покров незаменимой оболочкой Земли. Из этого следует необходимость углубленного развития контактов почвоведения с родственными науками в процессе решения природоохранных задач, а также более полной реализации функционально-экологического подхода внутри самого почвоведения, прежде всего в географии почв.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ РЕШЕНИИ ПОЧВООХРАННЫХ ЗАДАЧ**

Острая необходимость всестороннего решения экологических проблем в почвоведении приводит к потребности их разработки в различных разделах науки о почве. Особенно это относится к географии почв и ее важнейшему разделу – почвенной картографии.

Из числа важнейших новых направлений, особенно значимых для географии и картографии почв и в целом для почвоведения, следует прежде всего выделить функционально-экологический подход, рассмотренный в ряде упоминавшихся работ. Однако, несмотря на определенное число публикаций, внедрение этого подхода пока еще не произошло. Нами сформулирован систематизированный комплекс основных задач функционально-экологической географии почв (табл. 22) – теоретических, методических, практических и др., нуждающихся в ускоренной разработке и реализации (Добровольский, Никитин, 1996).

Известно, что без всесторонне разработанного теоретического основания, без продуктивных исходных постулатов любая наука обречена на неэффективное существование, на многократное дублирование информации, на замедленное развитие узловых направлений и их слабое внедрение в практику.

Сегодня ощущается явная потребность в теоретическом обосновании более широкого содержания географии почв как составной части почвоведения. Первостепенное значение приобрело усиление функционально-экологического аспекта географии почв и определение ее прежде всего как науки о закономерностях функционирования, о генезисе и динамике почв в про-

## Комплекс актуальных направлений функционально-экологической географии почв

| Основные задачи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| теоретические                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | научно-исследовательские и методические                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | практические                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | образовательные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Создание узловых общетеоретических основ. Дальнейшая разработка учения об экофункциях почв и их географии. Расширение и углубление функционально-экологического подхода и его интеграция с другими подходами и направлениями. Совершенствование междисциплинарных взаимосвязей географии почв с физической, социальной географией и другими науками. Разработка общей теории рационального использования почв на базе функционально-экологической географии | Разработка полнокомплексной программы изучения функционирования почв в различных природных и антропогенно измененных биогеоценозах. Совершенствование системы выбора и изучения объектов почвенно-экологического мониторинга, изучение "физиологии" почв в экспериментальных условиях. Разработка функционально-экологического подхода в картографии почв и его реализация с использованием новых технических средств. Более полное извлечение почвенно-экологической информации из накопленного картографического материала. Экологическая оценка, бонитировка и картографирование почв | Разработка зонально-регионально-ландшафтных систем землепользования. Научное обоснование функционального зонирования территорий. Создание многоуровневых систем защиты почв от деградации и разрушения. Актуализация и реализация задач санации, рекультивации и восстановления почв. Научное обоснование и ускорение работ по созданию Красной книги почв различных уровней (международный, федеральный, областной и др.) | Включение в почвенно-географические дисциплины вузов расширенных разделов по экологии, динамике почв и их охране. Включение в учение о взаимосвязи почв и факторов почвообразования достижений в изучении экофункций почв. Полноценное освещение роли почв в жизни природы и общества в природоведческих дисциплинах средней школы и средних специальных учреждений. Постоянная популяризация в средствах массовой информации науки о почве |

странстве и времени на разных уровнях организации в связи с действием всего спектра факторов почвообразования, включая антропогенные.

Следует пояснить позицию о факторах почвообразования. Длительное время их анализ ограничивался лишь учетом влияния классических пяти факторов: климата, пород, организмов, рельефа, времени. Такое сужение оказалось недостаточно продуктивным. В результате ряд вопросов географии почв разрабатывался замедленно, например, вопросы изменения почвенного покрова и почв в связи с антропогенным воздействием, хотя еще В.В. Докучаев привлекал внимание к этой проблеме. Поэтому одним из важных общетеоретических положений науки о почвах и их географии должна стать более широкая трактовка факторов формирования и изменения почв.

Так, всю совокупность факторов целесообразно разбить на несколько категорий и групп (табл. 23). В категорию природных факторов входит группа универсальных, региональных и местных почвообразователей. В антропогенную категорию входит группа средоулучшающих и средоразрушающих факторов.

Центральным звеном в почвенной географии должен стать раздел о географии экологических функций почв (Добровольский, Никитин, 1990, 1996), среди которых в последние годы все большее значение приобретает проблема этносферных функций почвы, которые по сравнению с биогеоценоотическими и глобальными природными экологическими почвенными функциями (гидросферными, атмосферными и др.) проанализированы и осмыслены явно слабее. Вместе с тем варварское, непродуманное обращение с ландшафтами и почвами породило целый комплекс региональных и планетарных этнографических и демографических проблем: ухудшение здоровья населения, его вынужденные миграции, разрушение традиционных форм хозяйствования, обострение социальной напряженности и др. В то же время социальные и экономические вопросы географии почв не привлекали пока должного внимания специалистов. Следует отметить, что их научная трактовка особенно тесно сопряжена с учением о различных категориях почвенных экологических функций и их взаимосвязи, в развитии которого в настоящее время прослеживаются несколько тенденций.

Первую тенденцию можно определить как углубление разработок по экофункциям в рамках почвоведения и географии почв. Проявляется она в использовании функционально-экологического подхода как при изучении пространственного разнообразия почв (география почвенных экофункций), так и при исследова-

Таблица 23

**Факторы формирования и динамики почв**

| Природные факторы              |                                            | Антропогенные факторы                |                                        |
|--------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|
| универсальные                  | региональные и местные                     | средоулучшающие, средосохраняющие    | средоразрушающие                       |
| Климат                         | Грунтовые воды                             | Рациональное землеустройство         | Негативные последствия ряда мелиораций |
| Материнские породы             | Неотектоника и вулканизм                   | Экологически обоснованные мелиорации | Антропогенная эрозия и уплотнение почв |
| Живые организмы                | Криогенез                                  | Севообороты                          | Воздушное загрязнение почв             |
| Рельеф и денудация             | Делювиальное и другое поступление вещества | Рациональная агротехника             | Строительство, свалки, рекреации       |
| Аэральное поступление вещества | Наследование реликтового профиля           | Особая охрана природы и почв         | Военные действия и учения              |

нии структуры и функций отдельных компонентов почвенного профиля и связанного с ним биоценоза. Данное направление ясно прослеживается в ряде публикаций (Добровольский, Никитин, 1986, 1990; Розанов, 1988; Карпачевский, 1997; Структурно-функциональная роль почв в биосфере, 1999, и др.). Оно также отчетливо проявилось в работе школы “Экология и почвы” (г. Пущино, 1993 г.), где были прочитаны доклады: “Экологическая роль физических свойств почв” (А.Д. Воронин), “Экологическая роль разных типов почв” (Л.О. Карпачевский), “Функционирование системы гумусовых веществ” (М.И. Дергачева) и др.

Другая тенденция в учении об экофункциях – это приложение функционально-экологического подхода, использованного применительно к почвенной оболочке, к проблеме выявления и анализа экологических функций других приповерхностных геосфер – литосферы, атмосферы, гидросферы, биосферы в целом (Никитин, 1989, 1990а,б, 1997; Никитин и др., 1991, 1992, 1997; Залогин, Кузминская, 1997; Трофимов и др., 1997, 2000, и др.).

Среди теоретических почвенно-географических проблем заслуживают повышенного внимания задачи охраны и восстановления почв на базе функционально-экологического подхода, по-

сколько их решение во многом определяет успехи в спасении почв планеты. Отсутствие ощутимых сдвигов в реальной практике сбережения почвенного богатства Земли во многом связано с фактическим отсутствием данной теории, с отставанием в развитии и совершенствовании природоохранной парадигмы в целом (Добровольский, Никитин, 1996 и др.).

Самостоятельную группу образуют научно-исследовательские и методические задачи функционально-экологической географии почв (см. табл. 22). Из них особого внимания, несомненно, заслуживают картографические задачи, являющиеся центральными в почвенной географии и во многом определяющие уровень и содержание этой науки, ее теоретическую продвинутость и практическую результативность.

К сожалению, картографическое направление в отечественной географии почв еще не получило должного развития в экологическом плане. Это во многом связано с тем, что экологической проблемой почвоведы стали заниматься лишь в последние десятилетия и до сих пор многие вопросы методического и концептуального характера не проработаны, не говоря уже о составлении почвенных функционально-экологических карт для различных регионов России.

Рассмотрим, в чем заключается основная суть функционально-экологического подхода в картографировании почв. Нам представляется, что при данном подходе почвенные карты должны отражать: различные свойства и параметры почв, определяющие их функционирование; пространственно-временные проявления почвенных экологических функций; состояние и изменчивость почвенного покрова в связи с воздействием на него многообразных факторов, включая антропогенные; обеспечение рационального использования и охраны почвенных ресурсов. Следует отметить, что хотя рассматриваемый подход в той или иной форме и проявлялся ранее в почвоведении (работы В.Р. Волобуева, В.М. Фридланда, Н.И. Базилевич, В.М. Димо и др.), он не использовался в достаточно полном объеме, поскольку доминирующая в почвоведении парадигма не включала его в себя в качестве органической составной части. В результате наряду с принципиальными картографическими разработками в рассматриваемой области до сих пор сохраняются белые пятна.

Так, по сей день явно недостаточно разработаны география и картография водного режима почв России, хотя по тепловому режиму существуют обзорные картографические произведения. Понятно, что для решения указанной задачи потребуются опережающее развитие теоретических и классификационных вопросов гидрологии почв, так как в пределах одной и той же зоны,

подзоны, фации, одного ландшафта разнообразие и динамика водного режима и водообеспеченности почв гораздо сильнее выражены, чем это считалось до недавнего времени.

Особенно большое внимание привлекают факторы и процессы, приводящие к отрицательным изменениям почв и экосистем, например негативные геологические процессы: эрозия, заболачивание, оползни, подтопления, суффозии, солифлюкции, сели, обвалы, осыпи и т.п. Представляют интерес и картографические разработки по криогенным преобразованиям почв с выделением ареалов криосолифлюкции, пучения и пятнообразования, полигонального растрескивания, морозной рассортировки материала, термокарста и др. (Наумов, 1993, и др.).

Несомненно, одна из центральных задач – создание картографических произведений по антропогенным факторам изменения почв, которые весьма часто суммируются с негативными геологическими процессами, порождая во многих случаях катастрофические явления (Ясаманов, 1993, и др.).

Поэтому при проведении картографических работ особенно важно выделить территории и регионы, где антропогенез достиг особенно опасных пределов. Для этого необходимо учитывать весь спектр антропогенных процессов, которых в настоящее время насчитывают более 70 (Ясаманов, 1993, и др.). Перспективные подходы к решению данной задачи применены в ряде статей в сборнике “Проблемы оценки экологической напряженности Европейской территории России” (1996).

В самостоятельную задачу выделяется отражение в почвенной картографии экологических функций почв. Следует, однако, отметить, что успешная реализация данной задачи сопряжена с рядом методических трудностей и недостаточной изученностью географии экофункций в целом. Вместе с тем необходимость проведения картографических работ по каждому виду почвенных экофункций очевидна. Так, весьма актуально отражение в картографических произведениях функции почвы как жизненного пространства для различных групп живых организмов (бактерий, актиномицет, грибов, беспозвоночных животных и др.) с указанием их биомассы и видового разнообразия. Это важно сделать в силу различных причин и прежде всего для осуществления программы сохранения биоразнообразия и экологического мониторинга по почвообитающим организмам (Кривоуцкий и др., 1985; Кривоуцкий, 1994, и др.).

Несомненно, существенным является отражение почвенной функции источника и депо элементов питания и влаги. О значении и представительности таких материалов свидетельствует, например, карта распределения запасов почвенного органического углерода на территории России (Орлов и др., 1996).

Трудно переоценить значение карт, фиксирующих сорбционную функцию почв (сорбирование ими различных соединений и микроорганизмов). Эти материалы особенно важны при определении территорий, предрасположенных к аккумуляции антропогенных загрязнителей. При проведении таких работ необходимо учесть исследования по закономерностям миграции и поглощения тяжелых металлов почвами и породами в зависимости от их генезиса, петрографо-минералогического состава и литолого-геоморфологических условий.

Все более острой становится потребность в картографических разработках по санитарной функции почв, которые бы отражали пространственно-временную динамику антисептической способности почв, лимитирующей развитие в них болезнетворных организмов, и показывали бы время очищения их от патогенной микрофлоры и различных антропогенных загрязнений.

Очевидна необходимость полноценного картографирования атмосферных, гидросферных, общебиосферных и других почвенных экофункций. В настоящее время реализуются программы по изучению и картографированию динамики углерода в почвах и экосистемах России и мира в связи с глобальным потеплением климата. На очереди – проведение аналогичных работ по циклам азота, вклад газообразных соединений которого в парниковый эффект составляет около 30%.

Весьма важно составление карт поглощения ненарушенными и нарушенными почвами газов, выделяющихся из недр Земли. Значение таких карт будет неуклонно возрастать в связи со все более широким изменением приповерхностных геосфер при добыче нефти и газа (Можарова и др., 1997, и др.).

Рассмотрим основные аспекты почвенного картографирования для целей охраны и рационального использования почв, отчасти уже затронутые выше. Можно выделить два главных направления: картографирование состояний и тенденций изменения почвенного покрова и сельскохозяйственное и почвоохранное картографирование.

В последние годы отмечена активизация усилий по данным направлениям, что способствовало появлению перспективных разработок (Андроников и др., 1990; Герасимова и др., 1993; Наумов, 1993; Карта почвенно-экологического районирования, 1997, и др.). Однако в целом уровень картографирования для целей рационального использования и охраны почв на сегодня явно недостаточен.

Наиболее актуальными следует признать следующие задачи, требующие реализации как в целом для России, так и для субъектов Федерации и отдельных хозяйств:

I. Скоординированная подготовка картографических произведений по всем разделам функционально-экологической картографии почв.

II. Создание специализированных карт разного масштаба непосредственно по почвоохранной тематике, которые бы отражали: 1) степень и характер эрозионного, химического, радиоактивного поражения территорий и мероприятия по блокировке и устранению данных негативных процессов; 2) зоны и районы экологического напряжения и повышенной заболеваемости, требующие первоочередных природо- и почвоохранных мероприятий; 3) территории с нарушенными почвами и экосистемами, играющими важную биосферную и этносферную роль и нуждающимися в восстановлении (с указанием способов восстановления); 4) ареалы и участки редких, исчезающих и эталонных почв – объектов включения в Красную книгу почв; 5) уникальные территории, входящие в культурное и природное наследие Российской Федерации и регионов; 6) материалы по экологической оценке почв и территорий; 7) природоохранное и природовосстановительное землеустройство на зональном, региональном и местном уровнях.

Остановимся на вопросе картографического обеспечения работ по Красной книге почв, поскольку он один из наиболее актуальных и в то же время разработан явно недостаточно. Так, для большинства регионов Российской Федерации в целом ощущается недостаток в картах, на которых были бы отмечены редкие и уникальные почвы. В последнее время появились определенные подвижки в данном вопросе. Можно указать на удачную мелко-масштабную карту М.И. Герасимовой и др. (1993), на которой показаны основные ядра распространения редких “эндемичных” почв на территории России и сопредельных государств. Аналогичные карты в более крупных масштабах и с более подробной легендой необходимы для всех субъектов Федерации.

Работы по Красной книге почв тормозятся также из-за отсутствия обобщающих сводок, в том числе картографических, по почвам уже существующей сети особо охраняемых территорий.

При проведении работ по Красной книге почв весьма важно вооружиться и картами, отражающими общее экологическое состояние и тенденции развития территорий, на которых выделены ценные почвенные объекты для особой охраны.

Отметим также, что функционально-экологическое картографирование почв должно проводиться с широким использованием технических средств. Особого внимания заслуживает задача расширенного применения дистанционных методов и автоматизированного картографирования почв (Андроников и др., 1991; Рожков, 1993; Космическое землеведение... 1998, и др.). Без ре-

шения этой задачи невозможно успешно справиться с тем колоссальным объемом работ, который возникает на пути осуществления основных направлений функционально-экологической географии и картографии почв. При автоматизированном и дистанционном картографировании в сочетании с наземным не только многократно возрастает производительность труда, но и появляются возможности ставить и решать новый класс задач, реализуемых, например, с помощью компьютерного картографирования.

Завершая обсуждение рассмотренных в данном разделе вопросов, подчеркнем, что острота современной экологической ситуации заставляет почвоведов и географов с большей настойчивостью и интенсивностью разрабатывать почвенные эколого-географические и картографические задачи, оказавшиеся в числе наиболее злободневных междисциплинарных научных и прикладных природоохранных проблем.

## **ПРАВОВЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОХРАНЕНИЯ ПОЧВ И БИОСФЕРЫ В ЦЕЛОМ**

Абсолютное большинство разделов и статей конституционного, гражданского, уголовного права посвящены регулированию общественных и межличностных отношений. Отношения же между природой и обществом, человеком и окружающей средой юридически оформляются с явным запозданием и недостаточной глубиной. Особенно отстают правовое обеспечение охраны почв. При этом нередко игнорируется необходимость сохранения почвы наравне с другими компонентами природы. Так, согласно законодательству, охране подлежит земля, ее недра, растительный покров, животный мир, воздушный бассейн и водные ресурсы (см. Петров, 1996). Почвенный покров при перечислении охраняемых природных феноменов отдельно не указан. Обеспечение его сохранности должно, судя по всему, регулироваться земельным правом.

В этой связи рассмотрим, насколько обеспечивается эффективность правового механизма сохранения почв в рамках современного земельного права. Основные концептуальные установки исходят из того, что под землей прежде всего понимается “поверхностный слой земной коры, включающий голую материнскую породу, поверхность дна водоемов, почвы и другие элементы” (Земельное право России, 1995, с. 4).

Приведенная генерализованная трактовка понятия “земля” для целей ее юридической защиты осложняет адекватную правовую реакцию на нужды охраны почв. Действительно, если голые материнские породы и почвы воспринимать как качественно од-

нопорядковые образования, тогда нет нужды всерьез заниматься правовым обеспечением сохранения географо-генетического почвенного разнообразия как одного из главных условий сбережения биологического разнообразия. Ведь голый материнский субстрат не обладает теми экофункциями и свойствами, которые делали бы его важнейшей незаменимой экологической нишей для наземных организмов. Такими функциями и свойствами обладают лишь почвы, возникающие после соответствующего преобразования материнской породы под воздействием почвообразовательного процесса в течение длительного времени.

Негативные последствия некорректности рассматриваемой исходной посылки в вопросах охраны почв мы ощущаем в полной мере. На сегодня почвы в правовом отношении защищены явно недостаточно. В первую очередь это касается особой охраны почв, которая не подкреплена соответствующими нормативными актами и законами. Специальный закон о почвах с включением статей по особой их охране, к сожалению, начал разрабатываться сравнительно недавно и до конца 2000 г. не был утвержден.

Не принес удовлетворения и Земельный кодекс РСФСР 1991 г. В нем хотя и были впервые выделены в самостоятельную категорию земли особо охраняемых территорий, тем не менее проблема сохранения почвенного разнообразия не просматривается с той же отчетливостью, что и спасение редких и исчезающих видов растений и животных. И не случайно при подготовке законопроекта “Об особо охраняемых природных территориях” почва как один из объектов особой охраны природы вообще не упоминалась. Она “растворилась” в понятии “земля”, что нельзя признать оправданным, поскольку данный термин имеет много значений.

Многозначность понятия “земля” делает расплывчатыми многие правовые природоохранные положения, и порой неясно даже о чем идет речь — о защите от деградации территории в целом, об охране верхнего плодородного слоя земной коры (почвы) или о том и другом одновременно.

В связи со сказанным вполне очевидна необходимость специальной углубленной разработки почвенного права как самостоятельной правовой отрасли, которая бы в полной мере законодательно обеспечила сохранение почв и почвенного покрова нашей планеты. Ратуя за поднятие правового статуса охраны почв, следует сразу же оговориться, что аналогичного юридического усиления требуют и другие природоохранные направления. Нами были предложены (Структурно-функциональная роль почвы в биосфере, 1999) два основных правовых направления, отражающие задачи спасения гибнущей природы и ее детищ, — природно-социальное и природное (схема 3).

## Основные природоохранные направления



Природно-социальное направление включает экологическое, земельное, горное, лесное и водное право. Экологическое право стало активно разрабатываться лишь в последние десятилетия (Голиченков, 1984, 1992 и др.). Оно определяется как “совокупность правовых норм и правоотношений, регулирующих общественное отношение в сфере взаимодействия общества и природы” (Петров, 1996, с. 548).

Природное направление как нам представляется, должно включать планетарно-биосферное, биологическое, почвенное, географическое и геологическое право. Данное направление на сегодня разработано явно недостаточно, определенные достижения имеются в основном в области правового обеспечения сохранения видов живых организмов. Сформулированы положения биополитики, согласно которым общество должно обеспечить право на жизнь различным видам растений и животных, созданных длительной биологической эволюцией. Подготовлены и утверждены важнейшие правовые документы – Красные книги редких и находящихся под угрозой исчезновения видов живых организмов.

Осознана, кроме того, необходимость правового обоснования защиты природных комплексов, подтверждением чему является организация сети биосферных заповедников и резерватов.

Однако в целом уровень развития природного права, которое юридически обеспечивало бы сохранение естественной природы в различных ее формах, совершенно недостаточен. Причин тако-

го положения много. И среди них – явное отставание в разработке теоретических проблем сохранения биосферы и ее компонентов. С недопустимой медлительностью осознается истина, что без сохранения и восстановления естественно-исторической биосферы и ее составляющих земная цивилизация обречена. Только сейчас получает признание положение о том, что землянам для того, чтобы иметь виды на будущее, необходимо сохранить не менее 30% естественной природы (Горшков, 1995). По нашим представлениям, доля естественных природных комплексов должна быть еще более значительной. Но без юридической гарантии особой охраны природы и ее расширения данную задачу не решить.

На сегодня в России правовое обеспечение сохранности имеют лишь около 3% природных комплексов, входящих в сеть особо охраняемых территорий. Поэтому развитие природного права для нашей страны архиактуально. Правоведы справедливо призывают к охране всей экологической цепи: “С точки зрения правовой, обеспечение естественного воспроизводства (восполнения) каждого конкретного элемента среды должно осуществляться путем мероприятий по охране всей экологической цепи и отдельных ее элементов” (Голиченков, 1984, с. 5). Однако почва, являясь центральным звеном экологической цепи, имеет явно недостаточную юридическую защиту.

## ЛИТЕРАТУРА

- Агаджанян Н.А., Торшин В.И. Экология человека. М.: Круг, 1994. 225 с.
- Агропромышленный комплекс. Стат. сб. М., 1990. 220 с.
- Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО / Под ред. А.П. Щербакова и И.И. Васенева. Курск, 1996. 326 с.
- Айдак А.П. И взойдут семена. Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во, 1993. 52 с.
- Алекин О.А., Бражникова Л.В. Сток растворенных веществ с территории СССР. М.: Наука, 1964. 144 с.
- Алекин О.А., Ляхин Ю.И. Химия океана. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 343 с.
- Алиев С.А. Азотфиксация и физиологическая активность органического вещества почв. Новосибирск: Наука, 1988. 144 с.
- Алимов А.Ф., Старобогатов Я.И., Кержнер И.М. и др. Проблемы исследования разнообразия животного мира России // Ж. общей биологии. 1996. Т. 57, № 2. С. 5–13.
- Аллелопатическое почвоутомление. Киев: Наукова думка, 1979. 246 с.
- Аллен Дж., Нельсон М. Космические биосферы. М.: Прогресс, 1991. 120 с.
- Андроников В.Л., Шишов Л.Л., Терешенков О.М. и др. Составление листов Государственной почвенной карты СССР с использованием космических снимков // Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве. М.: Наука, 1990. С. 88–97.
- Апарин Б.Ф., Савельева Т.С. О проблемах анализа изображений почвенного покрова // География и картография почв. М.: Наука, 1993. С. 220–228.
- Арчегова И.Б., Евдокимова Т.В., Котелина Н.С. и др. Природовосстановление – конструктивный блок системы природопользования // Освоение Севера и проблемы рекультивации. Сыктывкар, 1996. С. 11–12.
- Арчегова И.Б., Федорович В.А. О биологической сущности почвы. Сыктывкар, 1988. 35 с.
- Атлашините О.П., Станиславичюте И.С., Шюляускене Н.И. Влияние дождевых червей на агрохимические свойства, микрофлору и ферментативную активность дерново-подзолистой почвы // Тр. АН Лит. ССР. 1981. 3/75. С. 75–82.

- Ахтырцев Б.П., Ахтырцев А.Б. Почвенный покров Среднерусского черноземья. Воронеж: Изд-во Воронежск. ун-та, 1993. 214 с.
- Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд-во МГУ, 1983. 248 с.
- Балабко П.Н. Микроморфология, диагностика и рациональное использование пойменных почв Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнины: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Изд-во МГУ, 1991. 47 с.
- Башкин В.Н. Эколого-агрохимические проблемы применения азотных удобрений: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1986. 40 с.
- Безуглова О.С. Гумусное состояние черноземно-степных и каштановых почв Южной России: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1994. 32 с.
- Биль о правах природы и человека. М., 1997. 200 с.
- Биология охраны природы. М.: Мир, 1983. 430 с.
- Борисов В.А. Рациональное применение удобрений в интенсивном овощеводстве на пойменных почвах: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Л.: Пушкин, 1990. 37 с.
- Вальков В.Ф., Штомпель Ю.А., Трубилин И.Г., Котляров И.С., Соляник Г.М. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана. Ростов-на-Дону, 1996. 196 с.
- Варламов А.А., Хабаров А.В. Экология землепользования и охрана природных ресурсов. М., 1999. 300 с.
- Вернадский В.И. Очерки геохимии. М.; Л.: Науч.-техн. изд-во, 1934. 167 с.
- Вернадский В.И. Избранные сочинения. М.: АН СССР, 1960. Т. 4. 651 с.
- Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1987. 339 с.
- Витезев В.Г., Макаров Н.Б. Общее земледелие. М.: Изд-во МГУ, 1991. 286 с.
- Владыченский А.С. Особенности горного почвообразования и формирования почвенного покрова гор: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Изд-во МГУ, 1994. 42 с.
- Воронин А.Д. Основы физики почв. М.: Изд-во МГУ, 1986. 255 с.
- Востокова Л.Б., Якушевская Н.В. Бонитировка почв. М.: Изд-во МГУ, 1979. 101 с.
- Гаджиев И.М. Эволюция почв южной тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. 277 с.
- Газенко О. Итоги эксперимента в Аризоне // Эврика. 1993. № 4. С. 3.
- Геннадиев А.Н. Почвы и время. М.: Изд-во МГУ, 1990. 227 с.
- Геннадиев А.Н. Почвоохранная политика и фермерское землепользование в США // Почвоведение. 1997. № 4. С. 522–528.
- Герасимова М.И. География почв СССР. М.: Высш. шк., 1987. 223 с.
- Герасимова М.И., Гаврилова И.П., Богданова М.Д. Обзорная почвенная карта бывшего СССР масштаба 1:8 000 000 // География и картография почв. М.: Наука, 1993. С. 43–49.
- Гербициды и почва. М.: Изд-во МГУ, 1990. 205 с.
- Гиляров М.С. Почвенный ярус биоценозов суши // Усп. совр. биологии. 1968. Т. 66, вып. 1. С. 121–136.

- Глазовская М.А. Педолитогенез и накопление органического углерода в четвертичных покровах Евразии // Изв. АН. Сер. геогр. 1996. № 5. С. 21–33.
- Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М.: Изд-во МГУ, 1997. 100 с.
- Голиченков А.К. Организационно-правовые формы санитарно-экологического контроля в СССР. М.: Изд-во МГУ, 1984. 101 с.
- Голиченков А.К. Экологический контроль: Теория, практика правового регулирования. М.: Изд-во МГУ, 1992. 160 с.
- Горшков В.Г. Границы устойчивости биосферы // Изв. Всесоюз. геогр. об-ва. 1987. Т. 119, вып. 4. С. 289–300.
- Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: Наука, 1995. 470 с.
- Гроув Р.Х. Зарождение на Западе движения в защиту окружающей среды // В мире науки. 1993. № 9–10. С. 6–14.
- Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 520 с.
- Гумилев Л.Н. Тысячелетие вокруг Каспия. М.: Мишель и К°, 1993. 335 с.
- Гусев М.В., Олескин Е.Р., Карташова Е.Р. Некоторые тенденции гуманизации биологии под влиянием биосферного мировоззрения // Вестн. МГУ. Сер. 16, биол. 2000. № 1. С. 3–8.
- Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология: Интеграция в изучении природы и общества. Пушкино, 1997. 200 с.
- Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. Новосибирск: Наука, 1997. 227 с.
- Дмитриев Е.А. Закономерности пространственной неоднородности состава и свойств почв: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Изд-во МГУ, 1983. 51 с.
- Дмитриев Е.А. Экологические аспекты почвенных режимов // Почвоведение. 1997. № 7. С. 831–839.
- Добровольский В.В. География микроэлементов: Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983. 269 с.
- Добровольский Г.В. О некоторых проблемах генетического почвоведения // Почвоведение. 1979. № 7. С. 103–111.
- Добровольский Г.В. Бесценный дар природы // Природа. 1986а. № 9. С. 88–99.
- Добровольский Г.В. Мониторинг и охрана почв // Почвоведение. 1986б. № 12. С. 14–18.
- Добровольский Г.В. Экология и почвоведение // Почвоведение. 1989. № 12. С. 5–12.
- Добровольский Г.В. Тихий кризис планеты // Вестн. РАН. 1997. Т. 67, № 4. С. 313–320.
- Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1985. 223 с.
- Добровольский Г.В., Гришина Л.А., Розанов Б.Г., Таргульян В.О. Влияние человека на почву как компонент биосферы // Почвоведение. 1985. № 12. С. 55–65.

- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 137 с.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. 270 с.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функционально-экологическая география почв // Почвоведение. 1996. № 1. С. 16–22.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д., Афанасьева Т.В. Таежное почвообразование в континентальных условиях. М.: Изд-во МГУ, 1981. 216 с.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д., Орлов В.И. Нужна Красная книга почв // Химия и жизнь. 1984. № 5. С. 56–57.
- Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. М.: Изд-во МГУ, 1984. 415 с.
- Добродеев О.П. Основы экологии. М.: Изд-во МПУ им. Ленина, 1996. 250 с.
- Добродеев О.П., Суетова И.А. Живое вещество Земли // Проблемы общей физической географии и палеогеографии. М.: Изд-во МГУ, 1976. С. 26–58.
- Докучаев В.В. Избранные сочинения. М.: Сельхозгиз, 1949. Т. 2. 426 с.
- Докучаев В.В. Дороже золота русский чернозем. (Сост., вступ. ст. и коммент. Г.В. Добровольского). М.: Изд-во МГУ, 1994. 544 с.
- Дорст Ж. До того как умрет природа. М.: Прогресс, 1968. 415 с.
- Духовно-экологическая цивилизация. М., 1996. 280 с.
- Евдокимова Т.И., Быстрицкая Т.Л., Васильевская В.Д. Биогеохимические циклы элементов в природных зонах Европейской части СССР // Биогеохимические циклы в биосфере. М.: Наука, 1976. С. 154–183.
- Ефремов Ю.К. Об охране пространства // Изв. Рус. геогр. об-ва. 1997. Т. 129, вып. 3. С. 44–46.
- Забоева И.В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1975. 343 с.
- Заварзин Г.А. Бактерии и состав атмосферы. М.: Наука, 1984. 192 с.
- Заварзин Г.А., Звягинцев Д.Г., Карпачевский Л.О., Розанов Б.Г. Взаимодействие почвенного и атмосферного воздуха. М.: Изд-во МГУ, 1985. С. 35–47.
- Зайдельман Ф.Р. Эколого-мелиоративное почвоведение гумидных ландшафтов. М.: ВО Агропромиздат, 1991. 320 с.
- Зайдельман Ф.Р. Естественное и антропогенное переувлажнение почв. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 288 с.
- Залогин Б.С., Кузьминская К.С. Экологические функции Мирового океана // Жизнь Земли: Землеведение и экология. М.: Изд-во МГУ, 1997. С. 39–51.
- Заповедники России. М.: Росагросервис, 1994. 210 с.
- Заповедники СССР: Справочник. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 248 с.
- Заславский М.Н. Эрозиоведение. М.: Высш. школа, 1987. 375 с.
- Зборищук Н.Г. Состав и свойства почвенного воздуха // Взаимодействие почвенного и атмосферного воздуха. М.: Изд-во МГУ, 1985. С. 20–35.

- Зволинский В.П. Социально-экономическая ситуация в АПК Российской Федерации // Почвенные ресурсы Прикаспийского региона и их рациональное использование в современных социально-экономических условиях. Астрахань, 1994. С. 291–300.
- Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во МГУ, 1987. 256 с.
- Зеленая книга Поволжья. Самара: Самарск. кн. изд-во, 1995. 350 с.
- Зеленая книга Республики Татарстан. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1993. 420 с.
- Земельное право России. М.: Стоглав, 1995. 300 с.
- Зонн С.В. Влияние леса на почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 160 с.
- Зонн С.В. Современные проблемы генезиса и географии почвы. М.: Наука, 1983. 168 с.
- Иванов И.В. Природная эволюция почв степной зоны в голоцене: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 1988. 53 с.
- Иванов И.В. Связь ритмов почвообразования с периодичностью солнечной активности за последние 5 тысяч лет // Докл. АН. 1994. Т. 334, № 2. С. 230–233.
- Израэль Ю.А., Назаров И.М., Пресмен А.Я. и др. Кислотные дожди. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 206 с.
- Исекеев И.И., Тихановский А.Н. Биологическая рекультивация земель в зоне лесотундры // Освоение Севера и проблемы рекультивации. Сыктывкар, 1996. С. 53–54.
- Кан С.И. Океан и атмосфера. М.: Наука, 1982. 144 с.
- Карабейский И.П. Изменение свойств черноземов Молдавии в условиях орошения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1990. 24 с.
- Караваева Н.А. Заболачивание и эволюция почв. М.: Наука, 1982. 295 с.
- Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области. Новосибирск: Наука, 1990. 283 с.
- Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-ть, 1981. 261 с.
- Карпачевский Л.О. Новые подходы к оценке роли почв в биосфере. Рец. на кн.: Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. Экологические функции почвы // Почвоведение. 1987. № 1. С. 135–137.
- Карпачевский Л.О. Динамика свойств почвы. М.: Геос, 1997. 170 с.
- Карта почвенно-экологического районирования / Под ред. Г.В. Добровольского, И.С. Урусовой. М-б: 1:2 500 000. М., 1997.
- Касимов Н.С. Палеогеохимия ландшафтов степей и пустынь: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М.: Изд-во МГУ, 1983. 55 с.
- Кауричев И.С., Ганжара Г.Ф., Комарцева Л.Г. Роль водорастворимых органических веществ в формировании гумусового горизонта дерново-подзолистых почв // Современные почвенные процессы. М.: Наука, 1974. С. 74–85.
- Каштанов А.Н. Защита почв от ветровой и водной эрозии. М.: Россельхозиздат, 1974. 207 с.
- Каштанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швебе Г.И. Основы ландшафтно-экологического земледелия. М.: Колос, 1994. 125 с.
- Кейдал Р. Твердые частицы в атмосфере и в космосе. М.: Мир, 1969. 284 с.

- Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 365 с.
- Клиге Р.К. Изменения глобального водообмена. М.: Наука, 1985. 284 с.
- Климентьев А.И., Блохин Е.В. Почвенные эталоны Оренбургской области: Материалы для Красной книги почв Оренбургской области. Екатеринбург, 1996. 88 с.
- Кляшторин А.Л. Миграция техногенных радионуклидов в лесных почвах Украинского Полесья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1996. 20 с.
- Ковда В.А. Основы учения о почвах. М.: Наука, 1973. Кн. 1. 447 с.
- Ковда В.А. Сохранить и рационально использовать черноземы СССР. Пушино, 1983. 27 с.
- Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых почв. М.: Колос, 1984. 303 с.
- Ковда В.А. Роль и функции почвенного покрова в биосфере Земли: Докл. на VII Делегат. съезде Всесоюз. об-ва почвоведов (9–13 сент. 1985 г., Ташкент). Пушино, 1985а. 10 с.
- Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985б. 263 с.
- Ковда В.А. Почвенный покров, охрана окружающей среды и земледелие. Пушино, 1987. 32 с.
- Козловский Ф.И. Современные естественные процессы эволюции почв: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 1987. 40 с.
- Коплан-Дикс И.С., Назаров Г.В., Кузнецов В.К. Роль минеральных удобрений в эфтрофировании вод суши. Л.: Наука, 1985. 181 с.
- Корсунов В.М., Ведрова Э.Ф. Диагностика почвообразования в зональных лесных почвах. Новосибирск: Наука, 1982. 160 с.
- Космическое земледелие: Информационно-математические основы / Под ред. В.А. Садовниченко. М.: Изд-во МГУ, 1998. 571 с.
- Криволицкий А.Е. Голубая планета. М.: Мысль, 1985. 335 с.
- Криволицкий Д.А. Животный мир почвы. М.: Знание, 1969. 48 с.
- Криволицкий Д.А. Пути приспособительной эволюции панцирных клещей в почве // Адаптация почвенных животных к условиям среды. М.: Наука, 1977. С. 102–129.
- Криволицкий Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле. М.: Наука, 1994. 268 с.
- Криволицкий Д.А., Покаржевский А.Д., Сизов М.Г. Почвенная фауна в кадастре животного мира. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростов. ун-та, 1985. 96 с.
- Круговорот вещества в природе и его изменение хозяйственной деятельностью человека. М.: Изд-во МГУ, 1980. 272 с.
- Крупеников И.А. Сохраним и приумножим. Кишинев: Карта молдовеняскэ, 1985. 136 с.
- Крючков В.В. Природопользование и природовосстановление на Севере // Освоение Севера и проблемы рекультивации. Сыктывкар, 1996. С. 84–85.
- Кудярова А.Ю. Фосфатная трансформация почв. М.: Наука, 1995. 285 с.

- Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1996. 333 с.
- Кук Дж.У. Регулирование плодородия почвы. М.: Колос, 1970. 520 с.
- Куст Г.С., Андреева О.В., Добрынин Д.В. Принципы организации федерального мониторинга опустынивания Российской Федерации на основе базовых карт и материалов дистанционной съемки // Степи Северной Евразии: Стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в XXI веке. Оренбург, 2000. С. 216–217.
- Лапо А.В. Следы былых биосфер. М.: Знание, 1987. 205 с.
- Лисицын А.П. Проблемы океанской седиментации. М.: Наука, 1978. 392 с.
- Лисконов А.Т., Бредихин Н.Н., Савчук Д.П. Закрытый дренаж на орошаемых землях. Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1992. 282 с.
- Лихачев В.А. Морфологическая структура сельскохозяйственных ландшафтов Сибири и ее формирование землеустроительными действиями. Омск, 1990. 18 с.
- Личков Б.Л. К основам современной теории Земли. Л.: Изд-во ЛГУ, 1965. 117 с.
- Лосев К.С., Ушаков С.А. Человек и биосфера: Новое мышление // Жизнь Земли: Землеведение и экология. М.: Изд-во МГУ, 1997. С. 5–22.
- Львович М.И. Вода и жизнь. М.: Мысль, 1986. 254 с.
- Лямин В.С. География и общество. М.: Мысль, 1980. 250 с.
- Мажарова Н.В., Кулатина Е.Г., Кадочников Ю.В. Экологические функции почвенного покрова подземных газохранилищ // Проблемы антропогенного почвообразования. М., 1997.
- Макеев О.В. Глобальная экология почвенного холода и тепла. Пушкино, 1980. 36 с.
- Макеева В.М., Непоклонова М.И., Панфилов Д.В. Экосистемный подход к изучению животного мира природных зон. М.: Изд-во МГУ, 1994. 80 с.
- Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й. За пределами роста. М.: Пангея, 1994. 302 с.
- Мильков Ф.Н. Общее землеведение. М.: Высш. шк., 1990. 335 с.
- Минеев В.Г. Агрохимия и биосфера. М.: Колос, 1984. 246 с.
- Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия. М.: Изд-во МГУ, 1999. 332 с.
- Муха В.Д. Общие закономерности и зональные особенности изменения почв главных генетических типов под воздействием сельскохозяйственной культуры: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Харьков, 1979. 38 с.
- Назаров Г.В. Гидрологическая роль почвы. Л.: Наука, 1981. 215 с.
- Назаренко И.И. Окультуривание подзолистых оглеенных почв. М.: Наука, 1981. 182 с.
- Наумов Е.М. Система почвенно-экологических и почвоохранных карт Северо-Востока Евразии // География и картография почв. М.: Наука, 1993. С. 105–120.

- Наумов Е.М., Градусов Б.П. Особенности почвообразования на крайнем Северо-Востоке Евразии. М.: Колос, 1974. 145 с.
- Никитин Б.А. Плодородие почвы, его виды и методы оценки. Горький: ГСХИ, 1981. 84 с.
- Никитин Б.А. Окультуривание пахотных почв Нечерноземья и регулирование их плодородия. Л.: Агропромиздат, 1986. 277 с.
- Никитин Е.Д. О биогеоценотических функциях почв // Вестн. МГУ. Сер. Почвоведение. 1977. № 4. С. 3–8.
- Никитин Е.Д. Жизнь и будущее почв. М.: Знание, 1979. 50 с.
- Никитин Е.Д. Роль почв в жизни природы. М.: Знание, 1982а. 47 с.
- Никитин Е.Д. Функционально-экологический подход к вопросам охраны почв // МГУ – сельскому хозяйству. М., 1982б. С. 70.
- Никитин Е.Д. Закономерности таежно-лесного почвообразования: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Изд-во МГУ, 1985. 40 с.
- Никитин Е.Д. О создании Красной книги почв // Почвоведение. 1989. № 2. С. 113–121.
- Никитин Е.Д. Берегите почву. М.: Знание, 1990а. 60 с.
- Никитин Е.Д. Учение о функциях почв и экологическое земледование // Почвоведение. 1990б. № 9. С. 74–81.
- Никитин Е.Д. Современное почвоведение и сохранение биосферы // Почвоведение. 1991. № 4. С. 59–70.
- Никитин Е.Д. О теории единства человека и природы // Философская антропология. М.: Ин-т философии РАН, 1995. С. 185–187.
- Никитин Е.Д. Эффективность жизни и сохранение биосферы // Жизнь Земли: Земледование и экология. М.: Изд-во МГУ, 1997а. С. 22–33.
- Никитин Е.Д. Общие природные закономерности – почва–человек как актуальная философско-научная проблема // Жизнь Земли: Земледование и экология. М.: Изд-во МГУ, 1997б. С. 51–61.
- Никитин Е.Д. Почва–биосфера–цивилизация (геопланетарное почвоведение и синергетика) // Синергетика. М.: Изд-во МГУ, 1999. Вып. 1. С. 174–181.
- Никитин Е.Д., Гирусов Г.В. Шагреневая кожа Земли: Биосфера–почва–человек / Под ред. Г.В. Добровольского. М.: Наука, 1993. 110 с.
- Никитин Е.Д., Градусов Б.П., Залогин Б.С. Проблема функций биосферы и экологическое почвоведение // Жизнь Земли: Геодинамика и экология. М.: Изд-во МГУ, 1992. С. 109–115.
- Никитин Е.Д., Залогин Б.С., Кузьминская К.С. и др. Экологические функции почвенного покрова и гидросферы // Жизнь Земли. Экологические проблемы и природоохранное образование. М.: Изд-во МГУ, 1991. С. 106–114.
- Никитин Е.Д., Скворцова Е.Б. О развертывании работ по созданию Красной книги почв // Информ. материалы Всес. об-ва почвоведов. Пушкино, 1990. Вып. 2. С. 15–18.
- Никитин Е.Д., Скворцова Е.Б. Роль почв в сохранении биосферы // Почвоведение. 1994. № 5. С. 80–87.
- Никитин Е.Д., Скворцова Е.Б. Проблема сохранения почвенного разнообразия // Почвоведение. 1999. № 4. С. 543–544.

- Никитин Е.Д., Шоба С.А., Шишкина Л.П. и др. Экологические функции биосферы и почвы, их антропогенные изменения и охрана // Жизнь Земли: Землеведение и экология. М.: Изд-во МГУ, 1997. С. 74–87.
- Никитишнев В.И. Агрохимические основы эффективного применения удобрений в интенсивном земледелии. М.: Наука, 1984. 213 с.
- Олдак П.Г. Равновесное природопользование: Взгляд экономиста. Новосибирск: Наука, 1983. 128 с.
- Омнигенная экология. Брянск, 1996. 482 с.
- Орлов В.И. Анализ динамики природных условий и ресурсов. М.: Наука, 1975. 275 с.
- Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 325 с.
- Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука, 1996. 255 с.
- Орлова М.А. Роль эолового фактора в солевом режиме территорий. Алма-Ата: Наука, 1983. 230 с.
- Орошаемые черноземы / Под ред. Б.Г. Розанова. М.: Изд-во МГУ, 1989. 210 с.
- Основы гидрогеологии: Использование и охрана подземных вод. Новосибирск: Наука, 1983. 230 с.
- Первова Н.Е., Розанов Б.Г. Глобальные аспекты газообмена // Взаимодействие почвенного и атмосферного воздуха. М.: Изд-во МГУ, 1985. С. 6–19.
- Переуплотнение пахотных почв: Причины, следствия, пути уменьшения. М.: Наука, 1987. 215 с.
- Петров В.П. Основы учения о древних корках выветривания. М.: Наука, 1967. 343 с.
- Петров В.В. Экологическое право России. М.: Бек, 1996. 557 с.
- Плодородие почв и пути его повышения / Под ред. Н.П. Панова. М.: Колос, 1983. 183 с.
- Полынов Б.Б. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 748 с.
- Полянская Л.М. Микробная сукцессия в почве: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Изд-во МГУ, 1996. 96 с.
- Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980. 24 с.
- Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв / Под ред. Д.С. Орлова, В.Д. Васильевской. М.: Изд-во МГУ, 1994. 272 с.
- Почвенные ресурсы Прикаспийского региона и их рациональное использование в современных социально-экономических условиях. Астрахань, 1994. 368 с.
- Почвоведение / Под ред. И.С. Кауричева. М.: Колос, 1975. 496 с.
- Проблемы оценки экологической напряженности Европейской территории России: Факторы, районирование, последствия. М.: Изд-во МГУ, 1996. 148 с.
- Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика, 1995. 524 с.
- Рассел Э.Д. Почвенные условия и рост растений. М.: Изд-во иностр. лит., 1955. 624 с.

- Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания. М.: Мир, 1994. 340 с.
- Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 640 с.
- Реймерс Н.Ф. Экология. М.: Молодая гвардия, 1994. 365 с.
- Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с.
- Ринькис Г.Я. Оптимизация минерального питания растений. Рига: Зинатне, 1972. 355 с.
- Роговская Н.В. Карта естественной защищенности подземных вод от загрязнения // Природа. 1976. № 3. С. 57–61.
- Роде А.А. Почвообразовательный процесс и эволюция почв. М.: Географгиз, 1974. 141 с.
- Рожков В.А., Рожкова С.В. Почвенная информатика. М.: Изд-во МГУ, 1993. 189 с.
- Розанов Б.Г. Основы учения об окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1984. 372 с.
- Розанов Б.Г. Геомембрана: Мембранная функция почвы в планетарной геосферной системе Земли // Почвоведение. 1988. № 7. С. 54–59.
- Розов Н.Н., Строганова М.Н. Почвенный покров мира. М.: Изд-во МГУ, 1979. 287 с.
- Романова Э.П., Курапова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. М.: Изд-во МГУ, 1993. 300 с.
- Ронов А.Б. Осадочная оболочка Земли. М.: Наука, 1980. 79 с.
- Ропполь Г. Техника как противоположность природы // Философия техники в ФРГ. М.: Прогресс, 1989. С. 203–222.
- Руковский Н.Н. Убежище четвероногих. М.: ВО Агропромиздат, 1991. 140 с.
- Рыжкова И.М. Азот в системе почва–атмосфера // Взаимодействие почвенного и атмосферного воздуха. М.: Изд-во МГУ, 1985. С. 91–99.
- Рябчиков А.М., Тарасов К.Г. Географический подход к оценке влияния сельского хозяйства на окружающую среду // Вестн. МГУ. Сер. 5, география. 1986. № 5. С. 8–15.
- Сдобников С.С. Расширенное воспроизводство плодородия почв. М.: Знание, 1989. 60 с.
- Сидоренко Г.И., Можаяев Е.А. Санитарное состояние окружающей среды и здоровья населения. М.: Медицина, 1987. 124 с.
- Сидорчук А.И. Сток техногенных наносов в бассейне р. Омоля (Северная Якутия) и разрушение речных экосистем // III Междунар. конф. “Освоение Севера и проблемы рекультивации”. Сыктывкар, 1996. С. 175–176.
- Смит У.Х. Лес и атмосфера. М.: Прогресс, 1985. 429 с.
- Соколов И.А. Экология почв как раздел докучаевского генетического почвоведения // Почвоведение. 1985. № 10. С. 5–13.
- Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Наука, 1993. 231 с.
- Соколов И.А. Почвообразование и экзогенез. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1997. 245 с.

- Соколов В.Е., Чернов Ю.И., Решетников Ю.С. Национальная программа России по сохранению биологического разнообразия // Биоразнообразие: Степень таксономической изученности. М.: Наука, 1994. С. 4–12.
- Соколова Т.А. Глинистые минералы в почвах гумидных областей СССР: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Изд-во МГУ, 1980. 47 с.
- Стасьев Г.Я. Почвоведение в системе биосферного естествознания. Кишинев: Изд-во Молдавск. гос. ун-та, 1992. 184 с.
- Степанов И.Н. Формы в мире почв. М.: Наука, 1986. 190 с.
- Степи Евразии: Сохранение природного разнообразия и мониторинг состояния экосистем. Матер. Междунар. симпоз. Оренбург, 1997. 167 с.
- Структурно-функциональная роль почв в биосфере / Под ред. Г.В. Добровольского. М.: Геос, 1999. 278 с.
- Судницин И.И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений. М.: Изд-во МГУ, 1979. 254 с.
- Таргульян В.О. Общепланетарная модель экзогенеза и педогенеза // Успехи почвоведения. М.: Наука, 1986. С. 101–108.
- Таргульян В.О. Поверхностно-планетарные оболочки: Место и роль педосферы // Глобальная география почв и факторы почвообразования. М., 1991. С. 302–323.
- Таргульян В.О., Соколов И.А. Структурный и функциональный подход к почве: Почва-память и почва-момент // Математическое моделирование в экологии. М.: Наука, 1976. С. 17–34.
- Ташинова Л.Н. Красная книга почв и экосистем Калмыкии / Под ред. Е.Д. Никитина. Элиста, 2000. 214 с.
- Телитченко М.М., Остроумов С.А. Введение в проблемы биохимической экологии. М.: Наука, 1990. 280 с.
- Тетиор А.Н. Красота и целесообразность природы. М.: Моск. гос. ун-т природообустройства, 1997. 270 с.
- Тихомиров Ф.А. Теоретические и прикладные вопросы охраны почвенно-растительного покрова от радиоактивного загрязнения // Биол. науки. 1980. № 4. С. 18–28.
- Тишков А.А. Экологическая реставрация нарушенных экосистем Севера // Освоение Севера и проблемы рекультивации. Сыктывкар, 1996. С. 202–203.
- Тишлер В. Сельскохозяйственная экология. М.: Колос, 1971. 455 с.
- Тонконогов В.Д., Шурикова В.И. Отображение на обзорных почвенных картах антропогенно-преобразованных почв // География и картография почв. М.: Наука, 1993. С. 100–104.
- Томпсон Л.М., Троу Ф.Р. Почвы и их плодородие. М.: Колос, 1982. 461 с.
- Травлев А.П. Взаимодействие растительности с почвами в лесных биогеоценозах настоящей степи Украины и Молдавии: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Днепропетровск, 1972. 49 с.
- Трофимов В.Т., Зиллинг Д.Г., Аверкина Т.И. и др. Теория и методология экологической геологии. М.: Изд-во МГУ, 1997. 365 с.
- Трофимов В.Т., Зиллинг Д.Г., Барабошкина Т.А. и др. Экологические функции литосферы. М.: Изд-во МГУ, 2000. 430 с.

- Трофимов С.Я., Седов С.Н. Функционирование почв в биогеоценозах: Подходы к описанию и анализу // Почвоведение. 1997. № 6. С. 770–778.
- Турсина Т.В. Роль микроморфологии для диагностики антропогенного воздействия на почву // Тез. докл. VIII Всесоюз. съезда почвоведов. Новосибирск, 1989. Кн. 4. С. 310.
- Тюрюканов А.Н. Биосфера и человечество. М.: Знание, 1973. 63 с.
- Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация. М.: Изд-во МГУ, 1986. 131 с.
- Уникальные территории в культурном и природном наследии регионов / Под ред. Ю.Л. Мазурова. М.: Рос. НИИ культ. и природн. наследия, 1994. 215 с.
- Уорк К., Уорнер С. Загрязнение воздуха: Источники и контроль. М.: Мир, 1980. 539 с.
- Урсул А.Д. Экологическая проблема и агроноосферная революция. М.: Луч, 1994. 195 с.
- Ушаков С.А., Ясаманов Н.А. Дрейф материков и климат Земли. М.: Мысль, 1984. 206 с.
- Федоров В.М. Биосфера–земледелие–человечество. М.: Агропромиздат, 1990. 238 с.
- Федоров К.Н., Андреева Н.П., Николаева С.А. Сезонная динамика микроморфологии засоленных целинных земель нижней дельты Кубани // Проблемы диагностики и мелиорации солонцов. Новочеркасск, 1981. С. 138–143.
- Фишер Д., Саймон Н., Винсент Д. Красная книга. Дикая природа в опасности. М.: Мир, 1976. 450 с.
- Фокин А.Д. Исследование процессов трансформации, взаимодействия и переноса органических веществ, железа и фосфора в подзолистой почве: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: 1975. 28 с.
- Фокин А.Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле / Под ред. И.С. Кауричева. М.: Наука, 1986. 175 с.
- Фотосинтез и продуктивность плодовых культур. Кишинев: Штиинца, 1991. 201 с.
- Чернова О.В. Проект Красной книги естественных почв России // Почвоведение. 1995. № 4. С. 514–519.
- Черняев А.М. Поэзия и проза воды. Екатеринбург: Виктор, 1996. 273 с.
- Чертов О.Г. Экология лесных земель. Л.: Наука, 1981. 92 с.
- Чертов О.Г. Об экологических функциях и эволюции почв // Вестн. МГУ. Сер. 3. 1990. Вып. 2, № 10. С. 75–81.
- Чибилев А.А. Лик степи. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 191 с.
- Шепелев Л.И., Шепелева Л.Ф. Принципы эколого-хозяйственной оценки пойменных земель. Томск, 1995. 150 с.
- Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И., Ерофеев В.В. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. М.: Агропромиздат, 1991. 303 с.
- Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. М.: Наука, 1968. 451 с.
- Шоба С.А. Морфогенез почв лесной зоны: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Изд-во МГУ, 1988. 45 с.

- Штильмарк Ф.Р.* Историография российских заповедников. М.: ТОО Логага, 1996. 340 с.
- Щеглов А.И.* Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. М.: Наука, 1999. 300 с.
- Щеглов Д.И.* Черноземы Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Воронеж, 1995. 46 с.
- Щербаков А.П., Протасова Н.А., Беляев А.Б., Стахурлова Л.Д.* Почвоведение с основами растениеводства. Воронеж: Изд-во Воронежск. гос. ун-та, 1996. 234 с.
- Щербаков А.П., Рудой И.Д.* Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ. М.: Колос, 1983. 188 с.
- Экзарьян В.Н.* Геоэкология и охрана окружающей среды. М.: Экология, 1997. 171 с.
- Экологические проблемы применения удобрений. М.: Наука, 1984. 196 с.
- Экологические требования к орошению почв России. М., 1996. 150 с.
- Эколого-гидрологические основы глубокого мелиоративного рыхления почв. М.: Изд-во МГУ, 1986. 196 с.
- Яблоков А.В.* Атомная мифология: Заметки эколога об атомной индустрии. М.: Наука, 1997. 271 с.
- Яблоков А.В., Остроумов С.А.* Уровни охраны живой природы. М.: Наука, 1985. 175 с.
- Янишин А.Л., Мелуа А.И.* Уроки экологических просчетов. М.: Мысль, 1991. 430 с.
- Ясаманов Н.А.* Антропогенные и геологические процессы и их катастрофические проявления // Жизнь Земли: Природа и общество. М.: Изд-во МГУ, 1993. С. 42–53.
- Яхонтов В.В.* Экология насекомых. М.: Высш. шк., 1969. 488 с.
- Arnold R.W., Szabolcs I., Targulian V.O.* Global soil change. Luxembourg, 1990. 110 p.
- Benninger L.K., Lewis D.M., Turekian K.K.* The use of natural Pb-210 as a heavy metal tracer in the river–estuarine system // Marine chemistry and coastal environment. Wash. (D.C.): Amer. Chem. Soc., 1975. P. 201–210. (Amer. Chem. Soc. Symp. Ser.; N 18).
- Bohn H.L.* Soil absorption of air pollutants // J. Environ. Qual. 1972. N 1. P. 372–377.
- Broadbent F.* Methodology for nitrogen transformation and balance in soil // Plant and Soil. 1981. Vol. 58, N 1. P. 383–399.
- Brown L., Flavin Ch., Postel S.* Saving the Earth: How to shape an environmentally sustainable global economy. Norton, 1991. 224 p. (The Worldwatch Environmental Alert Ser.).
- Fathi M.* Bindung von Quecksilber, Cadmium und Blei in pflanzlichen und tierischen Geweben in Hinblick auf die menschliche Ernährung // J. Anal. Chem. 1983. Vol. 316. P. 589–593.
- Gonfiantini R., Gallo G., Payne B.R. et al.* Environmental isotopes and hydrochemistry in groundwater hydrology. Vienna: IAEA, 1976. 170 p.

- Handa B.K.* Environmental pollution: occurrence of high nitrate ion concentrations in groundwaters from some parts of India // Congr. Montpellier Mem. I Comm. P., 1974. P. 80–85.
- Inman R.E., Ingersoll R.B.* Uptake of carbon monoxide by soil fungi // J. Air Pollut. Control. Assoc. 1971. N 21. P. 646–657.
- Kecney D.R.* The nitrogen cycle in sediment–water systems // J. Environ. Qual. 1973. Vol. 2, N 1. P. 15–28.
- Low H.A., Webley D.M.* A study of soil bacteria dissolving certain mineral phosphate fertilizers and related compounds // J. Appl. Bacteriol. 1959. Vol. 22, N 2.
- Lynch J.M.* Soil biotechnology. Oxford, 1983.
- Schindler D.W.* Eutrophication and recovery in experimental lakes: Implication for lake management // Science. 1974. Vol. 184, N 4139. P. 897–899.
- Seiler W.* The cycle of atmospheric CO<sub>2</sub> // Tellus. 1974. N 26. P. 116–135.
- Silverman M.P.* Mechanism of Bacterial pyrite oxidation // J. Bacteriol. 1967. Vol. 94, N 4. P. 1046–1051.
- Smith K.A., Bremner J.M., Tabatabai M.A.* Sorption of gaseous atmospheric pollutants by soil // Soil Sci. 1973. N 116. P. 313–319.
- Smith W.H.* Lead contamination of the roadside ecosystem // J. Air Pollut. Control. Assoc. 1976. N 26. P. 753–766.
- Smith W.H., Dochinger L.S.* Air pollution and metropolitan woody vegetation: US D.A. Forest Service. PIEFR-PA-1. Northeastern For. Exp. Sta. Upper Darby (Pa.), 1975. 74 p.
- Swaminathan M.S.* Global aspects of food production // World climate conf. Geneva, 1979.
- Tyler G.* Leaching rates of heavy metal ions in forest soil // Water, Air, Soil Pollut. 1978. N 9. P. 137–148.
- Van Hook R.I., Shults W.D.* Effects of trace contaminants from coal combustion. Wash. (D.C.), 1977. 79 p.
- Wagner E., Schwartz W.* Geomikrobiologische Untersuchungen, IV. Über die mikrobielle Verwitterung von Kalkstein im Karst // Ztschr. allg. Mikrobiol. 1965. Bd. 5, N 1. S. 52–76.
- Walker J.C.G.* Evolution of atmosphere. N.Y.: McMillan, 1977.
- Walker J.C.G.* Atmospheric constraints on the evolution of metabolism // Orig. Life. 1980. Vol. 10. P. 93–104.

**Приложение**

**ФРАГМЕНТЫ КРАСНОЙ  
КНИГИ ПОЧВ  
И КАДАСТРА  
ОСОБО ЦЕННЫХ  
ПОЧВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

# Введение

В связи с многоаспектным характером проблемы правового обеспечения охраны почв и повышенной актуальностью задач создания Красной книги почв, кадастра особо ценных почв и их утверждения в соответствующих инстанциях приводим Приложение, в котором даются извлечения из готовящихся материалов.

## КРАСНАЯ КНИГА ПОЧВ (общие положения)\*

I. В Красную книгу особо ценных почв включаются все доминирующие, находящиеся под угрозой деградации и исчезновения естественные (целинные и слабо измененные человеком) почвенные разности, имеющие повышенное экологическое, научное и познавательное значение. Это прежде всего уцелевшие высокобонитетные целинные или слабо измененные человеком черноземы, каштановые, серые лесные, бурые лесные и другие почвы, т.е. те почвы, которые в естественном состоянии преобладали в соответствующих природных зонах до их широкого антропогенного освоения.

II. В Красную книгу почв включаются также высокобонитетные целинные и освоенные почвы ограниченного распространения, изначально занимающие в природных зонах небольшие площади и потому нуждающиеся в специальной охране для целей сбережения почвенного разнообразия. Например, для лесной зоны такими почвами являются высокоплодородные разновидности дерновых шунгитовых, дерново-карбонатных почв, почв ополей Русской равнины и др.

III. Подлежат также включению в Красную книгу уникальные почвы (независимо от степени плодородия) целинные или используемые человеком. Уникальность таких почв определяется или весьма специфическими факторами почвообразования (например, почвы равнинных территорий на локальных выходах редких кристаллических пород), или особой научной, познавательной, исторической значимостью (почвы

---

\* Общие положения подготовили: Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин, Е.Б. Скворцова, С.А. Шоба, Э.В. Гирусов, О.В. Чернова, А.И. Климентьев, Л.Н. Ташнинова.

научных стационаров с длительным проведением опытов, почвы базовых учебных полигонов, почвы ключевых археологических раскопок, почвы мемориального значения и др.).

IV. В Красную книгу заносятся эталоны почв и структур почвенного покрова различных систематических категорий. Почвенные эталоны характеризуются наиболее полным выражением специфических признаков выделяемых систематиками почв и структур почвенного покрова.

V. Занесенные в Красную книгу почвы защищаются с помощью особых форм охраны: почвенных или комплексных заповедников, заказников, почвенных памятников природы, национальных парков, агропочвенных заказников и др.

VI. Занесение почв в Красную книгу сопровождается пояснительной информацией. На почвы I и II категорий (доминирующие и ограниченного распространения) дается общая характеристика их экологического значения, строения, свойств и диагностических признаков, а также указываются ареалы распространения. Почвы III и IV категорий (уникальные и эталонные) сопровождаются описанием критериев их выделения и кратким перечнем конкретных почвенных объектов, подлежащих особой охране.

VII. "Почвенно-краснокнижные" работы необходимо проводить во всех субъектах Российской Федерации. В результате их осуществления должна появиться серия региональных Красных книг почв, на основе которых создается общая Красная книга особо ценных почв России. Указанные Красные книги утверждаются соответствующими природоохранными и правительственными органами страны регионального и федерального уровней.

VIII. "Почвенно-краснокнижные" работы осуществляются научными, прикладными и общественными организациями соответствующего профиля. Кураторская и координационная функция реализуется ведущими научно-исследовательскими и учебно-научными центрами страны и Докучаевским обществом почвоведов при Российской академии наук, добывающимися одновременно целевой финансовой поддержки работ по особой охране почв, важнейшей составной частью которых является создание Красной книги почв.

IX. "Почвенно-краснокнижные" работы являются составной частью работ по подготовке комплексной Красной книги природы, призванной выполнить роль важнейшего механизма сохранения биосферы, ставшей неотъемлемой частью глобальной системы общество-природа.

## **КАДАСТР ОСОБО ЦЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Кадастр особо ценных почвенных объектов создается как дополнение к Красной книге почв. Он содержит необходимые сведения о конкретных значимых почвенных объектах, представленных к особой охране. Заносимые в кадастр объекты должны обеспечиваться достаточной базовой информацией, включая площадь объекта, его картографическое изображение, рекомендуемые формы охраны и др. Формы охраны зависят прежде всего от особенностей объекта и задач его сохранения и использования.

Кадастр утверждается соответствующими природо- и почвоохранными организациями. Порядок и этапность работы по созданию кадастра особо ценных почвенных объектов аналогичны таковым при создании Красной книги почв.

# Извлечения из готовящегося кадастра ценных почвенных объектов (ЦПО)\*

| Кадаст-<br>ровый<br>№ ЦПО | Краткая характеристика ЦПО<br>(название, площадь, преобладаю-<br>щие почвы, назначение объекта)                                                                                                  | Авторы, рекоменду-<br>ющие ЦПО для особой<br>охраны; год составле-<br>ния паспорта |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                         | 2                                                                                                                                                                                                | 3                                                                                  |
|                           | <b>I. Москва и Московская область</b>                                                                                                                                                            |                                                                                    |
| 1                         | Чашниковская агробиостанция факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова; 600 га; дерново-подзолистые почвы; сохранение и исследование типичного объекта                                      | Л.О. Карпачевский,<br>1988                                                         |
| 2                         | Долгопрудная агрохимическая опытная станция им. Д.Н. Прянишникова; 155 га; дерново-подзолистые тяжелосуглинистые почвы на покровных суглинках; сохранение длительных стационарных полевых опытов | Ю.Н. Касицкий,<br>А.Д. Хлыстовский,<br>1990                                        |
| 3                         | Раменская агрохимическая опытная станция; 107 га; дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы на покровных суглинках; сохранение уникальных стационарных полевых опытов                          | А.А. Клименко,<br>Н.К. Боронин,<br>А.В. Кузьменков,<br>1990                        |
| 4                         | Люберецкое опытное поле; 82 га; дерново-подзолистые супесчаные почвы на флювиогляциальных песках; сохранение уникальных многолетних стационарных опытов                                          | В.В. Прокошев,<br>1990                                                             |
| 5                         | Лесная опытная дача РАСХН; 250 га; уникальный участок ландшафта, ценнейший (опорный) полигон для комплексных почвенно-гидрологических и других наблюдений                                        | В.П. Тимофеев,<br>А.М. Бородин,<br>Н.Г. Васильев,<br>1988                          |

| 1                             | 2                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3                                                                |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 6                             | Пойма р. Оки на территории Серпуховского района; 1030 га; пойменные луговые и дерново-луговые суглинистые почвы; сохранение и изучение наиболее плодородных почв области                                                                                                 | Л.Д. Слуцкая, 1988                                               |
| 7                             | Вязовники на р. Пахра, д/о Плесково; 200 га; дерново-перегнойно-карбонатные почвы; сохранение уникальных объектов Подмосковья                                                                                                                                            | Л.О. Карпачевский, 1988                                          |
| 8                             | Малинская биогеоценологическая станция; 2000 га; совокупность основных типов леса Подмосковья; сохранение уникального объекта и изучение развития лесов и почвообразования                                                                                               | Л.О. Карпачевский, 1988                                          |
| 9                             | Ромашково; 300 га; редкие для Подмосковья виды растений; сохранение и почвенно-геоботаническое изучение ценного объекта                                                                                                                                                  | Е.Д. Никитин, Е.Б. Скворцова, Л.П. Шишкина, Е.М. Воронцова, 1998 |
| <b>II. Ростовская область</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                  |
| 10                            | Персиановская заповедная степь, учебно-опытное хозяйство "Донское" Донского СХИ; 66 га; черноземы обыкновенные карбонатные среднесуглинистые на лёссовидном суглинке; сохранение и изучение уникального массива с целинной растительностью и почвами                     | В.С. Крыщенко, О.Г. Назаренко, В.В. Удалов, 1991                 |
| 11                            | Дубрава им. Докучаева; 18 га; черноземы обыкновенные (североприазовские) слабовыщелоченные среднесуглинистые на лёссовидном суглинке; сохранение и изучение уникального природного объекта изменения процессов почвообразования под влиянием смены растительного покрова | О.Г. Назаренко, В.В. Удалов, 1991                                |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 12 | Заповедная залежь “Приазовская степь”, учебно-опытное хозяйство Ростовского университета “Нед-виговка”; 15 га; черноземы обыкновенные (североприазовские) карбонатные среднемощные малогумусные тяжелосуглинистые на лёссовидном тяжелом суглинке; сохранение и восстановление уникального природного объекта степной зоны                                                                                                                | В.Ф.Вальков, А.П. Фиськов, 1990      |
| 13 | Азовский лесной массив в 9 км на запад от разъезда Орловка С-К ж/д, лесничество “Ленинское”; 5525 га; черноземы обыкновенные (североприазовские) карбонатные различной мощности, степени гумусированности и эродированности на лёссовидных глинах и суглинках; сохранение памятника природы, имеющего важное значение для защиты окружающей среды и включенного в категорию особо ценных лесных массивов Европейской территории страны    | И.В. Морозов, 1992                   |
| 14 | Лесхоз “Манычский”: Веселовское лесничество; 1852 га; Зерноградское лесничество, 115 га; Кагальницкое лесничество, 144 га; всего 2111 га; черноземы обыкновенные карбонатные (предкавказские) разной мощности на лёссовидных глинистых породах; сохранение уникальных природных объектов в качестве базы для научных и производственных исследований в степной зоне России и в качестве генофонда для воспроизводства животных и растений | О.С. Безуглова, П.А. Садименко, 1992 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 15 | Сальское лесничество мехлесхоза "Сальский"; 1099 га; черноземы обыкновенные карбонатные мощные и среднемощные и темно-каштановые почвы в комплексе с солонцами; сохранение уникального природного объекта в качестве базы для научных и производственных исследований в степной зоне России, как почвозащитный массив и в качестве генофонда для воспроизводства животных и растений | О.С. Безуглова, П.А. Садименко, 1992 |
| 16 | Лесной массив Сальского мехлесхоза в 15 км от центральной усадьбы совхоза им. Фрунзе; 735 га; слабо- и среднесолонцеватые каштановые почвы террас в комплексе с солонцами; сохранение комплексного почвенного покрова с посадками дуба и белой акации с примесью сосны, ясеня, вяза, березы                                                                                          | П.А. Садименко, О.А. Бирюкова, 1992  |
| 17 | Романовское урочище Пролетарского мехлесхоза; 800 га; черноземы южные среднемощные слабосолонцеватые слабогумусированные глинистые и тяжелосуглинистые на лёссовидных суглинках и глинах; сохранение памятника природы: искусственно созданного дубового леса на черноземах                                                                                                          | П.А. Садименко, О.А. Бирюкова, 1992  |
| 18 | Ильичевское урочище Зимовниковского мехлесхоза; 145,5 га; темно-каштановые и каштановые почвы разной степени солонцеватости в комплексе с солонцами каштановыми; сохранение ценных лесонасаждений почвозащитной группы на комплексном почвенном покрове                                                                                                                              | О.А. Бирюкова, 1992                  |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 19 | <p>Остров "Водный" (Южный) на озере Маныч-Гудило; 2500 га; комплексы темно-каштановых и каштановых слабо- и среднесолонцеватых, частично слабо- и среднесмытых дефлированных почв с солонцами каштановыми мелкими, средними и (реже) глубокими солончаковатыми сильнозасоленными; сохранение уникального природного объекта в качестве базы для научных и производственных исследований в степной зоне России и в качестве генофонда для воспроизводства животных и растений</p> | <p>П.А. Садименко,<br/>О.А. Бирюкова, 1992</p>      |
| 20 | <p>Аксайское лесничество Приморского мехлесхоза; 3119 га; комплексы темно-каштановых и каштановых слабо- и среднесолонцеватых почв с солонцами каштановыми средними и глубокими; сохранение уникальных природных объектов в качестве базы для научных и производственных исследований в степной зоне России и в качестве генофонда для воспроизводства животных и растений</p>                                                                                                   | <p>О.С. Безуглова,<br/>П.А. Садименко,<br/>1992</p> |
| 21 | <p>Аксайский лес Приморского мехлесхоза; 328 га; комплексы каштановых солонцеватых, каштановых солонцеватых слаборазвитых почв, солонцов каштановых (мелких, средних) и лугово-каштановых солонцеватых почв; сохранение уникального природного объекта в качестве базы для научных и производственных исследований в степной зоне России</p>                                                                                                                                     | <p>П.А. Садименко,<br/>О.А. Бирюкова, 1992</p>      |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 22 | <p>“Сальская дача” (Сальское лесничество) Романовского мехлесхоза; 2835 га; темно-каштановые несолонцеватые и слабосолонцеватые почвы в комплексе с лугово-каштановыми почвами и солонцами, а также черноземы южные среднесиловые в комплексе с солонцами; сохранение уникального природного объекта в качестве базы для научных и производственных исследований в степной зоне России, как почвозащитный массив и в качестве генофонда для воспроизводства животных и растений</p> | <p>О.С. Безуглова,<br/>П.А. Садименко,<br/>1992</p> |
| 23 | <p>Волгодонское лесничество Романовского мехлесхоза; 1014 га; черноземы южные среднесиловые карбонатные в комплексе с лугово-черноземными почвами и темно-каштановые глубинно засоленные почвы в комплексе с лугово-каштановыми почвами; сохранение уникального природного объекта в качестве базы для научных и производственных исследований в степной зоне России и в качестве генофонда для воспроизводства животных и растений</p>                                             | <p>О.С. Безуглова,<br/>П.А. Садименко,<br/>1992</p> |
| 24 | <p>Урочище “Хоботок” Каменского мехлесхоза; 31 га; сочетание черноземов южных среднесиловых среднесмытых слабосолонцеватых слабогумусированных слабощебенчатых с черноземами южными маломощными сильносмытыми слабосолонцеватыми слабогумусированными слабощебенчатыми; сохранение пойменного насаждения дуба с примесью тополя, березы, черемухи и других видов естественного происхождения</p>                                                                                    | <p>О.А. Бирюкова,<br/>1992</p>                      |

| 1       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                  |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 25      | Урочище "Сосновый бор" плем-совхоза "Сосновый бор"; 75 га; редкие в подзоне черноземов южных песчаные почвы, непригодные для сельскохозяйственного использования; сохранение естественной растительности, предотвращение эрозии почв                                                                                                          | И.В. Морозов, 1992 |
| 26      | Санеевские пески Обливского мехлеспхоза; 444 га; сочетание песков развеваемых с неполно-развитыми маломощными песчаными почвами; сохранение уникальных природных объектов лесного хозяйства с типчаково-ковыльной, никогда не пахавшейся степью вокруг посадок                                                                                | Т.М. Минкина, 1992 |
| 27      | Урочище "Ореховое-1" мехлеспхоза "Кашарский"; 272 га; черноземы южные среднемощные малогумусные, различные по гранулометрическому составу, карбонатности, почвообразующим породам, степени эродированности и др.; сохранение искусственного лесного массива первой почвозащитной группы, имеющего важное значение для охраны окружающей среды | И.В. Морозов, 1992 |
| 28 и 29 | Урочища "Широкое" и "Жуково" мехлеспхоза "Кашарский"; 257 га; черноземы южные среднемощные различной степени смытости, щебенчатости, гумусированности, карбонатности и др.; сохранение искусственного лесного массива, имеющего важное значение для охраны окружающей среды                                                                   | И.В. Морозов, 1992 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                                 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 30 | Урочище "Липяги" мехлесхоза "Кашарский"; 844 га; черноземы южные среднетяжелые различного гранулометрического состава и различной степени смытости, гумусированности, карбонатности и др.; сохранение ценного лесного массива первой почвозащитной группы, имеющего важное значение для охраны окружающей среды и являющегося памятником природы районного значения                                                                                    | В.С. Крыщенко, И.В. Морозов, 1992 |
| 31 | Песковато-Лопатинский лес Верхнедонского мехлесхоза; 150 га; аллювиальные луговые почвы с высоким варьированием гранулометрического состава и химических свойств на аллювиальных отложениях; сохранение уникального массива лесной растительности с большим количеством ценных видов, имеющего огромное значение в предотвращении эрозионных процессов, поддержании стабильного гидрологического режима, улучшении экологического состояния территории | Т.М. Минкина, 1992                |
| 32 | Аютинские склоны; 60 га; черноземы южные слаборазвитые и маломощные на известковых плитах, суглинисто-известково-песчанистой толще, третичной глине и черноземы южные супесчаные на суглинисто-известково-песчанистой толще; сохранение уникальных природных объектов степной зоны                                                                                                                                                                     | О.Г. Назаренко, В.В. Удалов, 1991 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 33 | Акса́йский госсортоучасток; 25 га; аллювиальные луговые насыщенные карбонатные малогумусные среднесуглинистые почвы на аллювиальных отложениях; база научных и производственных исследований по районированию основных овощных культур: капусты, картофеля, помидоров, перца, лука, огурцов, моркови, свеклы                                                                                                                | О.А. Бирюкова,<br>Т.М. Минкина,<br>1994 |
| 34 | Зимовниковский госсортоучасток; 286 га; каштановые почвы различной степени солонцеватости в комплексе со средними и глубокими солонцами; проведение работ по сортоиспытанию зерновых, зернобобовых, технических культур на комплексном почвенном покрове                                                                                                                                                                    | О.А. Бирюкова,<br>Т.М. Минкина,<br>1994 |
| 35 | Неклиновский госсортоучасток; 58 га; лугово-черноземные почвы мощные солончаковатые и солончаковые слабозасоленные слабогумусированные глинистые на древнеаллювиальных глинистых отложениях; база научных и производственных исследований по сортоиспытанию основных овощных культур в пойме р. Миус                                                                                                                        | О.А. Бирюкова,<br>Т.М. Минкина,<br>1994 |
| 36 | Орловский госсортоучасток; 198 га; в центральной и восточной частях ГСУ черноземы южные среднemocные несолонцеватые и слабосолонцеватые, в западной и юго-западной частях темно-каштановые почвы разной степени солонцеватости и комплексы этих почв с солонцами и лугово-каштановыми почвами; база научных и производственных исследований по районированию сортов и гибридов зерновых, зернобобовых и технических культур | О.А. Бирюкова,<br>Т.М. Минкина,<br>1994 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 37 | Пролетарский рисовый сорто-участок; 10 га; темно-каштановые глинистые и тяжелосуглинистые почвы на желто-бурых глинах в комплексе с лугово-каштановыми и темно-каштановыми среднесолонцеватыми почвами; для отбора лучших сортов и выяснения оптимальных условий выращивания риса при орошении, для использования в качестве эталонного объекта в системе почвенного мониторинга                                                                          | О.А. Бирюкова,<br>Т.М. Минкина,<br>1994 |
| 38 | Ростовский госсортоучасток; 273 га; черноземы обыкновенные мощные глинистые и тяжелосуглинистые; сохранение и восстановление уникальных природных объектов степной зоны, база научных и производственных исследований                                                                                                                                                                                                                                     | О.А. Бирюкова,<br>Т.М. Минкина,<br>1994 |
| 39 | Семикаракорский госсортоучасток; 60 га; черноземы южные остаточного-луговые среднемощные слабогумусированные тяжелосуглинистые на древнеаллювиальных тяжелосуглинистых отложениях; испытание в условиях высокой культуры земледелия разных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых и овощных культур: озимой пшеницы, ярового ячменя, сорго, гороха, сои на зерно, кукурузы на силос, многолетних трав, картофеля, капусты, томатов, огурцов, лука, перца | О.А. Бирюкова,<br>Т.М. Минкина,<br>1994 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3                                                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 40 | Тарасовский госсортоучасток; 350 га; черноземы южные среднеспелые слабогумусированные и малогумусные некарбонатные и карбонатные глинистые на желто-бурых глинах; районирование высокоурожайных и ценных по своим качествам сортов и гибридов зерновых, технических и кормовых культур, приспособленных к условиям северной зоны распространения южных черноземов                          | О.А. Бирюкова, Т.М. Минкина, 1994                |
| 41 | Тацинский госсортоучасток; 300 га; черноземы южные среднеспелые малогумусные глинистые; испытание сортов озимой пшеницы, ярового ячменя, подсолнечника, кукурузы, проса, озимой ржи, гороха, однолетних трав                                                                                                                                                                               | О.А. Бирюкова, Т.М. Минкина, 1994                |
| 42 | Чертковский госсортоучасток; 234 га; черноземы южные среднеспелые глинистые малогумусные некарбонатные и карбонатные на желто-бурых глинах; сохранение уникальных природных объектов области, база научных и производственных исследований, комплексные сортоиспытания на черноземах южных                                                                                                 | Т.М. Минкина, О.А. Бирюкова, 1994                |
| 43 | Шолоховский госсортоучасток; 265 га; черноземы южные среднеспелые слабосолонцеватые слабогумусированные (реже малогумусные) глинистые и тяжело-суглинистые на желтобурых глинах; выявление и районирование высокоурожайных и ценных по своим качествам сортов и гибридов зерновых, масличных и кормовых культур, приспособленных к условиям северной зоны распространения южных черноземов | В.С. Крыщенко, О.А. Бирюкова, Т.М. Минкина, 1994 |

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p data-bbox="225 131 570 164" style="text-align: center;"><b>III. Оренбургская область</b></p> <p data-bbox="49 180 629 630">44 Природный заказник "Малый Накас"; 6000 га; на вершинах гор и крутых склонов черноземы обыкновенные щебенчато-каменистые неполноразвитые, на пологих и покатых склонах, в межгорных долинах и на плато темно-серые оподзоленные почвы, черноземы выщелоченные тучные и среднегумусные глинистые и тяжелосуглинистые на делювиальных желто-бурых карбонатных глинах; сохранение ценного почвенного и геоботанического объекта</p> <p data-bbox="49 638 629 925">45 Почвенный эталонный участок "Радиостанция Бугуруслан"; 50 га; черноземы типичные и обыкновенные, менее распространены темно-серые лесные почвы; сохранение одного из немногих оставшихся в целинном состоянии участков сырцово-холмистого лесостепного ландшафта</p> <p data-bbox="49 933 629 1352">46 Проектируемый ландшафтно-исторический заповедник "Каргалинские рудники"; 1298 га; черноземы обыкновенные среднегумусные среднемощные тяжелосуглинистые на делювиальной красной бурой карбонатной глине; сохранение ценного почвенного, геоботанического и историко-археологического объекта, сохранение полигона для изучения влияния повышенных концентраций меди на почвы и растительность</p> <p data-bbox="49 1360 629 1572">47 Памятник природы "Троицкие меловые горы"; 150 га; темно-каштановые неполноразвитые карбонатные щебенчатые почвы на меловых щебнистых породах; сохранение редких эталонных почв на меловых породах</p> | <p data-bbox="650 180 884 272">А.И. Климентьев, И.В. Грошев, 1995</p> <p data-bbox="650 638 884 763">А.И. Климентьев, Е.В. Блохин, И.В. Грошев, 1995</p> <p data-bbox="650 933 884 1058">Е.В. Блохин, А.И. Климентьев, И.В. Грошев, 1996</p> <p data-bbox="650 1360 884 1453">А.И. Климентьев, Е.В. Блохин, 1995</p> |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                                               |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 48 | Памятник природы "Троицкие меловые полигоны"; 121 га; специфические почвы черноземной зоны на солонцово-меловых полигонах (буграх пучения и др.); сохранение уникального неизученного почвенно-геологического и геоморфологического объекта                                                                                                                                                            | А.И. Климентьев, 1995                           |
| 49 | Участок государственного заповедника "Оренбургский", Таловская степь; 3200 га; зона перехода от черноземов южных к темно-каштановым почвам: черноземы южные остаточно-солонцеватые карбонатные и темно-каштановые карбонатные солонцеватые среднемощные среднеглинистые почвы на делювиальной желто-бурой карбонатной и засоленной глине с окремнелой галькой; сохранение эталонных почвенных объектов | А.И. Климентьев, Е.В. Блохин, И.В. Грошев, 1996 |
| 50 | Памятник природы "Кзыл-Адырское карстовое поле"; 3600 га; почвенный покров имеет сложное строение: встречаются черноземы южные карбонатные, гажевые, луговые загипсованные почвы, участки глинисто-солончаковых такыров; сохранение биосферного объекта национального и всемирного значения с исключительным ландшафтным и биологическим разнообразием                                                 | А.И. Климентьев, И.В. Грошев, 1994              |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                                  |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 51 | Участок государственного заповедника "Оренбургский", Айтуарская степь; 6753 га; черноземы южные карбонатные солончаковые, сочетания и комплексы черноземов южных с вариантами неполноразвитых щебенчато-каменистых почв и солонцов, по днищам балок лугово-черноземные среднетугумусные почвы тяжелого механического состава; сохранение эталонного участка степных экосистем | А.И. Климентьев, И.В. Грошев, 1996 |
| 52 | Памятник природы "Карабу-такская степь"; 1300 га; черноземы южные маломощные слабогумусированные супесчаные и песчаные; сохранение степных экосистем на продуктах выветривания гранитов, сохранение участка, ранее распаханного, затем залуженного и в настоящее время восстанавливающего естественную степную растительность                                                 | А.И. Климентьев, И.В. Грошев, 1997 |
| 53 | Участок государственного заповедника "Оренбургский", Буртинская степь; 4500 га; черноземы южные карбонатные и остаточнокарбонатные мало- и среднетугумусные маломощные глинистые, тяжело- и среднесуглинистые, на горно-холмистых участках неполноразвитые почвы с высоким содержанием гумуса; сохранение эталонного участка степных экосистем                                | А.И. Климентьев, И.В. Грошев, 1996 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3                  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 54 | Типичные почвы лесостепи Бугульминской-Белебеевской возвышенности (к-з им. Кутузова); 3 га; черноземы выщелоченные среднегумусные среднеспособные среднесуглинистые на четвертичной делювиальной супеси; эталонные почвы Предуральской провинции лесостепной зоны   | А.М. Русанов, 1990 |
| 55 | Лесостепные почвы Южного Урала (к-з "Победа"); 7 га; черноземы типичные среднегумусные мощные тяжелосуглинистые на делювиальных карбонатных глинах; сохранение уникальных природных объектов Оренбуржья – эталонных почв Южно-Уральской горно-степной провинции     | А.М. Русанов, 1990 |
| 56 | Типичные степные почвы Сыртовского Заволжья (к-з им. Шевченко); 12 га; черноземы обыкновенные карбонатные малогумусные среднеспособные легкосуглинистые на делювиальных желто-бурых карбонатных глинах; сохранение эталонных почв Заволжской провинции степной зоны | А.М.Русанов, 1990  |
| 57 | Типичные степные почвы Южного Урала (Оренбургский государственный степной заповедник); 25 га; черноземы южные карбонатные среднегумусные маломощные глинистые на бурых карбонатных глинах; сохранение эталонных почв Заволжской провинции степной зоны              | А.М. Русанов, 1990 |

| 1                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                                |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 58                             | Древние коры выветривания Зауралья (Оренбургский государственный степной заповедник); 6–7 га; солончак гидроморфный луговой сульфатно-хлоридный поверхностный корковый; сохранение уникальных природных объектов Оренбургской области                                                                                                         | А.М. Русанов, 1990               |
| 59                             | Типичные почвы Оренбургского Зауралья (Оренбургский государственный степной заповедник); 12 га; темно-каштановые карбонатные солончаковые (содово-сульфатные) слабозасоленные среднесолонцеватые маломощные среднесуглинистые почвы на древних карбонатных корах выветривания; сохранение эталонных почв Казахстанской провинции степной зоны | А.М. Русанов, 1990               |
| 60                             | Типичные почвы сухих степей Предуралья (к-з им. Свердлова); 10 га; темно-каштановые карбонатные среднемощные среднесуглинистые почвы на желто-бурых карбонатных суглинках; сохранение эталонных почв Заволжской провинции                                                                                                                     | А.М. Русанов, 1990               |
| <b>IV. Республика Калмыкия</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |
| 61                             | Почвы балки Годжур (с-з “Кировский”); 1000 га; почвы светло-каштановые супесчаные на лёссовидных суглинках, светло-каштановые песчаные на карбонатных и песчаных отложениях, лугово-аллювиально-болотные перегнойно-глеевые солончаковые; сохранение уникальных экосистем в Калмыкии                                                          | Л.Н. Ташнинова, А.П. Богун, 1993 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                            | 3                                            |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 62 | Оазисный участок естественной степи (с-з “Зултурганский”); 100 га; почвы светло-каштановые, лугово-каштановые, лугово-бурые супесчаные и легкосуглинистые на желто-бурых карбонатных суглинках; сохранение уникального природного участка естественной степи | Л.Н. Ташнинова, 1993                         |
| 63 | Байрачные леса в балке Годжур; 10 га; лугово-каштановые почвы под байрачным лесом; сохранение байрачных лесов и уникальных почв под ними                                                                                                                     | Л.Н. Ташнинова, А.П. Богун, 1994             |
| 64 | Разнотравно-ковыльная степь (с-з “Кировский”); 50 га; темно-каштановые песчаные и супесчаные почвы; сохранение естественных разнотравно-ковыльных растительных ассоциаций и почв под ними                                                                    | Л.Н. Ташнинова, А.П. Богун, 1994             |
| 65 | Бэровские бугры; автоморфные бурые полупустынные почвы; сохранение уникальных природных образований Прикаспия и Нижнего Поволжья                                                                                                                             | Л.Н. Ташнинова, 1993                         |
| 66 | “Сосновая роща” Элистинского мехлесхоза; 26 га; пустынно-степные суглинистые и супесчаные почвы; сохранение уникального для полупустынной зоны лесного ландшафта, созданного на пресноводных Ергенинских песках посадками сосны крымской и обыкновенной      | Л.Н. Ташнинова, А.П. Богун, Н.М. Богун, 1993 |
| 67 | Заповедный участок “Хар-Булак” (с-з “Страна Советов”); 16 га; светло-каштановые несолонцеватые и темноцветные гидроморфные почвы; сохранение уникальных экосистем на Ергенях                                                                                 | Л.Н. Ташнинова, А.П. Богун, Н.М. Богун, 1997 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|    | <b>V. Республика Башкортостан</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                   |
| 68 | Кирзинский лесхоз Караидельского ПЛХО; 300 га; мерзлотные горно-лесные перегнойно-карбонатные и торфянисто-перегнойные почвы; сохранение не имеющих аналогов в Башкортостане и Российской Федерации реликтовых (плейстоценового возраста) мерзлотных почв                                                                   | А.Х. Мукатанов, 1992                              |
| 69 | Горный массив Иремель (Южный Урал); 30 000 га; почвы горно-тундровые, горно-луговые субальпийские, горно-лесолуговые; сохранение редких типов почв и растительности в зоне интенсивного туризма                                                                                                                             | А.Х. Мукатанов, 1997                              |
| 70 | Хребет Ирэндик в окрестностях водопада Гадельша (Баймакское лесничество); горно-луговые дерновые и горно-лесные дерновые почвы; сохранение редких типов почв, растений и животных                                                                                                                                           | С.И. Янтурин, А.А. Мулдашев, А.Х. Мукатанов, 1991 |
| 71 | Старовозрастные дубняки, орешники и липняки возле д. Усаклы; 10 га; горно-лесные бурые кислые тяжелосуглинистые почвы на элювии аргиллитов и песчано-глинистых сланцев; сохранение реликтовых буроземов под старовозрастными широколиственными лесами                                                                       | А.Х. Мукатанов, 1986                              |
| 72 | Участок реликтовых солонцов-солончаков в Татлыбаевском отделении Сибайского совхоза Баймакского района; 10 га; комплексы-сочетания солонцов-солончаков и лугово-черноземных солончаковато-солонцеватых почв; сохранение реликтовых почвенных комплексов-сочетаний, чутко реагирующих на изменения гидро-термического режима | А.Х. Мукатанов, 1997                              |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 73 | <p>Хребты Кракка и шарьяжные хребты Башкирского государственного заповедника (кварталы 63 и 124); 100–1000 га; почвенные комбинации горно-лесных почв: примитивных органогенно-щебнистых, светло-серых слаборазвитых слабодифференцированных, дерново-подзолистых слаборазвитых, обусловленные влиянием пирогенеза; объект для ведения мониторинговых исследований, для изучения пирогенной и антропогенной эволюции горно-лесных почв</p> <p style="text-align: center;"><b>VI. Челябинская область</b></p>                                           | А.Х. Мукатанов, 1997 |
| 74 | <p>Троицкое учебно-опытное хозяйство Пермского государственного университета; 1220 га; черноземы сегрегационные (обыкновенные и выщелоченные), черноземы глинисто-иллювиальные (оподзоленные), темные (черноземно-луговые) солонцы, солончаки темные (луговые) глееватые, солоды светлые глеевые (луговые); сохранение памятника природы лесостепного Зауралья, объект для проведения почвенно-экологического мониторинга, место проведения учебных и производственных практик студентов биологического и географического факультетов университета</p> | О.З. Еремченко, 1998 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3                                           |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 75 | Базовая территория заповедника "Аркаим"; 3761,3 га; преобладают различные виды черноземов, на засоленном аллювии пойм рек формируются солонцы, автоморфные и гидроморфные солончаки, на остепненных участках высокой поймы – аллювиальные дерновые почвы, под колковыми лесами – солоды; встречаются буроземовидные почвы; полигон для изучения редких целинных и освоенных почв, почв археологических объектов, ископаемых природных почв | И.В. Иванов,<br>Л.Н. Плеханова,<br>2000     |
| 76 | Историко-культурный комплекс "Сарым-Саклы", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 12,3 га; современные черноземы и почвы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв                                                                                                                                                                                                                                  | Л.Н. Плеханова,<br>2000                     |
| 77 | Историко-культурный комплекс "Куйсак", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 20 га; современные и погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв                                                                                                                                                                                                                                   | С.С. Чернянский,<br>Л.Н. Плеханова,<br>2000 |
| 78 | Историко-культурный комплекс "Кизильский", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 18,3 га; современные и погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв                                                                                                                                                                                                                             | Л.Н. Плеханова,<br>2000                     |
| 79 | Историко-культурный комплекс "Андреевский", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 100,4 га; современные и погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв                                                                                                                                                                                                                           | Л.Н. Плеханова,<br>2000                     |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 80 | Историко-культурный комплекс "Синташта", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 32 га; современные и погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв                                                                                     | Л.Н. Плеханова, 2000 |
| 81 | Историко-культурный комплекс "Синташта", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 7,3 га; современные и погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв                                                                                    | Л.Н. Плеханова, 2000 |
| 82 | Историко-культурный комплекс "Берсаут", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 68,2 га; современные и погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв                                                                                    | Л.Н. Плеханова, 2000 |
| 83 | Историко-культурный комплекс "Родники", филиал-заповедника "Аркаим"; 24,9 га; современные и погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв                                                                                          | Л.Н. Плеханова, 2000 |
| 84 | Историко-культурный комплекс "Ольгинское", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 81 га; редкие для региона черноземные почвы с мощностью (А + АВ) более метра, погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение целинных эталонных почв, археологических и ископаемых почв | Л.Н. Плеханова, 2000 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                        | 3                                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 85 | Историко-культурный комплекс "Журумбай", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 60 га; современные и погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв               | Л.Н. Плеханова, 2000                  |
| 86 | Историко-культурный комплекс "Устье", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 40 га; современные и погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв                  | Л.Н. Плеханова, 2000                  |
| 87 | Историко-культурный комплекс "Исиней", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 118,9 га; черноземы обыкновенные, погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв    | Л.Н. Плеханова, С.С. Чернянский, 2000 |
| 88 | Историко-культурный комплекс "Степное", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 37,6 га; черноземы обыкновенные, погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв    | Л.Н. Плеханова, С.С. Чернянский, 2000 |
| 89 | Историко-культурный комплекс "Черноречье", филиал музея-заповедника "Аркаим"; 37,3 га; черноземы обыкновенные, погребенные черноземы археологических комплексов; сохранение и изучение археологических и ископаемых почв | Л.Н. Плеханова, С.С. Чернянский, 2000 |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 90 | <p>Историко-культурный комплекс "Аландское", филиал музея-заповедника "Аркаим"; черноземы обыкновенные, солонцы мелкие и корковые солончаковатые сульфатно-содовые со вторым гумусовым горизонтом, погребенные почвы археологических комплексов; сохранение и изучение почв ключевых учебных полигонов, археологических и ископаемых почв</p> <p><b>VII. Калужская, Тульская области</b></p> | Л.Н. Плеханова,<br>С.С. Чернянский,<br>2000    |
| 91 | <p>Лесные участки Заокской засечной черты; 197 510 га; серые лесные почвы с мощностью гумусового горизонта до 80 см; сохранение эталонных почв сокращающихся первичных полидоминантных дубово-широколиственных лесов</p>                                                                                                                                                                     | Е.В. Пономаренко,<br>С.В. Пономаренко,<br>1986 |
| 92 | <p>Сатинский учебный полигон географического факультета Московского государственного университета; дерново-подзолистые, дерново-карбонатные и другие почвы; сохранение и изучение почв ключевых учебных полигонов</p> <p><b>VIII. Брянская область</b></p>                                                                                                                                   | Н.С. Касимов,<br>М.И. Герасимова,<br>1989      |
| 93 | <p>Севский район; 900 га; черноземы оподзоленные; сохранение наиболее агрономически ценных почв в условиях области</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       | Г.Т. Воробьев,<br>1997                         |

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                         |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|    | <p><b>IX. Белгородская и Воронежская области</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           |
| 94 | <p>Бекарюковский меловой бор; 150 га; перегнойно-карбонатные лесные почвы легко-, средне-, реже тяжелосуглинистые, слабо-развитые и развитые, слабо-, средне-, сильносмывные; сохранение уникальных местообитаний реликтовых древесных пород и травянистой растительности</p>                                                                  | <p>В.Д. Соловиченко, В.Б. Азаров, Н.М. Бережной, 1997</p> |
|    | <p><b>X. Пензенская область</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                           |
| 95 | <p>Попереченская степь заповедника "Приволжская лесостепь"; 252 га; черноземы типичные и слабовыщелоченные среднесиловые на элювиальных и делювиальных покровных суглинках; сохранение уникальных для Европейской территории России почв целинного участка луговой степи</p>                                                                   | <p>О.В. Чернова, 1997</p>                                 |
| 96 | <p>Островцовская лесостепь (Дикий сад) заповедника "Приволжская лесостепь"; 352 га; черноземы типичные среднесиловые и мощные на элювиальных и делювиальных покровных суглинках; сохранение почв уникального для лесостепной зоны Европейской территории России старозалежного участка</p>                                                     | <p>О.В. Чернова, 1997</p>                                 |
| 97 | <p>Кунчеровская лесостепь заповедника "Приволжская лесостепь"; 998 га; черноземы слабодифференцированные неполноразвитые на легких щебнистых породах; сохранение эталонных почв под массивами естественных смешанных лесов значительного возраста и старозалежными участками луговых степей с фитоценозами специфического видового состава</p> | <p>О.В. Чернова, 1997</p>                                 |

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                               |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 98  | <p><b>XI. Тюменская область</b></p> <p>Многолетний стационар по изучению мелиоративных приемов освоения луговых солонцов (к-з "Вагайский"); 20 га; луговые многонатриевые солонцы сульфатно-содового засоления; сохранение длительных опытов по изучению последствий химической мелиорации</p> | В.А. Федоткин, 1991             |
| 99  | <p><b>XII. Красноярский край</b></p> <p>Койбальская степь, междуречье Енисея и Абакана (Южно-Минусинская котловина); 40 га; черноземы южные маломощные; сохранение почв уникальных сухих степей Сибири</p>                                                                                     | А.И. Щетников, 1991             |
| 100 | <p><b>Украина</b></p> <p><b>Черкасская область</b></p> <p>Опытные поля Уманского сельскохозяйственного института; 123 га; черноземы оподзоленные и серые лесные оподзоленные почвы; сохранение опытных полей с характерными для данного региона почвами</p>                                    | И.М. Карасюк, М.Е. Хомчак, 1990 |
| 101 | <p><b>Херсонская область</b></p> <p>Абсолютная заповедная степь заповедника "Аскания-Нова"; 520 га; темно-каштановые солонцеватые среднесуглинистые почвы на лёссовидном суглинке и глеезолы; сохранение уникального почвенного покрова степной зоны</p>                                       | В.П. Золотун, 1991              |

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3                                         |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 102 | <p align="center"><b>Грузия, Мцхетский район</b></p> <p>Дидгорский лесной массив; 500 га; коричневые лесные почвы; сохранение уникального природного объекта, где в 1904 г. С.А. Захаровым впервые были описаны коричневые лесные почвы, получившие в дальнейшем всемирное признание</p> | В.В. Лежава,<br>Л.Г. Мачавариани,<br>1991 |

\*ЦПО, занесенные в кадастр, рекомендуются для сохранения как особо ценные объекты. Решение Рабочей группы по Красной книге и особой охране почв Докучаевского общества почвоведов РАН (председатель Е.Д. Никитин, секретарь Е.Б. Скворцова) и секции "Экология и охрана почв" Центрального совета Всероссийского общества охраны природы от 11.04.1999 г. Более подробные сведения о ЦПО находятся в информационном фонде Рабочей группы.