

Земельные ресурсы и почвы

УДК 502.65

Место и роль почвы в биосфере и жизни людей

Г.В. Добровольский, академик РАН, директор Института экологического почвоведения
МГУ им. М.В. Ломоносова
E-mail: matekina@rambler.ru

В статье представлен проблемно-аналитический материал по глобальным (биосферным) и экосистемным (биогеоценологическим) функциям педосферы — почвенного покрова Земли. Показаны место и роль почвы в биосфере, проблемы взаимоотношения человека и почвы.

Ключевые слова: почвы, педосфера, биосфера, значение почв, экосистемные функции почв, глобальные функции почв, деградация почв.

В течение многих веков люди ценили почву как объект земледелия, как источник получения продуктов питания и благодарно называли почву (землю) «матушкой кормилицей». Лишь по мере накопления знаний о почвах становилось все более ясным, что почва обладает не только плодородием, но и многими другими свойствами, играющими важнейшую роль в жизни природы и человека.

Впервые научное определение почвы как особого естественно-исторического тела дал выдающийся русский ученый Василий Васильевич Докучаев (1846-1903 гг.). В своем знаменитом труде «Русский чернозем» (1883 г.) он писал, что почвы являются «...результатом чрезвычайно сложного взаимодействия местного климата, растительных и животных организмов, состава и строения материнских горных пород, рельефа местности, наконец, возрастом страны» [1, с. 25].

Развивая далее свои взгляды на цели и задачи изучения почв, В.В. Докучаев писал: «если желают знать почву, безусловно, необходимо обстоятельно изучить и те почвообразователи, результатом действия которых она является. Только в связи именно с такой постановкой вопроса и, во всяком случае, на основе ее, мыслимо вполне овладеть почвой и управлять ею и с целями чисто прикладными – сельскохозяйственными, лесными, гигиеническими и пр.» [2, с. 136].

В.В. Докучаев впервые доказал, что разные типы почв распространены на земной суше не случайно, не хаотично, а вполне закономерно в виде широтных поясов (зон) на равнинах и высотных зон в горах. В своей знаменитой работе «К учению о зонах природы» (1899 г.) В.В. Докучаев писал: «... весь Земной шар одет разноцветными почвенными лентами, окраска которых, параллельно увеличению тепла и света от полюсов к экватору ... по-

степенно делается интенсивнее и ярче, начиная от белоземов (подзолы) на севере, переходя, в серые земли, так и кончая желтоземами и карминно-красными латеритами (красноземами) в субтропических и экваториальных широтах» [3, с. 402].

В 1899 г. В.В. Докучаев создал первую в истории науки картосхему почвенного покрова Земли под названием «Почвенные зоны северного полушария». Она демонстрировалась и вызвала большой интерес на Всемирной выставке в Париже в 1900 году.

Понятие о почвенном покрове Земли, как одной из ее геосфер – «педосферы» предложил в 1905 г. профессор А.А. Ярилов в своей монографии «Педология как самостоятельная естественнонаучная дисциплина о земле». Термин «педосфера» в переводе с греческого языка означает «почвенная сфера».

Пространственное положение педосферы (рис. 1) среди других сфер Земли схематически

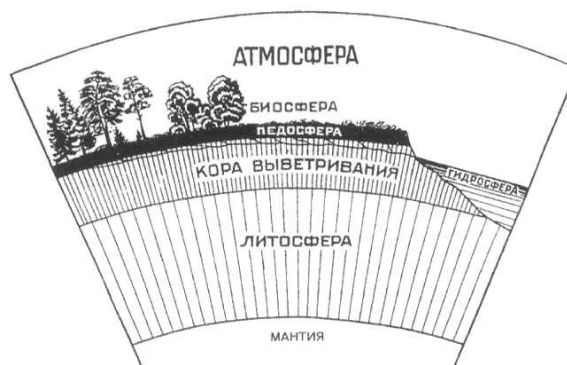


Рис. 1. Взаимоотношение сфер природы и положение почв (педосферы) среди других природных тел по С.А. Захарову (1927)

показано на рисунке в учебнике проф. С.А. Захарова «Курс почвоведения» (1927 г.). В настоящее время термин «педосфера» все шире используется в специальной научной и учебной литературе, как синоним почвенного покрова Земли [4].

Еще в начале XX в. знаменитый ученик В.В. Докучаева, основатель учения о биосфере академик В.И. Вернадский писал в своей статье «К вопросу о химическом составе почв»: «...Все яснее становится нам значение почвы в биосфере – не только как субстрата, на котором живут растительный и животный мир, но как области биосферы, где наиболее интенсивно идут разнообразные химические реакции, связанные с живым веществом... 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 почву газам» [5].

Можно сказать, что педосфера занимает центральное место в биосфере Земли, т.к. через почвенный покров проходят сложнейшие процессы обмена веществом и энергией между атмосферой, земной корой и гидросферой со всеми обитающими на Земле организмами. Очень ярко об этом сказал выдающийся математик, эколог и мыслитель академик Н.Н. Моисеев. По его словам «...почвы являются той основой, которая связывает в единое целое всю биосферу» [6].

Педосфера, т.е. почвенный покров Земли, состоит из огромного числа разнообразных типов и видов почв. Современное почвоведение рассматривает почвы как полифункциональные природные системы, играющие незаменимую экологическую роль в биосфере и жизни человека. Изучение экологических функций почв составляет основную задачу нового функционального направления в современной науке о почвах [7-9].

Разнообразные функции почв подразделяются на глобальные (биосферные) и экосистемные (биогеоценозные).

Многочисленные экосистемные функции подразделяются на физические, химические, физико-химические, биологические и информационные

(табл. 1). Все они обусловлены соответствующими свойствами, процессами и реакциями почв.

Среди разнообразных функций почв особенно большое экологическое значение имеют три:

1) функция почвы как уникальной среды обитания и функционирования растений, животных и микроорганизмов;

2) функция почвы как геобиологического узла связи на Земной поверхности большого геологического и малого биологического круговоротов вещества и энергии;

3) функция биологической продуктивности в природных экосистемах и плодородия на сельскохозяйственных землях.

Уникальность почвы как среды обитания жизни проявляется в том, что в почве и на ее поверхности живет около 92% всех известных на Земле видов растений и животных; в одном грамме почвы может находиться до нескольких миллиардов бактерий, сотни метров грибных гифов, сотни тысяч одноклеточных простейших животных, многие тысячи метров мельчайших корней и корневых волосков растений [10, 11].

Такое обилие и разнообразие форм жизни в почве объясняется тем, что почва представляет собой трехфазную природную систему: она состоит из твердой, жидкой и газовой (газообразной) фаз, содержит как минеральные, так и органические вещества, пригодные для питания как автотрофных, так и гетеротрофных организмов. С каждым типом почв связаны определенные и только им свойственные виды сообществ растений и животных. Академик М.С. Гиляров образно называл почву «...основным хранилищем генетического разнообразия жизни на нашей планете и экологическим щитом биосферы» [12].

Отсюда следует, что сохранять биологическое разнообразие жизни на Земле невозможно без сохранения разнообразия почв, без борьбы против эрозии и деградации почв.

Также важна и вторая общебиологическая функция почвы как связующего геобиологического звена большого геологического (суша ↔ океан) и малого биологического (почва ↔ растения и животные) круговоротов вещества и энергии. О

Таблица 1

Экосистемные функции почв

<i>Физические</i>	<i>Химические и физико-химические</i>	<i>Биологические</i>	<i>Информационные</i>
жизненное пространство;	аккумуляция: биофильных элементов, ферментов, биохимической энергии;	среда обитания организмов;	регуляция структуры экосистем;
механическая опора;			
газообмен с атмосферой;	сорбция: веществ, микроорганизмов;	связующее звено биологического и геологического круговоротов веществ и энергии;	сигнализация изменений состояния экосистем;
аккумулятор влаги;			
защитная экологическая ниша;	деструкция и минерализация органических остатков;	биологическая продуктивность (плодородие)	запись и хранение показателей истории природы и человеческого общества (почва-память)
депо семян, эмбрионов, цист	ресинтез органических и минеральных веществ		

грандиозности биологического круговорота можно судить по колоссальной массе вещества, аккумулированного и удержанного на суше растениями и животными от выноса в Мировой океан. Установлено, что общая суммарная масса зольных элементов в живом веществе суши в несколько раз превышает их величину в суммарном годичном ионном стоке рек с суши в океан [13]. Особенно прочно удерживаются в биологическом круговороте биофильные макро- и микроэлементы. Об этом можно судить, например, по различию геохимических судеб калия и натрия. На аккумуляцию биофильных химических элементов в почвах обратил внимание академик А.Е. Ферсман, сопоставив кларки этих элементов в горных породах, растениях и животных [14]. Все более известной становится связь медицинской географии и очагов болезней с геохимическими природными аномалиями и районами антропогенного загрязнения почв, в том числе радиоактивного [15].

Преодоление токсического загрязнения почв значительно сложнее, нежели загрязнения воды и воздуха, т.к. почва обладает большой поглощательной способностью разных веществ и не рассеивает их как вода и воздух. Это хорошо известно, например, по радиоактивному загрязнению окружающей среды. Проблема «почва и здоровье человека» приобретает все более актуальное значение [16, 17].

Третьей важнейшей и наиболее широко известной глобальной экологической функцией почв является их биологическая продуктивность в природных экосистемах и плодородие на сельскохозяйственных полях. Несмотря на то, что почвенный покров представляет тончайшую пленку на поверхности суши Земли, несопоставимую с объемом и массой Мирового океана, биологическая продуктивность суши существенно превышает таковую океана. Общая биомасса суши (ее лесов, степей, пашен, пастбищ, торфа, органического вещества почв) составляет 99,8% всей биомассы Земли [18]. Объем пищевых продуктов (по весу), добываемых человеком на суше с использованием плодородия почв, по разным данным составляет более 90% всего общемирового количества продуктов питания (табл. 2) [19].

Таблица 2

Продукция земледелия, пастбищного животноводства и морского рыболовства для мирового продовольственного обеспечения
(в пересчете на зерновые эквиваленты на 1999 г.)

Источник питания	Удельный вес, %
Производство зерна с уборочных площадей	77
Продукция пастбищного животноводства (говядина, баранина), в пересчете на зерно	16
Продукция морского рыболовства в пересчете на зерно	7

Только приведенных данных достаточно, чтобы увидеть какую экологическую ценность для жизни людей, да и всего живого на Земле представляет наряду с фотосинтезом, биологическая продуктивность почв, их плодородие!

Грандиозны глобальные функции почвенного покрова Земли, названного профессором А.А. Яриловым, педосферой, ее взаимосвязь и влияние на другие геосферы – на атмосферу, гидросферу и литосферу (табл. 3).

Почвоведомы и микробиологами установлено, что «дыхание почвы», т.е. ее газообмен с приземным слоем атмосферы, выделяет в атмосферу огромную массу диоксида углерода, существенно превышающую суммарный объем его антропогенных выбросов [20] (Заварзин, 1999). Показано также, что именно обширный таежно-лесной пояс России поглощает в процессе фотосинтеза значительно больше диоксида углерода по сравнению с поступлением его в атмосферу в результате выбросов промышленности [21]. Важна также фиксация в почвах азота, метана и закиси азота атмосферы почвенными микроорганизмами [22].

Огромно влияние почвенного и растительного покрова на состав, режим и географию поверхностных и грунтовых вод. Фильтруясь через почвенный слой атмосферные осадки под воздействием биохимизма почвы приобретают особый химический состав, отражающий зонально-региональные геохимические черты почвенного покрова Земли. В статье «Живое вещество в химии моря» В.И. Вернадский писал: «Мы обычно не учитываем и не представляем себе то огромное значение, которое имеет в жизни и химических реакциях океана почвенный покров нашей суши. Почва и морская вода химически и генетически тесно связаны» [5].

По-видимому, не менее тесное взаимодействие характерно и для литосферы и педосферы. О зависимости свойств почв от особенностей грунтов, т.е. почвообразующих пород, известно давно и хорошо сформулировано еще В.В. Докучаевым, а вот о влиянии биохимических почвенных процессов на состав и свойства верхних слоев литосферы было известно меньше. Но в конце XIX и в течение XX вв. в результате развития учения о процессах выветривания (гипергенеза) и геохимии все более ясным становилось существенное воздействие почвенных процессов на формирование древних и современных кор выветривания, на генезис лёссов, покровных суглинков, мощных лагеритных, карбонатных и других кор выветривания [23, 24].

В последнее время все большее влияние почвоведов, археологов, историков и географов привлекают информационные функции почв. Они представлены не только информационно-регуляторными сигналами изменения гидротермических условий в почве, но и способностью «записывать» и сохранять в своем составе и свойствах свидетельства разных условий прошлых времен почвообразования в погребенных и древних почвах. Например, в особенностях состава и возраста почвенного гумуса, карбонатных, железисто-марганцевых и других новообразований, возраст которых определяется изотопными методами. Под степными курганами, в грунтовых толщах древних городищ и поселений, да и современных городов, сохранились древние почвы, по которым можно судить о природной и антропо-

Глобальные функции почв

Взаимосвязанные с литосферой	Взаимосвязанные с атмосферой	Взаимосвязанные с гидросферой	Взаимосвязанные с биосферой
Биохимические и биофизические преобразования верхних слоев литосферы (коры ее выветривания)	Поглощение и отражение солнечной энергии	Трансформация атмосферных и поверхностных вод в грунтовые и подземные воды	Основная среда обитания организмов суши Земли
Источник веществ для формирования педогенных минералов, осадочных пород и полезных ископаемых	Регулирование влагооборота атмосферы	Регулирование и формирование состава и режима поверхностных вод и речного стока	Аккумуляция энергии и биофильных элементов
Передача аккумулированной солнечной энергии в глубокие слои литосферы	Регулирование газового состава и режима атмосферы	Фактор биологической продуктивности рек и водоемов	Связующее звено биологического и геологического круговоротов веществ
Защита верхних слоев литосферы от эрозии и денудации	Источник твердого вещества и микроорганизмов, поступающих в атмосферу	Биохимический барьер на пути миграции веществ с суши в гидросферу	Фактор биологического разнообразия и эволюции организмов
			Фактор устойчивости функционирования биосферы

генной обстановках тех времен когда они формировались [25-27]. По предложению известных почвоведов В.О. Таргульяна и И.А. Соколова эта способность почв запоминать, записывать и сохранять свидетельства прошлого называется «памятью почв» [28]. Недавно вышла фундаментальная монография на эту тему «Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий» [29].

Надо сказать, что в наши дни эти информационные функции почв все шире используются в особом направлении почвоведения – палеопочвоведении или иными словами историческом почвоведении по аналогии с исторической геологией. В Международном союзе наук о почве активно работает Комиссия по палеопочвоведению. Началось в Московском университете и преподавание специального курса «Палеопочвоведение».

Из всего сказанного следует, что почвенный покров Земли представляет незаменимую экологическую основу функционирования биосферы в жизни и деятельности человечества. К сожалению, мировое бесконтрольное землепользование привело к обширной деградации почв на огромных пространствах Земли, особенно в странах развитого земледелия. Это зафиксировано мировой картой деградации почв, составленной по инициативе ФАО ЮНЕСКО и Международного общества почвоведов в 1992 г. (рис. 2). А между тем, вполне пахотнопригодных почв на Земле всего 22%, а плодородных всего около 9-10% и они уже используются (табл. 4). Если учесть все возрастающее население планеты, то существует глобальная угроза дальнейшей деградации почвенного покрова Земли – этой основы жизни на планете [30].

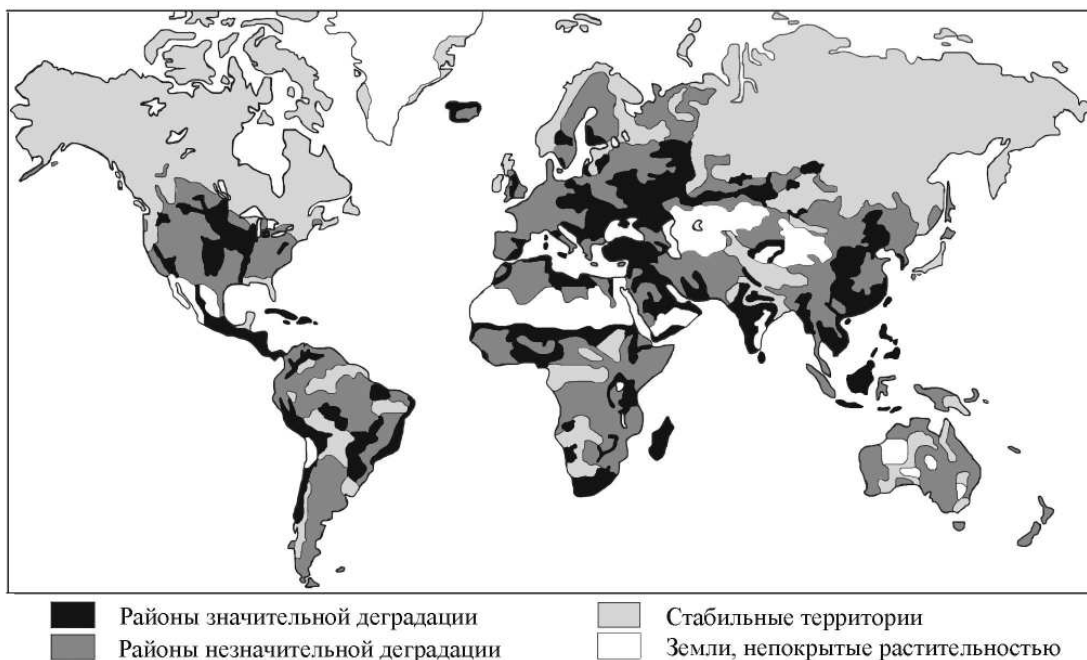


Рис. 2. Области деградации почв на карте мира (Global Assessment of Soil degradation, 1991)

Таблица 4

**Возможности использования почв
в мировом земледелии**

Фактор возможности	Площадь земель, %
Ледниковые покровы	10
Очень холодные земли	15
Очень сухие земли	17
Очень крутые склоны	18
Очень маломощные почвы	9
Очень влажные почвы	4
Очень бедные почвы	5
ИТОГО непригодных земель	78
Малопродуктивные почвы	13
Умеренно продуктивные почвы	6
Высокопродуктивные почвы	3
ИТОГО пахотнопригодных земель	22

В марте 2011 г. исполнилось бы 80 лет проф. А.Н. Тюрюканову и поэтому хочу закончить статью его словами о значении почв в биосфере: «В почве совершается грандиозный процесс синтеза,

деструкции и ресинтеза огромного количества веществ биогенной природы; в почве лежит начало грандиозных по временным и пространственным масштабам биогеохимических циклов миграции веществ биосферы. Почва, как главный компонент биогеоценоза, может рассматриваться как «управляющая система» биосферы. В почвах в силу специфики почвообразовательных процессов заключена большая «память» различных по давности исторических событий, происходивших в конкретных биогеоценозах, ландшафтах и биосфере в целом. Почвы по существу определяют биопродуктивность биогеоценотического покрова. Выдающаяся планетарная роль почв, к сожалению, сопровождается их высокой ранимостью при непродуманном обращении с ними. Весть опыт мирового сельского хозяйства свидетельствует об этом. Дорогой ценой приходится восстанавливать человеку ранее нарушенное плодородие почв. Это большая научно-практическая задача. Проблема взаимоотношения человека и почвы очень сложна и требует, прежде всего, большой мудрости» [31].

Литература

1. Докучаев В.В. Сочинения, т. III, 1949, с. 25.
2. Докучаев В.В. Сочинения, т. VII, 1953, с. 136.
3. Докучаев В.В. Сочинения, т. VI, 1951, с. 402.
4. Добровольский Г.В. Педосфера – оболочка жизни планеты Земля // Биосфера, 2009. Т. 1. № 1. – С. 6-14.
5. Вернадский В.И. Живое вещество в химии моря // Избранные сочинения. Т. V. – М.: АН СССР, 1960. – 176 с.
6. Моисеев Н.Н. Слово об учителе // В кн.: «Владимир Иванович Вернадский». – М.: Изд-во «Современник», 1993. – С. 9.
7. Ковда В.А. Роль и функции почвенного покрова в биосфере Земли / Доклад на VII Делегатском съезде Всесоюзного общества почвоведов. Пуцшино, 1985, препр. – 10 с.
8. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. – М.: Изд-во «Наука», 1990. – 258 с.
9. Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере / Отв. ред. Г.В. Добровольский. – М.: Изд-во «Наука», 2003. – 364 с.
10. Dobzhansky Th. Genetics and the Origin of Species. – New York: Columbia University Press, 3rd ed., 1951.
11. Камшилов М.М. Эволюция биосферы. – М.: Изд-во «Наука», 1974. – 254 с.
12. Гиляров М., Криволицкий Д. Жизнь в почве. – М.: «Молодая гвардия», 1975. – 187 с.
13. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Academia, 2003. – 396 с.
14. Ферсман А.Е. Геохимия. Т. 1. – М.: ОНТИ, 1937. – 260 с.
15. Ковальский В.В. Геохимическая экология. – М.: Изд-во «Наука», 1974. – 281 с.
16. Соколов М.С., Дородных Ю.А., Марченко А.И. Здоровая почва как необходимое условие жизни человека // Почвоведение, 2010. № 7. – С. 858-866.
17. Яблоков А.В. Россия: здоровье природы и людей. – М., 2007. – 255 с.
18. Базилевич Н.И., Родин Л.Е., Розов Н.Н. Географические аспекты изучения биологической продуктивности // Мат-лы 5 съезда Географического общества СССР. – Л., 1970. – 28 с.
19. Браун Лестер Р. Покончить с голодом: вызов брошен // Доклад Ин-та Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу, 2001.
20. Заварзин Г.А. Круговорот углерода на территории России. – М., 1999. – С. 11-16.
21. Кудеяров В.Н. Вклад почвы в баланс CO₂ атмосферы на территории России // Доклады АН СССР, 2000. Т. 375. № 2. – С. 275-277.
22. Добровольский Г.В., Умаров М.М. Почва, микробы и азот в биосфере // Природа, 2007. № 6. – С. 15-22.
23. Петров В.П. Основы учения о древних корах выветривания. – М.: Изд-во «Недра», 1967. – 343 с.
24. Добровольский В.В. Древняя кора выветривания // В кн.: «Гипергенез и коры выветривания». Избр. труды. Т. 1. – М.: Научный мир, 2007. – 508 с.
25. Воробьева В.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья. – Иркутск, 2010. – 198 с.
26. Дёмкин В.А. Палеопочвоведение и археология. – Пуцшино, 1997. – 241 с.
27. Добровольский Г.В., Макеев А.О. палеонтология и палеопочвоведение // Тр. Ин-та экологического почвоведения МГУ, 2009. № 9. – С. 5-40.
28. Соколов И.А., Таргульян В.О. Взаимодействие почвы и среды: почва-память и почва-момент // Сб. трудов по изучению и освоению природной среды. – М., 1976.
29. Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий / Отв. ред. В.О. Таргульян, С.В. Горячкин. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 692 с.
30. Добровольский Г.В. Тихий кризис планеты // Вестник Российской акад. наук. 1997. Т. 67, № 4. – С. 313-319.
31. Тюрюканов А.Н. Предисловие к книге «Биосферы и почвы». – М.: Изд-во «Наука», 1976. – С. 3-4.