

Министерство образования Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

И. Н. Волкова

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов, обучающихся по направлению
Экология и природопользование*

Ярославль
ЯрГУ
2013

Ирина Волкова

Экологическое почвоведение

«БИБКОМ»

2013

УДК 502.521:631.4(075.8)
ББК 40.3я73

Волкова И. Н.

Экологическое почвоведение / И. Н. Волкова — «БИБКОМ»,
2013

ISBN 978-5-8397-0954-6

В пособии излагаются основы экологического почвоведения, цель которого — выявление особенностей почвы как среды обитания живых организмов, рассматриваются экологические функции почвы и изменчивость ее основных морфологических, физических, химических и микробиологических свойств под воздействием природных и антропогенных факторов. В последнем разделе раскрыты основы почвенного экологического мониторинга.

УДК 502.521:631.4(075.8)

ББК 40.3я73

ISBN 978-5-8397-0954-6

© Волкова И. Н., 2013

© БИБКОМ, 2013

Содержание

Введение	5
1. Развитие почвенного покрова Земли	6
2. Учение об экологических функциях почв	9
2.1. Становление и сущность учения об экофункциях почвы	9
Конец ознакомительного фрагмента.	11

Ирина Волкова

Экологическое почвоведение

Введение

Место экологического почвоведения в системе других наук, цель и задачи курса

Почвоведение с момента его возникновения тесно связано с экологией через учение о факторах почвообразования, но почти столетие шел процесс формирования собственно экологии почв. Революционным событием на этом пути было появление в 1986 г. книги Г. В. Добровольского и Е. Д. Никитина «Экологические функции почв» [4], ставшей фундаментом учения о почвенных экологических функциях. Развитие авторских идей в двух последующих книгах «Функции почв в биосфере и экосистемах» [5] и «Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы» [6] позволили сформировать основное ядро понятий экологии почв. В 2006 г. вышел первый учебник «Экология почв» Г. В. Добровольского и Е. Д. Никитина, в котором экология почв определяется как «междисциплинарная наука, изучающая весь спектр участия различных факторов почвообразования в формировании, динамике и эволюции почв и всю совокупность почвенных экофункций». Авторы включают в экологию почв три взаимосвязанных блока: учение о факторах почвообразования (факторная экология или собственно экология почв); учение о почвенных экологических функциях; учение о сохранении почв как незаменимого компонента биосферы [7].

Представляемый вниманию читателя курс экологического почвоведения, первоначально введенный в программу обучения студентов-экологов в конце 1990-х гг., формировался автором до момента появления интегральной экологии почв. На тот момент в почвоведении еще не была сформулирована целостная экологическая концепция, некоторые разделы этого направления только формировались, другие были в стадии проработки. Обобщение экологических проблем почвоведения академиком Г. В. Добровольским, появление первого учебника по экологии почв позволили более четко очертить цель и задачи, а также предметную область экологического почвоведения.

Мы определили место экологического почвоведения как научное направление внутри экологии почв, предметом изучения которого являются условия жизни организмов в почве. Данный курс базируется на фактах и закономерностях, установленных общим почвоведением, а также использует данные частных наук, таких как экология растений, почвенная зоология, почвенная микробиология, почвенная альгология. *Цель* настоящего курса – выявить особенности почвы как среды обитания различных живых организмов. В пособии автор взял на себя смелость объединить разделы, достаточно удаленные по тематике, но важные для понимания современных экологических проблем почвенного покрова.

Задачами курса являются: 1) ознакомление с историей развития почвенного покрова Земли; 2) знакомство с учением об экологических функциях почвы – биогеоценотических и глобальных; 3) изучение естественной и антропогенной динамики почвенных свойств и знакомство с основными факторами почвенной среды в их оптимальных и экстремальных для организмов значениях; 4) знакомство с основами почвенного экологического мониторинга.

1. Развитие почвенного покрова Земли

Геологическая история Земли началась 4,5 млрд лет назад после образования литосферы. Древнейший и наиболее продолжительный (3,8 млрд лет) временной промежуток в истории Земли назван *криптозой* – периодом скрытой жизни (от *греч.* *kryptos* – *скрытый*, *zoe* – *жизнь*). Последние 0,6 млрд. лет *фанерозойский эон* (от *греч.* *phaneros* – видимый, явный, *zoe* – жизнь) со следами явной жизни [17, 18].

Криптозой (или докембрий) делится на эоны: гадейский, архейский и протерозойский. В криптозой происходила многократная перестройка суши, поверхностный слой литосферы подвергается интенсивному выветриванию, к концу криптозоя сформировались обильные осадочные породы и появились примитивные почвы. Основная периодизация и события этих древнейших эпох по современным научным представлениям выглядят следующим образом. *Гадейский (катархейский) эон* (4,5–3,9 млрд лет назад) – образование системы Земля – Луна, образование океанов и протоконтинентов, осадочные породы отсутствуют. В это время уже могло происходить накопление органического раствора – «первичного бульона». Пути появления органических молекул на нашей планете до сих пор дискуссионны: они могли быть занесены из Космоса (пангенез) или возникнуть непосредственно на Земле. Независимо от того, где зародилась жизнь, большинство теорий связывают зарождение жизни с появлением на Земле *гиперциклов* – сложных органических молекул, способных воспроизводить себя. Значительна вероятность их возникновения и в вакууме космоса, и на Земле. Но только попав в определенные экологические условия, гиперциклы могут эволюционировать. Большие преимущества должны были иметь те гиперциклы, которые адсорбировались на минеральных коллоидах. Другие органические соединения, находившиеся в почвенном растворе, взаимодействовали с сорбированными на минеральной матрице гиперциклами. Происходило достраивание их молекул или воспроизведение аналогичных молекул гиперциклов. Такие «оседлые» гиперциклы могли использовать минералы, на которых сорбировались в качестве катализаторов (в частности, марганец в составе пиролюзита, железо в составе оксидов) и до сих пор работают как катализаторы у некоторых видов микроорганизмов [10]. *Архейский эон* (3,9–2,6 млрд лет назад) – появление магнитного поля Земли, образование древнейшего суперконтинента Пангея и древних осадочных пород. Развиваются анаэробные сообщества архебактерий, прокариотических гетеротрофов и прокариот, способных к анаэробному фотосинтезу, ископаемые остатки которых в виде *строматолитов* и *микрофоссилий* обнаруживаются в породах архея; атмосфера восстановительная. По представлениям Л. О. Карпачевского уже на первых стадиях криптозоя некоторые участки суши были покрыты *предпочвами*, представлявшими собой минеральный субстрат с сорбированным на нем органическим веществом. «Развитие гиперциклов превратило предпочву в протопочву и могло одновременно привести к возникновению жизни и биосферы в современном понимании этих терминов. Почва, или, точнее, первичное почвоподобное тело, возникло раньше биосферы и послужило толчком к формированию биосферы». *Протерозойский эон* (2,6–0,6 млрд лет назад) – произошло раскалывание

Пангеи, образование рифтовых впадин, формирование обильных осадочных пород и появление на них примитивных почв. В начале протерозоя появляются оксифотобактерии, 2 млрд лет назад атмосфера становится окислительной, аэробные сообщества господствуют (сначала цианобактерии, затем альгобактерии). Одноклеточные эукариотические организмы появляются 1,8 млрд лет назад, многоклеточные формы эукариот – 0,9–0,7 млрд лет назад. В дальнейшем в течение длительного времени (в криптозой и начале фанерозоя) шло расселение возникших организмов и их эволюция; окислительная атмосфера Земли способствовала эволюционному процессу. Появление и повсеместное распространение многоклеточных организ-

мов сделало возможным сохранение в окаменевшем виде разнообразных и многочисленных организмов – наступил фанерозой.

Фанерозойский эон (0,6–0 млрд лет назад) – к фанерозою относятся геологические периоды с явными признаками жизни, т. е. обильными ископаемыми остатками всех групп живых организмов. Считается, что живые организмы зародились в океане и около 1 млрд лет развивались в нем, прежде чем вышли на сушу. Первыми фотосинтезирующими организмами суши были водоросли, обитавшие во внутренних водоемах (озерах, пудах и реках). В пользу заселения суши еще в криптозое свидетельствуют современные данные о заселении скал, на поверхности и в трещинах которых обитают диатомовые, сине-зеленые и одноклеточные водоросли. Суша уже тогда в значительной степени была покрыта рыхлыми отложениями, послужившими основой для почв, зарождавшихся под действием водорослей. Выход растений на сушу произошел в силуре-девоне около 430 млн лет назад, первыми растениями суши были риниофиты, которые дали толчок эволюции высших наземных зеленых растений – мхов и папоротникообразных. Началась эволюция уже существовавших на тот момент примитивных почв, сопряженная с эволюцией наземных сообществ. Фанерозойский эон делится на эры: палеозойскую (эра древней жизни – господство морских беспозвоночных, рыб, папоротников и плаунов), мезозойскую (эра средней жизни – господствовали голосеменные и пресмыкающиеся) и кайнозойскую (эра новой жизни – господство покрытосеменных и млекопитающих). В начале фанерозоя *протопочвы* были заселены как автотрофами, так и гетеротрофами. В почве накапливались органические соединения, усиливались циклы биофильных элементов (S, N, C Fe) возник биологический круговорот. По мнению Л. О. Карпачевского [11], почвенный покров Земли уже в начале палеозойской эры фанерозоя (кембрий, ордовик, силур) был представлен *маломощными среднегумусированными дерновыми, луговыми, иловато-болотными почвами, карликовыми подзолистыми и дерново-подзолистыми почвами*. Однако надежных следов этих почв не найдено. Настоящие среднемощные почвы появились в *девоне: перегнойно-глеевые, торфяно-глеевые, луговые, засоленные* (аналогичные современные почвы встречаются в поймах рек, ручьев). Характерной чертой этой стадии было малое участие мезофауны в разложении органического вещества, что способствовало консервации органики после отмирания растений, в том числе и стволов гигантских папоротников. Возможно, именно поэтому сформировались мощные слои каменного угля, в которых сохранились окаменевшие слои древовидных папоротников. В это же время появились растения с более совершенной корневой системой, что способствовало большему охвату субстрата и формированию симбиотических связей с микробиотой.

В *карбоне* отмечен расцвет насекомых, усиливаются процессы разложения органических остатков, интенсифицируется гумификация. В целом сохраняются те почвы, которые сформировались в конце девона. Папоротникообразные образуют приморские и приозерные леса из древовидных плаунов (высотой до 30 м), хвощей и лепидодендронов с торфяными, перегнойноторфяными и иловато-торфяными почвами. В дренированных условиях формируются грубогумусные почвы. В конце карбона появляются саговники, кордаиты и хвойные.

В *мезозое* ведущая роль в формировании почв переходит к голосеменным. Они появляются уже в конце палеозоя (пермь – триас). Первый класс голосеменных – семенные папоротники – появился в девоне и вымер в раннем мелу. Под лесами из голосеменных формировались те же торфяно-глеевые и перегнойно-глеевые почвы, но одновременно возникали и первичные *дерновые и луговые почвы*.

Кайнозойская эра знаменуется появлением покрытосеменных растений. Собственно дерновые почвы своим происхождением обязаны травянистым растениям, их появление датируется меловым периодом. Возможно, именно в этот период возникают и черноземы, и серые лесные почвы, но как единичные и малораспространенные. Расцвет черноземов и серых лесных почв наступает в четвертичном периоде. В нижнем (или позднем) мелу сформировался

современный почвенный покров Земли, и далее он трансформировался в основном наступлениями и отступлениями ледника.

Современный дневной почвенный покров на той части суши, где было оледенение, возник после таяния (отступления) ледника и сформировался в голоцене (12–14 тыс. лет назад). Поэтому в полярных, субполярных и умеренных поясах, ограниченных 40° (что составляет более 30 % суши), практически все почвы не старше голоцена [1]. Из-за преобладания почв, возникших в послеледниковый период, вопросы голоценовой эволюции почв являются наиболее важными при изучении пространственной организации современного почвенного покрова, а также имеют первостепенное значение для понимания взаимодействия почв с природным и антропогенным факторами. В ландшафтах, примыкавших к леднику, но не занятых им, возраст нижних горизонтов почв может быть намного старше самого ландшафта. Ландшафты, не затронутые ни ледником, ни серьезными климатическими флуктуациями, все равно разновозрастны, т. к. они подвержены эрозии, перемешиванию, наносам.

Почвенный покров Восточной Европы и всего умеренного пояса прошел в голоцене ряд стадий развития, связанных со сменами климата и биоты [1]. Существенные изменения почв происходили в *раннем голоцене* (10,3–8 тыс. лет назад): потепление климата, развитие растительного покрова, затухание денудационно-аккумулятивных процессов, стабилизация поверхности, становление полноразвитых почв и почвенного покрова параллельно со становлением современных зональных ландшафтов; выщелачивание материнских пород. В это время из пород, местами включавших слаборазвитые почвы, сформировались хорошо развитые почвы, близкие к современным. *Средний голоцен* (8–5 тыс. лет назад) характеризовался теплым климатом с непродолжительными похолоданиями и потеплениями и колебаниями увлажненности. Это период стабильного состояния почвенного покрова и ландшафтных зон при максимальном продвижении их к северу. *Поздний голоцен* (3,5–1 тыс. лет назад) отличается похолоданием климата, наступлением леса на степь, тундры на лес, опусканием высотных поясов в горах. Происходила эволюция части среднегоценовых черноземов в серые лесные почвы, части серых и темно-серых лесных – в дерново-подзолистые. В это время отмечено усиление заболачивания в тайге, наложение тундрового почвообразования на таежное по северной границе лесной зоны.

Период *исторической антропогенной эволюции* почв (1–0,3 тыс. лет назад) отличается постепенным распространением антропогенных воздействий, преимущественно косвенных, например через изменение биоты. Происходила вырубка лесов, вызвавшая наступление степи на лес, трансформация части серых лесных почв в черноземы. Этот период постепенно переходит в *антропогенно-техногенную* эволюцию почв, охватывающую последние 300 лет. В это время происходит распространение прямых воздействий на почвы: эрозии, агротурбаций, загрязнения и деградации почв, создания урбаноземов и других антропогенноизмененных почв. Современными процессами эволюции и динамики почв, еще более усложняющими почвенный покров, являются различные деградационные процессы (дегумификация, эрозия, слитогенез и др.), климатогенное заболачивание, олуговение, автоморфное осолонцевание, пирогенное окисление.

Исходя из истории Земли в протерозое и фанерозое, процессы почвообразования перемежались с процессами погребения почв и разрушения почвенного покрова; новая педосфера формировалась как на новых геологических отложениях, так и на остатках старых почв. Среди бывших почв – слои каменного угля, глинистые сланцы, известняки, лессы, глинистые и песчаные отложения. Все эти породы, даже подвергнутые метаморфозу (переплавке в недрах Земли), хранят более высокие доли биогенных элементов (Mg, Ba, P, S, Cr, Mn, N, C) и указывают на то, что эти слои когда-то были почвой. Современный почвенный покров – динамичное природное тело, развивающееся в пределах биосферы суши, постоянно гибнущее и возникающее вновь.

2. Учение об экологических функциях почв

2.1. Становление и сущность учения об экотфункциях почвы

По мнению Г. В. Добровольского, изучение функций почв в биоценозах и геосферах является фундаментальной проблемой почвоведения и началось задолго до того, как было сформулировано учение об экологических функциях.

Уже во времена существования древних цивилизаций Египта, Китая, Индии, Месопотамии много знали о важнейших свойствах почвы, что помогало успешно вести хозяйство и правильно понимать особую роль земли в жизни природы и общества. В философских системах древности почва рассматривалась как одна из природных стихий (наряду с огнем, водой и воздухом) и являлась одним из непрменных условий бытия. Почва, отнесенная к первоосновам жизни, неизбежно поэтизировалась и обожествлялась, у разных народов появлялись культы богов Земли (греческая богиня плодородия Деметра, у египтян – Изида, у вавилонян – Инанна, у славян – бог Ярило). Несмотря на ограниченность и эмпирический характер представлений о почве, интуитивным и опытным путем были правильно определены наиболее характерные почвенные свойства: высокая изменчивость в пространстве и времени, чувствительность почвы к воздействию земледельца, отзывчивость растений на почвенное плодородие. Эти представления, отличавшиеся целостным философско-экологическим восприятием почвы и природы в целом, отразились в главных земледельческих трактатах античности (Теофраст, Катон, Колумелла) [23].

Средние века не дали новых сведений о почве; в Западной Европе к XIII в. после длительного забвения была обобщена античная в 1213. 1214 1215п 1216о 1217с 1218л 1219е 1220 земледельческая литература, продолжалось накопление эмпирических агрономических знаний. Благодаря развитию химии, появляются попытки объяснить почвенное плодородие, закладывается аналитический подход к изучению почвы.

Только в эпоху Возрождения (XIV–XVI в.) началось изучение отдельных почвенных свойств, в различных науках происходило обособление разделов, изучающих почвы под тем или иным углом зрения: ее изучают химики (агрономическая химия), биологи (физиология питания растений), геологи (агрогеология), экономисты (сельскохозяйственная статистика). Вплоть до второй половины XIX в. шло неуклонное расширение экспериментальных знаний о почве. Однако изучение почвы в рамках различных наук и сохранение прикладного сельскохозяйственного подхода неизбежно порождало разобщенность понятий, однобокость и противоречивость суждений, а также их очевидную утилитарность.

Становление почвоведения как науки связано с именем великого русского ученого Василия Васильевича Докучаева, которому удалось разрешить глубокие противоречия в изучении почвы. Он указал на невозможность рассматривать почву как объект геологический или агрономический, а выделил ее как особое естественноисторическое тело со своими законами развития и обосновал необходимость новой самостоятельной науки. Благодаря работам В. В. Докучаева и его учеников к началу XX в. было создано первое обобщающее учение о почве (факторное почвоведение), началось планомерное изучение почвенного покрова России, стали читаться специальные курсы почвоведения, была создана национальная почвенная школа. Почвоведение постепенно приобрело статус фундаментальной науки о Земле с достаточно сложной структурой, оно вобрало в себя многочисленные смежные науки, появились морфология, физика, химия, биология, география почв и различные прикладные направления почвоведения. После своего становления почвоведение, особенно учение о природной зональности, оказало значительное влияние на развитие ряда естественных наук: физическую геогра-

фию, геоботанику и зоогеографию, лесоведение, геологию, геохимию. Почвовед Б. Б. Полынов основал новое научное направление – геохимию ландшафта, оказавшее огромное влияние на понимание вопросов взаимодействия и взаимовлияния почвы, ландшафта и литосферы. В. И. Вернадский, являясь учеником В. В. Докучаева, развил и внедрил в естествознание целостный динамический подход, характерный для докучаевской научной школы. Целостное рассмотрение природы во всех ее взаимосвязях в значительной мере способствовало разработке биосферной концепции В. И. Вернадского, и именно ему принадлежат первые прямые высказывания о глобальном значении почвы на Земле (гидрологическом и общебиосферном), уже тогда кристаллизуются основы учения об экологических функциях почвы.

Однако для оформления учения об экологических функциях почв в отдельное научное направление потребовалось еще около полувека. В 1986 г. вышла работа Г. В. Добровольского и Е. Д. Никитина «Экологические функции почв», в которой впервые были названы функции почв в экосистемах и геосферах. Работа имела революционное значение для развития почвоведения и вызвала многочисленные дискуссии в научной среде. Исходя из многозначности понятия «функция», следует определиться с тем, какой смысл в него заложили авторы: явление, зависящее и изменяющееся под влиянием другого явления; работа, производимая организмом, организмом; роль, значение чего-либо. Прямое указание на понимание термина «функция почвы» Г. В. Добровольский и Е. Д. Никитин дают в учебнике «Экология почв»: это роль и значение почв и почвенных процессов в жизни экосистем и геосфер, их сохранении и эволюции [7].

Уже из общего определения исходных понятий очевиден многоаспектный и динамичный характер проблем, рассматриваемых учением об экологических функциях почв. Его главный стержень – разнообразие форм участия почвы в функционировании и динамике биоценозов и геосфер Земли. Казалось бы, что традиционное определение почвы, данное В. В. Докучаевым, является функциональным: «Почва – это те дневные или близкие к ним горизонты горных пород (все равно каких), которые были более или менее естественно изменены *взаимным влиянием*

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.