

Высшее профессиональное образование

---

БАКАЛАВРИАТ

В. П. БЕЛОБРОВ, И. В. ЗАМОТАЕВ, С. В. ОВЕЧКИН

# ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ С ОСНОВАМИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Под редакцией В. П. Белоброва

*Учебник для студентов  
учреждений высшего профессионального образования,  
обучающихся по направлению подготовки «Педагогическое  
образование» профиль «География»*

2-е издание, переработанное и дополненное



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2012

УДК 631.4(075.8)  
ББК 40.30я73  
Б43

Рецензенты:

д-р геогр. наук *А. Л. Александровский* (Институт географии РАН);  
д-р биол. наук, проф. *В. Д. Васильевская* (Московский государственный  
университет им. М. В. Ломоносова)

**Белобров В. П.**

Б43 География почв с основами почвоведения : учебник для студ. учреждений высш. пед. проф. образования / В. П. Белобров, И. В. Замотаев, С. В. Овечкин; под ред. В. П. Белоброва. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 384 с.; [8] с. цв. ил. : ил. — (Сер. Бакалавриат).

ISBN 978-5-7695-8800-6

Учебник создан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки «Педагогическое образование» профиль «География» (квалификация «бакалавр»).

В учебнике изложены основы почвоведения как науки, а также география почв России и мира. Описаны факторы, процессы и режимы почвообразования, почвенный профиль и его свойства; рассмотрены классификация почв, их разнообразие и структура почвенного покрова планеты, свойства и методы исследования почвенного покрова. В приложении представлен практикум курса «География почв с основами почвоведения». В конце учебника дан краткий словарь почвенно-географических терминов.

Для студентов учреждений высшего профессионального образования.

УДК 631.4(075.8)  
ББК 40.30я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью  
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым  
способом без согласия правообладателя запрещается*

© Белобров В. П., Замотаев И. В., Овечкин С. В., 2012  
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2012  
ISBN 978-5-7695-8800-6 © Оформление. Издательский центр «Академия», 2012

*Выдающемуся ученому, почвоведу-географу, создателю учения о структуре почвенного покрова, неумолимому исследователю генезиса, географии почв и кор выветривания, педагогу и учителю*

**Владимиру Марковичу Фридланду**

Географические дисциплины занимают особое место в системе естественных наук о Земле, формируя у студентов естественно-историческое мировоззрение на природу, сравнительно-географический подход к пониманию явлений и свойств отдельных ее компонентов и обуславливающих их факторов.

Курс «География почв с основами почвоведения» — один из основополагающих в постановке географического образования будущих бакалавров, особенно на начальных этапах обучения. Он постоянно обновляется новыми данными о факторах и процессах почвообразования, свойствах, географии и классификации почв, расширяя тем самым кругозор студентов, пополняя копилку знаний и умений современными результатами научных исследований.

Главная задача данного курса — заложить фундамент (понятийную базу) и раскрыть содержание (генезис, строение и свойства) одного из важнейших компонентов ландшафта — *почвы*; оценить ее функционально-экологическую роль в природных и антропогенных ландшафтах, в создании экономической продовольственной безопасности России; обосновать необходимость охраны и рационального использования почв как трудно возобновляемого природного ресурса.

Решению этой задачи способствуют и смежные курсы по геохимии ландшафтов, биогеографии, землеведению, геологии с основами геоморфологии, картографии, геоэкологии и других дисциплин, хорошо дополняющих общую концепцию о совокупной роли факторов географической среды в формировании и распределении почв на земной поверхности — в педосфере.

Вторая задача — дать основы географии почв России и мира, охарактеризовать основные структуры почвенного покрова (СПП), рассмотреть современные системы земледелия, характер землепользования, проблемы картографии почв и охраны их от деградации разного типа.

В учебнике рассмотрены картографо-географические материалы в виде базовых обзорных и мелкомасштабных, а также средне-

и крупномасштабных почвенных и тематических (почвенно-экологических и др.) карт, что дает студенту навыки прикладного землепользования.

Принимая во внимание стоящие перед обучающим курсом задачи, данная книга поднимает и по мере возможности решает эти проблемы. Учебник написан в соответствии с программой курса бакалавриата «География почв с основами почвоведения». В нем отражено современное состояние почвенной науки в целом и отдельных ее разделов, например структуры почвенного покрова. В частности, в разделе «Классификация почв» рассмотрены достижения отечественной науки в диагностике и классификации почв России (2004), новые данные об антропогенно-преобразованных почвах, о техногенных поверхностных образованиях, почвоподобных телах и субстратах.

Учебник состоит из предисловия, введения, двух основных частей, заключения и двух приложений: первое представляет собой лабораторный практикум по курсу «География почв с основами почвоведения» и второе — краткий словарь почвенно-географических терминов.

Во введении раскрываются исторические аспекты зарождения почвоведения как науки, ее предмет и задачи.

Первая часть книги посвящена основам почвоведения. В ней описаны факторы почвообразования, процессы и режимы почвообразования, строение почвенного профиля и основные морфологические, химические, физико-химические и физические свойства почв. Определенное внимание уделено вопросам таксономии, диагностики и классификации почв.

Вторая часть посвящена почвам и почвенному покрову России и мира. Она предваряется описанием истории развития географии почв и ее основного раздела — структуры почвенного покрова. В основной главе дается комплексная характеристика отдельных типов почв, представленная в виде однотипно построенных рисунков-таблиц, содержание которых сопровождается кратким описанием закономерностей пространственного размещения почв по отдельным почвенно-климатическим областям планеты. В этой же части рассмотрены почвенные ресурсы, проблемы картографии почв, плодородия, деградации и охраны, рационального использования, а также экологическая роль почв в географической оболочке.

Лабораторный практикум составлен на базе прошедшей апробацию рабочей тетради и призван помочь освоить теоретический материал, изложенный в двух частях. Практикум может быть использован как на лабораторных занятиях, так и для самостоятельного обучения студентов.

Словарь включает более 700 названий и состоит из наиболее употребительных в почвенно-географической литературе терминов. Задача словаря — помочь студентам лучше освоить специаль-

ную терминологию, употребляемую в почвоведении и географии почв.

Список основной и дополнительной литературы обновлен и подготовлен исходя из задач курса. Современные учебники и учебные пособия дополняются специальной литературой по отдельным разделам почвоведения, географии почв, геологии, а также словарями-справочниками.

Авторы выражают признательность рецензентам профессору, доктору биологических наук В. Д. Васильевской и доктору географических наук А. Л. Александровскому за ценные замечания по улучшению содержания книги, декану географического факультета МГПУ, профессору, кандидату географических наук В. Т. Дмитриевой за инициирование и поддержку в подготовке к изданию данного учебника.

## СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

---

- БГК — большой геологический круговорот
- ВЗ — влажность завядания
- ГК — гуминовые кислоты
- ГВ — грунтовые воды
- ЕКО — емкость катионного обмена
- КВ — капиллярная влага
- КУ — коэффициент увлажнения
- МБК — малый биологический круговорот
- МГ — максимальная гигроскопичность
- НВ — наименьшая влагоемкость
- ОВ — органическое вещество
- ПВ — полная влагоемкость
- ППВ — предельная полевая влагоемкость
- ППК — почвенный поглощающий комплекс
- п. п. п. — потеря при прокаливании
- СПП — структура почвенного покрова
- ТВР — тип водного режима
- УГВ — уровень грунтовых вод
- ФК — фульвокислоты
- ЭПА — элементарный почвенный ареал
- ЭПП — элементарный почвенный процесс

### История становления почвоведения как науки

Почвоведение — сравнительно молодая наука, оформившаяся в качестве самостоятельной отрасли естествознания лишь в конце XIX в. в результате гениальных открытий русского ученого В. В. Докучаева (1846—1903) — основоположника данной науки. Это не означает, что настоящий интерес к почвам охватывает такой незначительный период в жизни человечества. Напротив, собственно почва (или более употребительное в прошлом название — земля) была предметом его постоянной заботы и внимания. Впервые почва подверглась обработке для возделывания растений за 8—6 тыс. лет до н. э.

Весь временной отрезок, начиная от примитивной до современной высокомеханизированной обработки почв, человечество испытывало прямую зависимость от характера, свойств и продуктивности почв вне их географического расположения.

Такая зависимость росла от тысячелетия к тысячелетию, от века к веку, от года к году и наряду с накопленными эмпирическими данными о почвах неизбежно привела к их систематизации и осознанию того, что же такое почва. Оформившиеся к XIX в. геология и агрономия в наибольшей мере отвечали решению указанной задачи. Именно представители этих наук первыми попытались дать определение почве и сформулировать суть новой науки — почвоведения.

В так называемый додокучаевский период на базе агрономической науки в начале XIX в. немецкими учеными были выдвинуты две теории питания растений, стимулировавшие последующие открытия в области почвоведения: *органическую (гумусовую)* и *минеральную*.

Основатель органической теории А. Тэер главную роль отводил гумусу — органическому веществу почвы, определяющему ее плодородие.

Ю. Либих развивал минеральную теорию, считая, что только минеральные добавки в почву кардинально сказываются на плодородии почв. Странники обеих теорий питания растений рассматривали почву как органоминеральную смесь, как среду корнеобитания растений.

Концепции теории питания растений оформились в общее направление изучения почв, названное *агрикультурхимическим*. Почва, по определению, считалась адекватной пахотному слою и называлась *пахотной*. Причем качественная оценка таких почв была сравнительно простая. Они делились на хорошие, средние, плохие, пшеничные, картофельные и т. д.

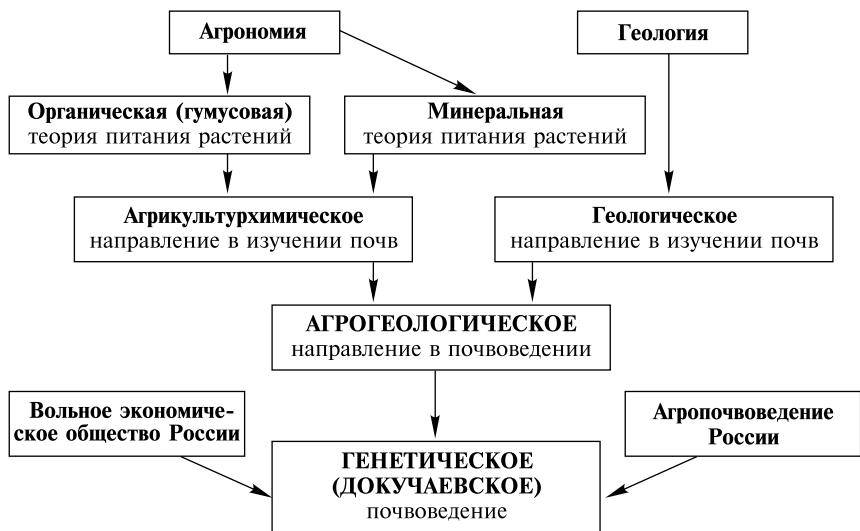


Рис. 1. Становление почвоведения как науки (додокучаевский период развития почвоведения)

Геологи Ф. Фаллу, Г. Берендт, Ф. Рихтгофен и другие, так или иначе изучавшие верхние слои Земли, предложили свои аргументы в отношении определения почвы и науки в целом, оформив тем самым независимо от агрономов *геологическое направление* в изучении почв. Они считали, что почва это либо оболочка выветривания всякой горной породы, либо грубообломочные продукты выветривания горных пород, такие как хрящ и щебень, либо известняки, мергель, песок.

Таким образом, почва рассматривалась как кора выветривания, как геологическое образование или продукт его разрушения и перетложения, при этом она теряла свою самостоятельность как природное тело.

Достижения агрономии и геологии в определении почвы и становлении почвоведения привели к оформлению *агрогеологического направления*, получившего широкое признание на западе также в силу его важной прикладной роли.

Итак, в додокучаевский период господствовали важные для почвоведения концепции агрогеологов, которые подготовили базу для дальнейших открытий. Вместе с тем, несмотря на предлагавшиеся определения почвы, ни одно из них не характеризовало ее как самостоятельное. Сама же наука никак не отделялась от агрогеологии. Время генерации идей и концепций еще не пришло.

Развитие учения о почвах в России в отличие от Западной Европы шло несколько иным путем (рис. 1). Оно эволюционировало от сельскохозяйственно-экономической оценки земель, в том числе



путем картографирования, через агрономические и геологические знания к собственно количественной и качественной оценке самих почв и в конечном счете к их генетической характеристике.

Основу данному направлению заложило Вольное экономическое общество (ВЭО), организованное в 1765 г. в Петербурге. ВЭО было призвано систематизировать и сообщать полезные для сельского хозяйства сведения в области земледелия и экономики, предотвращать негативные явления, используя отечественный и иностранный опыт.

Уже в XVIII в. многих исследователей в России интересовал феномен чернозема — уникальной по своему плодородию почвы степных просторов европейской части России. Но только более чем через сто лет, в 1876 г., после нескольких засух, неурожаев и голода ВЭО организовало Черноземную комиссию, призванную всесторонне изучить эти почвы.

В эти же годы в России активно развивается агропочвоведение, основателем которого стал П. А. Костычев (1845—1895), автор первого учебника «Почвоведение» (1886). В агропочвоведении основной самостоятельной и отличительной характеристикой почвы считается ее плодородие. Эта концепция нашла много последователей в России и за рубежом, но так же, как и все предыдущие, не отражала в полной мере целостность почвы как естественного тела природы.

Возглавить исследования по изучению русского чернозема было доверено активному члену ВЭО молодому геологу Петербургского университета Василию Васильевичу Докучаеву, который уже имел экспедиционный опыт по изучению четвертичных отложений, строения и истории развития речных долин и оврагов в черноземных областях. В. В. Докучаев разработал программу работ, организовал экспедиции и сам принял в них участие. Он проехал на лошадях тысячи верст, сделал сотни описаний почвенных разрезов, геологии, рельефа, растительности этих местностей и отобрал для анализа многочисленные образцы почв и почвообразующих пород.

В 1881 г. В. В. Докучаев завершил исследования черноземов. В 1883 г. он опубликовал монографию «Русский чернозем» и защитил на ее основе докторскую степень. Молодой 27-летний ученый из России на базе многочисленных и оригинальных собственных работ, используя накопленный опыт предыдущих исследователей в области почвоведения, выдвинул совершенно новое представление о почве и науке в целом.

Докучаев показал, что почва не ограничивается только корнеобитаемым слоем, а имеет определенный генетический профиль (вертикальное строение) и представляет собой естественно-историческое тело природы, являющееся функцией нескольких почвообразующих факторов: климата, рельефа, горных пород, растительных и животных организмов, воздействующих на почву в совокупности и во времени.

Ученый обосновал новые методы исследования — почвенно-морфологический и сравнительно-морфологический, а также наиболее

важный — сравнительно-географический, остающийся и по сей день ведущим в географических дисциплинах. На базе данного метода им была составлена первая настоящая почвенная карта (1882).

Докучаеву принадлежит приоритет в разработке учения о горизонтальной и вертикальной зональности, которое он окончательно обосновал после своих кавказских исследований в 1898—1899 гг.

Идеи В. В. Докучаева о зональности в виде схемы почвенных зон наряду с коллекцией русских почв впервые были представлены на Парижской выставке 1900 г. и получили всеобщее одобрение и восхищение.

Докучаев стал основоположником генетического почвоведения и совершенно нового направления в географии, базирующегося на комплексных сравнительно-географических исследованиях. Он создал великолепную школу учеников, которые продолжили его дело и впоследствии сами стали выдающимися учеными России: Н. М. Сибирцев, К. Д. Глинка, В. И. Вернадский, П. А. Землячченский, П. В. Отоцкий, А. Н. Краснов, Г. Н. Высоцкий, Л. И. Прасолов, С. С. Неуструев, А. И. Бессонов, Н. А. Димо, Б. А. Келлер, М. М. Филатов (автор первого учебника по географии почв) и др.

В 1888 г. при ВЭО была создана специальная Почвенная комиссия, которая в 1899 г. начала издавать журнал «Почвоведение». В 1913 г. Почвенная комиссия была преобразована в самостоятельный Докучаевский почвенный комитет во главе с К. Д. Глинкой, Л. И. Прасоловым и С. С. Неуструевым, а в 1925 г. — в Почвенный институт им. В. В. Докучаева.

Докучаевский период развития почвоведения отмечен мощным прорывом науки в области теории и методологии, географии и картографии почвенных исследований. Достаточно сослаться на почвенные экспедиции Главного переселенческого управления в Сибирь и Среднюю Азию начиная с 1908 г. Существенно расширяется сфера применения почвенных знаний в смежных науках, доминирует комплексный сопряженный подход к изучению почв и факторов почвообразования. Этот период характеризовался неоспоримым приоритетом русского почвоведения в мире, признанием В. В. Докучаева как основоположника новой науки — генетического почвоведения.

Докучаевское определение почвы, данное им более ста лет назад, не потеряло своей актуальности и по сей день. Оно было расширено и детализировано плеядой учеников и последователей Докучаева, но практически не изменило свою суть.

Современное определение почвы можно сформулировать следующим образом: ***почва** — биокосное естественно-историческое тело природы, имеющее вертикальное строение профиля и обладающее плодородием; почва — многофункциональная поликомпонентная и открытая многофазная система, являющаяся функцией климата, пород, рельефа, биологических факторов и времени.*

### Глава 1

#### ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Одно из выдающихся достижений В. В. Докучаева как основоположника генетического почвоведения — учение о факторах почвообразования — компонентах природной среды. Впервые внешние по отношению к почве компоненты природы рассматривались им не как статические и не связанные друг с другом, а как динамические системы, при совокупном воздействии которых формируются почвы и почвенный покров земной поверхности. Причем это воздействие оценивалось во времени, при этом подчеркивалась историко-хронологическая компонента в формировании почв.

Факторы почвообразования: климат, почвообразующие (материнские) породы, рельеф, живые организмы (биота) и время, за которое почвы формируются, впервые были выделены В. В. Докучаевым для обоснования почвы как естественно-исторического тела. Он считал их совокупное воздействие неперменным условием формирования любых почв. Объединив эти факторы по отношению к почве в единое целое, В. В. Докучаев по существу выделил тот комплекс природных компонентов (почвообразующий комплекс факторов), который определяет формирование, генезис и эволюцию почв.

Взаимосвязь между почвами и комплексом факторов почвообразования В. В. Докучаев выразил формулой:  $P = f(K, O, G, R)T$ , где  $P$  — почва, являющаяся функцией ( $f$ ) климата ( $K$ ), организмов ( $O$ ), горных пород ( $G$ ), рельефа ( $R$ ), умножается на время ( $T$ ), за которое конкретная почва формируется. Решить это уравнение не представляется возможным и в настоящее время, несмотря на обширную базу данных о почвах и достижения в области вычислительной техники.

Одним из важнейших положений В. В. Докучаева в учении о факторах почвообразования был тезис о том, что они **равнозначны** и **незаменимы**. При отсутствии хотя бы одного из них почва как таковая не формируется. Однако считалось возможным направленное воздействие какого-либо из факторов. По этой причине ряд учеников и последователей Докучаева приоритетными в почвообразовании считали разные факторы, в частности климат и/или биогенный фактор. Биогенный фактор (высшие зеленые растения, животные и микроорганизмы) рассматривался, например, Р. В. Ризположен-

ским, а затем В. Р. Вильямсом как главный или ведущий. Сущность почвообразовательного процесса, по их мнению, базировалась в основном на взаимодействии между организмами и средой при пассивном участии остальных факторов.

С. А. Захаров, не выделяя главного фактора почвообразования, разделял эти факторы на активные (биосфера, атмосфера и гидросфера) и пассивные (материнские породы и рельеф).

Учение о факторах почвообразования явилось своеобразным катализатором и получило дальнейшее развитие в трудах отечественных (К. Д. Глинка, С. А. Захаров, Б. Б. Польшов, А. А. Родэ, И. П. Герасимов, В. А. Ковда, В. Р. Волобуев и др.) и зарубежных почвоведов (Г. Йенни, К. Марбут, Ф. Дюшофур и др.). Г. Йенни попытался даже количественно оценить роль факторов почвообразования, что в целом не нашло продолжения из-за чрезвычайной сложности решения данной задачи.

Роль факторов почвообразования, активно обсуждавшаяся на протяжении многих десятилетий после смерти основоположника почвоведения, остается дискуссионной и до настоящего времени. Вместе с тем, несмотря на всю убедительность доводов в пользу того или иного фактора, главный тезис В. В. Докучаева остается не-

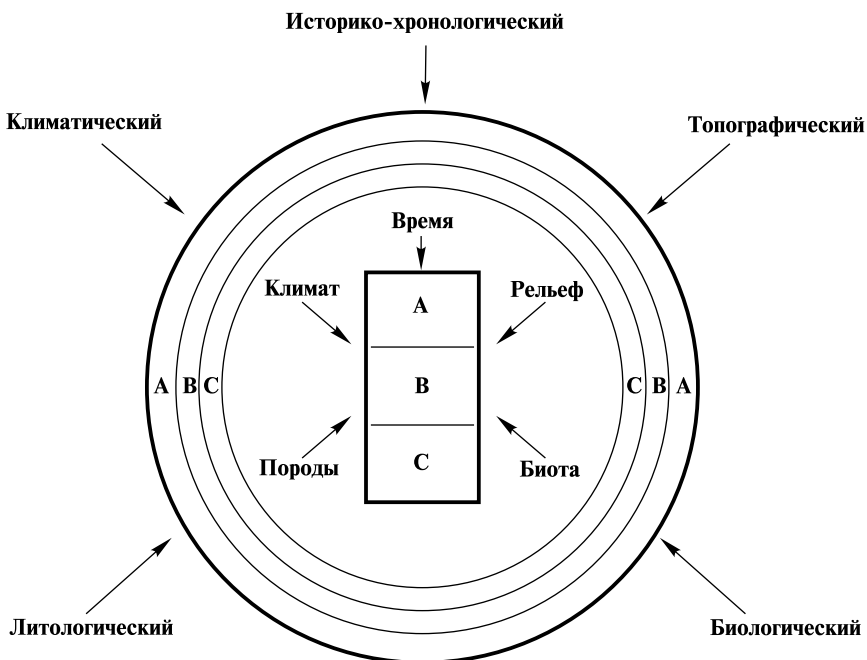


Рис. 2. Факторы почвообразования (внутри педосферы — профиль АВС) и факторы дифференциации почвенного покрова (вне педосферы — концентрические окружности АВС)

зыблемым: факторы почвообразования равнозначны и незаменимы. Публикации последних лет ведущих почвоведов нашей страны В. О. Таргульяна, И. А. Соколова и других подтверждают именно это гениальное положение Докучаева, представляющее собой основу генетического почвоведения.

**Почвообразующее и дифференцирующее воздействие факторов почвообразования** на формирование почв и почвенного покрова показана на рис. 2. Почвообразующая роль факторов наиболее четко проявляется в любой точке географического пространства, которая характеризуется почвенным профилем. Совокупное воздействие комплекса факторов почвообразования (климат, рельеф, почвообразующие породы, биота и время) приводит к формированию в этой точке вполне определенной почвы (почвенный профиль АВС) с присущими только ей свойствами. В этом случае действуют **почвообразующие** факторы, проявляющиеся в каждой точке пространства индивидуально, в результате чего создается неповторимый почвенный профиль — собственно **почва**.

В то же время по своим количественным и качественным показателям факторы почвообразования не остаются постоянными, они варьируют в пространстве. Вследствие этого возникает непрерывное множество разнообразных почв, собственно **почвенный покров**, или **педосфера**. В данном случае почвообразующие факторы, непрерывно изменяясь в пространстве, выступают одновременно и как **дифференцирующие** (биологический, климатический, литологический (литогенный), топографический (топогенный), историко-хронологический факторы, см. рис. 2). Точка и пространство, почва и почвенный покров — вот основа условного разделения на почвообразующие и дифференцирующие факторы.

## 1.1. Почвообразующие породы

Почвообразующие (материнские) породы в формировании почв играют одну из важнейших ролей как субстрат для поселения живых организмов. Они выполняют роль твердой фазы — каркаса в вертикально-профильном строении почвенного тела и определяют исходные составляющие почвы: минеральную, химическую, физико-химическую и др. Почвообразующие породы влияют на исходный уровень плодородия почв и служат своеобразным банком и резервом, откуда в процессе непрекращающегося во времени почвообразования почва обогащается новыми порциями первичных и глинистых минералов разного химического состава и механических свойств.

Материнские породы обуславливают следующие важнейшие свойства почв: 1) гранулометрический (механический) состав почв; 2) химический и минералогический составы почв; 3) физические

и физико-механические свойства почв; 4) водно-воздушный, тепловой и пищевой режимы почв.

В то же время почвообразующие породы, определяя строение почв, характер их эволюции, пестроту почвенного покрова, существенно влияют на многие факторы и процессы почвообразования:

1) на скорость почвообразовательного процесса, обуславливающую разную мощность почвенных профилей;

2) на уровень плодородия, прямо зависящий от исходного состава пород, богатых или бедных химическими элементами, разной степени устойчивости в зоне формирования почв — зоне гипергенеза;

3) на характер орошаемого земледелия и осушительных мелиораций, а также на фильтрационную составляющую почв, дозы полива, водоудерживающую способность почвенного профиля и т. д.;

4) на структуру почвенного покрова, определяющую разную мозаичность, сложность и контрастность почвенного покрова.

По своему составу почвообразующие породы чрезвычайно разнообразны. Как правило, они делятся на группы пород разного генезиса, физико-механических и химических свойств и потенциального плодородия (рис. 3).

**Массивно-кристаллические породы магматического и метаморфического генезиса.** Магматические породы по своему составу достаточно стабильны и содержат главным образом соединения кремния, алюминия, железа, щелочей, магния и кальция. По содержанию  $\text{SiO}_2$  магматические породы подразделяются на четыре группы: кислые ( $> 65\%$ ), средние ( $52\text{—}65\%$ ), основные ( $40\text{—}52\%$ ) и ультраосновные ( $< 40\%$ ). Наиболее представительны две большие группы: кислые и основные породы. Как будет видно в дальнейшем, при характеристике многих типов почв именно этот фактор приуроченности почв к кислым или основным магматическим почвообразующим породам является решающим в отношении генезиса, эволюции и свойств почв.

*Кислые магматические породы* — граниты, пегматиты, риолиты, дацит и другие — обычно имеют светлую и буроватую окраску с выраженными кристаллами кварца, полевых шпатов, слюд. Содержание  $\text{SiO}_2$  в них высокое (более  $65\%$ ) при заметном количестве калия и натрия. В то же время железа немного, а кальция и магния ничтожно мало. Почвы на кислых магматических породах, например на гранитах, отличаются на ранних стадиях выветривания рыхлостью, гравийным характером исходного материала. При выветривании в гумидных условиях они легко теряют щелочноземельные элементы, вследствие чего почвы на таких выветрелых субстратах (элювии пород) чрезвычайно бедные, малопродуктивные.

*Основные магматические породы* — базальт, габбро и др., как правило, имеют темную (до черной) окраску. Для них характерно более низкое по сравнению с кислыми породами содержание  $\text{SiO}_2$ . Основные магматические породы относительно богаты соединени-

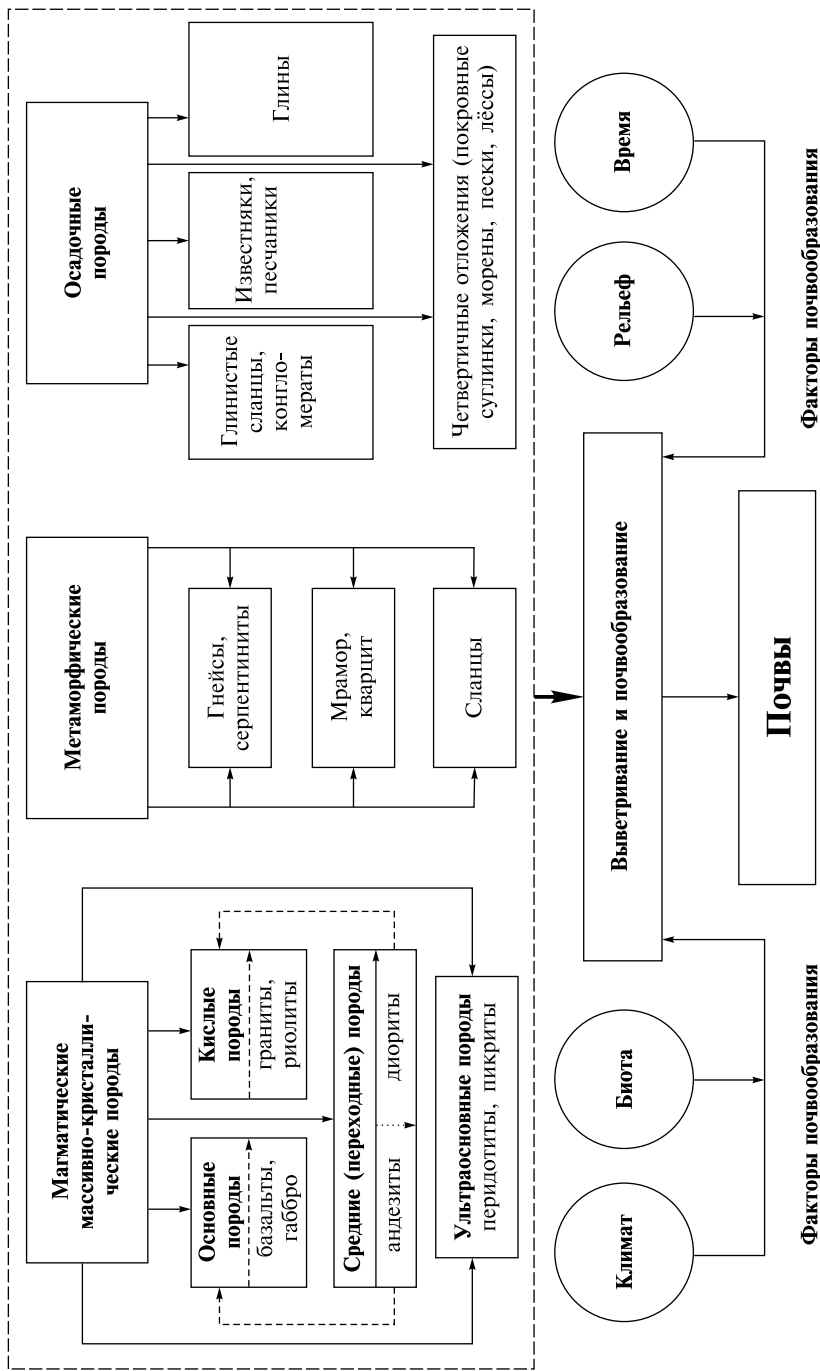


Рис. 3. Разнообразии почвообразующих пород — каркасно-матричной основы почв

ями железа, марганца, хрома, кобальта, цинка, титана, никеля, меди. Продукты их выветривания довольно быстро приобретают глинистый характер, длительно сохраняют щелочную и нейтральную реакцию, отличаются повышенным содержанием гумуса и глинистых минералов. Почвы на таких породах более плодородны.

Кроме кислых и основных пород нередко встречаются *магматические породы переходного типа* (средние) — интрузивные породы группы диорита и их эффузивные аналоги — андезиты. Соответственно и почвы на этих породах приобретают черты, сходные с почвами, приуроченными к кислым или основным породам. Значительно реже распространены *ультраосновные породы*: перидотиты и пикриты, у которых содержание  $\text{SiO}_2$  самое низкое.

*Метаморфические породы* — переходные между массивно-кристаллическими и осадочными породами. Древние осадочные породы при погружении, высоком давлении и температурах метаморфизуются, образуя гнейсы, серпентиниты, мрамор, кварциты, глинистые сланцы. Гнейсы по своему составу особенно близки к гранитам. Почвы, формирующиеся на таких породах, имеют сходные черты с почвами на собственно кислых магматических породах.

**Осадочные почвообразующие породы** преобладают на земной поверхности и по своему генезису делятся на породы морского и континентального происхождения. По объемной массе они легче магматических пород и разнообразнее по сложению, цвету, структуре. Доминируют глинистые сланцы (77%), песчаники и известняки встречаются значительно реже (11,3%). Среди осадочных пород морского происхождения наиболее типичны известняки, конгломераты, кварциты, песчаники, глинистые сланцы, глины. Континентальные осадочные породы представлены конгломератами, галечниками, песчаниками, песками, глинами, суглинками, солями и другими отложениями. Они плащом покрывают изверженные магматические породы и древние морские осадочные породы, образуя покровы на горных хребтах, в конусах выноса и дельтах рек. Возраст осадочных пород сильно варьирует от древних (десятки и сотни миллионов лет) до молодых — четвертичных (десятки и сотни тысяч лет). Четвертичные отложения, как правило, более рыхлые и территориально тяготеют к регионам четвертичных оледенений.

По происхождению и химизму осадочные породы делятся на следующие группы.

*Механические наносы*: а) грубообломочные (>1 мм) — каменная морена, галечники, отложения щебня, дресвы, гравия; б) пески (1—0,1 мм) — прибрежные, ледниковые, речные (флювиальные), эоловые; в) суглинки (0,1—0,01 мм) — ледниковые, флювиальные (среди суглинистых осадочных пород особенно важны лёссы и лёссовидные породы, распространенные в Центральной Азии, Восточной и Западной Европе, США, Аргентине, Уругвае); г) глины (<0,01 мм) — осадки стоячих водоемов, рек, озер, лагун, эстуариев, заливов и т. д.



*Химические осадки:* пресноводный мергель (известковая порода, содержащая 20—30 % углекислого кальция), гипс, мирабилит, поваренная соль, кремнезем, окислы железа и др.

*Осадочные породы биогенного происхождения:* торф, сапропель — органический ил на дне пресноводных озер, некоторые известняки, трепел (скопление кремневых панцирей диатомовых водорослей), шунгиты — биогенные осадки.

**Покровные суглинки, флювиогляциальные пески, морены и лёссы** — наиболее распространенные породы на территории России. Их происхождение связано с эпохами оледенений четвертичного периода. Покровные суглинки различного механического состава сплошным чехлом перекрывают отложения морены на водоразделах.

Лёсс — тонкозернистая карбонатная осадочная порода пылевато-суглинистого механического состава. Существует несколько гипотез лёссообразования: эоловая (В. А. Обручев), водно-ледниковая (В. В. Докучаев) и почвенная (Л. С. Берг). Эоловая гипотеза базируется на процессах фенового развевания пыли морен и зандровых отложений в ледниковый период или из пустынных областей в послеледниковый период. Водно-ледниковая гипотеза связывает происхождение лёссов с осаждением пылевато-суглинистого материала из водно-ледниковых потоков в приледниковых районах. Почвенная гипотеза рассматривает лёсс как продукт выветривания и почвообразования делювиальных, аллювиальных и флювиогляциальных наносов в условиях сухого климата и при наличии карбоната кальция.

Однозначного решения в пользу только одной из гипотез нет. В каждом конкретном случае можно найти аргументы «за» и «против». Вместе с тем с позиций почвообразования это не столь важно, как казалось бы. Важнее знать региональные физико-химические свойства лёссов, определяющие даже при незначительных различиях в них характер почвообразования, и, следовательно, свойства почв.

Выступая в роли косного компонента почвы, почвообразующие породы при всем их разнообразии определяют главное — исходно разнокомпонентный минеральный субстрат для почвообразования, его базис. Дальнейшее видоизменение или преобразование во времени исходной почвообразующей породы в почву под комплексным воздействием климата, биологических факторов и рельефа лишь создает неоднородный почвенный покров, функционально связанный с его базисом — почвообразующей породой.

## 1.2. Рельеф

Рельеф в отличие от почвообразующих пород в большей степени выполняет косвенную функцию в почвообразовательном процессе, перераспределяя те компоненты географической среды, которые

определяют энергетику почвообразования. К ним относятся теплота, влага и растворы, а также твердые вещества. Рельеф характеризуется рядом количественных (форма и размеры), а также генетических параметров, которые играют дополнительную и определяющую роль в почвообразовательном процессе. К ним относятся пойменно-долинный комплекс рельефа, абразионная равнина, аллювиальные равнины и равнины морской аккумуляции, карстовые тропические комплексы рельефа, эрозионные, эоловые и водные формы рельефа и др. Каждому из этих генетических типов рельефа соответствует свой набор почв.

Подчеркивая роль рельефа как фактора почвообразования, В. В. Докучаев в своей первой генетической классификации почв разделил их по способу залегания на *нормальные*, *переходные* и *анормальные*. Н. М. Сибирцев в попытке увязать рельеф, почвенный покров и конкретные ландшафтные условия предложил выделять *зональные* (на водоразделах), *интразональные* (в депрессиях) и *азональные* (неполноразвитые, рыхлопесчаные) почвы. П. С. Коссович видел роль рельефа в характере соподчиненности почв, выделяя среди них *генетически самостоятельные* (на плакорах) и *генетически подчиненные* (в понижениях).

Наибольший вклад в изучение рельефа и его роли в почвообразовании внес С. С. Неуструев, который сформулировал главный тезис о косвенном влиянии рельефа как почвообразователя посредством перераспределения климатических параметров: теплоты, влаги и света. Он предложил также широко используемые и в настоящее время понятия «*автоморфные (водораздельные) почвы*» и «*гидроморфные почвы*», отражающие соподчиненность почв, генетическую взаимосвязь между ними и специфическое проявление вертикальной зональности.

С. С. Неуструев первым в начале XX в. предложил ставшие базовыми понятия, относящиеся к географии почв, — *комбинация*, а также *сочетания* и *комплексы почв*. Сочетания и комплексы почв связывались им с определенными формами рельефа: сочетания — с мезоформами, а комплексы — с микроформами рельефа.

Независимо от Неуструева и значительно позже, в 1935 г., английский исследователь Дж. Милн предложил более широкий аналог сочетания почв, назвав его *катена*. Катена — сочетание почв, обусловленное не только формами мезорельефа, но и возрастом этих форм и составом почвообразующих пород. В почвенном покрове определенным формам рельефа соответствуют и определенные комбинации почв, различающиеся генезисом, сложностью и контрастностью почвенного покрова. Деление рельефа на мега-, макро-, мезо-, микро- и наноформы получило большое распространение в практике почвенно-географических исследований.

В отечественной терминологии, как предлагал С. С. Неуструев, сопряжение почв с определенными формами рельефа принято на-

зывать *комбинацией почв*, а почвенный покров, состоящий из многочисленных и разнообразных комбинаций, обусловленных рельефом, — *комплексным*.

Независимо от формы и уровней дифференциации рельефа его роль в почвообразовании заключается в перераспределении на земной поверхности в той или иной степени следующих факторов:

1) теплоты — радиационной энергии Солнца (влияние экспозиции склонов в разных широтах);

2) влаги и растворенных в ней веществ в форме водных молекулярных или коллоидных растворов, а также в форме твердых взвесей при плоскостном поверхностном стоке, солифлюкции и т. д.; следствие таких миграций — различный водный режим и генетическое разнообразие типов почв;

3) твердых веществ; результат — различная мощность почв в зависимости от степени выноса и аккумуляции выносимого материала, а также обновление субстрата с доминантой синлитогенного почвообразования, почвообразования на постоянно обновляемом субстрате.

### 1.3. Биологические факторы почвообразования

Наиболее существенными факторами в почвообразовании являются животные и растительные организмы — особые компоненты почвы. Их роль заключается в огромной геохимической работе. В системе «почва—растение» происходит постоянный биологический круговорот веществ, в котором растения играют активную роль. Начало почвообразования всегда связано с поселением на минеральном субстрате организмов. В почве обитают представители всех четырех царств живой природы — растения, животные, грибы, прокариоты (микроорганизмы — бактерии, актиномицеты и синезеленые водоросли). Микроорганизмы готовят *биогенный мелкозем* — субстрат для поселения высших растений — основных продуцентов органического вещества. Высшим растениям и принадлежит ведущая роль в процессах почвообразования.

**Флора.** Фитомасса высших растений сильно зависит от типа растительности и конкретных условий ее формирования. Биомасса и годовая продуктивность древесной растительности увеличиваются по мере продвижения от высоких широт к более низким, а биомасса и продуктивность травянистой растительности лугов и степей заметно снижаются начиная от лесостепи и далее к сухим степям и полупустыням (табл. 1).

В гумусовом слое Земли сосредоточено такое же количество энергии, как и во всей биомассе суши, причем аккумулируется энергия,

Таблица 1. Показатели биологической продуктивности основных типов растительности, ц/га (по Л. Е. Родину и Н. И. Базилиевич, 1965)

Тип растительности	Биомасса		Годовой прирост	Опад	Лесная подстилка или степной войлок
	общая	корни			
Арктические тундры	50	35	10	10	35
Кустарничковые тундры	280	231	25	24	835
Ельники северной тайги	1 000	220	45	35	300
»    средней тайги	2 600	600	70	50	450
»    южной тайги	3 300	735	85	55	350
Дубравы	4 000	960	90	65	150
Степи луговые	250	170	137	137	120
»    сухие	100	42	42	42	15
Пустыни полукустарничковые	43	38	12,2	12	—
Субтропические лиственные леса	4 100	820	245	210	100
Саванны	666	39	120	115	13
Влажные тропические леса	> 5 000	900	325	250	0,1

ассимилированная в растениях благодаря фотосинтезу. Одна из наиболее продуктивных составляющих биомассы — опад. В хвойном лесу опад в силу специфики его химического состава очень медленно разлагается. Лесной опад вместе с грубым гумусом образует подстилку типа *мор*, которая минерализуется преимущественно грибами. Гумус имеет фульватный характер, а почвообразование идет по *подзолистому* типу. Почвы этого типа имеют высокую кислотность, не насыщены основаниями, малогумусированы, с низким содержанием питательных элементов и уровнем плодородия.

Процесс минерализации ежегодного опада в основном совершается в течение годового цикла. В смешанных и широколиственных лесах в гумусообразовании большее участие принимает опад травянистой растительности. Освобождающиеся при минерализации опада основания нейтрализуют кислые продукты почвообразования; синтезируется более насыщенный кальцием гуматно-фульватный гумус типа *модер*. Формируются серые лесные или бурые лесные почвы с менее кислой реакцией, чем у подзолистых почв, и более высоким уровнем плодородия.

Под пологом травянистой степной или луговой растительности основной источник образования гумуса — масса отмирающих корней. Гидротермические условия степной зоны способствуют быстрому разложению органических остатков. Гумификация и гумусообразование имеют более короткий цикл. Формируется *мягкий* гумус типа мюль, насыщенный кальцием преимущественно гуматного состава. Этот процесс носит название *дернового*. Наиболее ярко дерновый процесс представлен в русском черноземе — типичном примере степного почвообразования. Черноземы в силу особых гидротермических условий степной зоны, способствующих интенсивному гумусообразованию и закреплению его в почвах, обладают чрезвычайно высоким естественным плодородием.

Взаимосвязь между растительными формациями, направлением почвообразовательного процесса и закономерностью пространственного распределения почв отчетливо прослеживается на самых разных уровнях, начиная с зональных проявлений и кончая микробиогеоценозом элементарной западины. Эта связь взаимообусловлена. Часто по смене растительных ассоциаций можно четко установить и смену отдельных почв.

**Фауна.** Наряду с высшими растениями огромное влияние на почвообразование оказывают многочисленные представители почвенной фауны — беспозвоночные и позвоночные, живущие в почве и на ее поверхности, активно участвующие в преобразовании органического вещества. Почвенную фауну можно разделить на четыре группы:

1. Микрофауна (менее 0,2 мм): простейшие — амёбы, инфузории — до 1,5 млн в 1 г почвы, а также нематоды, живущие во влажной почвенной среде.

2. Мезофауна (0,2—4 мм): мельчайшие насекомые, черви, приспособленные к жизни в почве с достаточно влажным воздухом.

3. Макрофауна (4—80 мм): земляные черви, моллюски, насекомые (муравьи, термиты и др.).

4. Мегафауна (более 80 мм): крупные насекомые, крабы, скорпионы, кроты, сурки, змеи, черепахи, мелкие и крупные грызуны, лисы, барсуки и другие животные, роющие в почвах норы.

Среди почвенных животных абсолютно преобладают беспозвоночные, суммарная биомасса которых в 1 000 раз больше, чем позвоночных. На фоне всего разнообразия фауны одними из самых важных почвообразователей считаются дождевые черви. Они составляют 90 % от всей зоомассы в почвах таежных и лиственных лесов и ежегодно пропускают через свой кишечник в разных зонах от 50 до 600 т мелкозема с площади 1 га, создавая в поверхностных гумусовых горизонтах почв мелкозернистую и комковатую структуру. Копролиты — продукты жизнедеятельности дождевых червей — по массе с площади 1 га составляют в среднем 25 т в год. Во влажно-тропических условиях почвообразования при благоприятных в течение года климатиче-

ских условиях дождевые черви способны переработать в десятки раз больше почвенной массы относительно среднего показателя. Так, в Южном Лаосе на вулканическом плато Боловень, приподнятом над основной поверхностью на 1100—1200 м и перекрытом местами мощным (от 2 до 3 м) слоем пирокластических материалов (вулканический пепел, стекло, туф) дождевые черви достигают нескольких десятков сантиметров в длину и до 1 см в диаметре. В этих условиях ферраллитные почвы буквально забиты копролитами. На поверхности почв они образовали сплошной ковер мощностью в несколько сантиметров. Содержание гумуса в копролитах данных почв в среднем около 13—14 %. Это намного превышает все средние показатели даже в наиболее гумусированном поверхностном горизонте не только данных почв, но и черноземов — эталона высокого содержания гумуса.

Роющие животные (слепыши, сурки и др.) способны в огромных количествах перемещать почвенный материал из верхней части профиля почв в нижние, и наоборот. В результате такого многократного перемешивания создаются своеобразные перерытые профили, отличающиеся от окружающих фоновых почв. В частности, среди черноземов выделяется самостоятельный вид почв — карбонатные перерытые (сурчинные) черноземы.

**Микроорганизмы** (бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли, простейшие). В поверхностном горизонте суммарная масса микроорганизмов — несколько тонн на 1 га, причем почвенные микроорганизмы составляют от 0,01 до 0,1 % от всей биомассы суши. Микроорганизмы предпочитают селиться на обогащенных питательными веществами экскрементах животных. Они участвуют в гумусообразовании и разлагают органические вещества до простых конечных продуктов: газов (диоксид углерода, аммиак и др.), воды

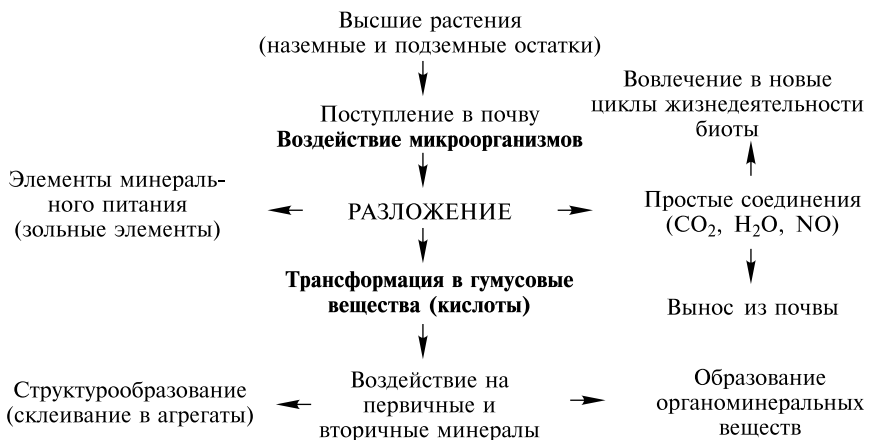


Рис. 4. Роль биологического фактора в почвообразовании

и простых минеральных соединений. Главная масса микроорганизмов сосредоточена в верхних 20 см почвы. Микроорганизмы (например, клубеньковые бактерии бобовых растений) фиксируют азот на  $\frac{2}{3}$  из воздуха, накапливая его в почвах и поддерживая азотное питание растений без внесения минеральных удобрений.

Роль биологического фактора в почвообразовании наиболее ярко проявляется в формировании гумуса. Гумусообразование — сложный процесс, в котором участвуют все компоненты биоты: от микроорганизмов до высших растений. Схематически это представлено на рис. 4.

## 1.4. Климат

Климат — главный количественный показатель состояния атмосферы и воздействующих на почву атмосферных процессов, прежде всего поступления в почву тепла и воды. С климатом связаны основные закономерности развития органического мира, почвенного покрова Земли, энергетики почвообразования. Климат — результат взаимодействия многих природных факторов, из которых главными являются:

1. Приход и расход лучистой энергии Солнца.
2. Атмосферная циркуляция, перераспределяющая тепло и влагу.
3. Влагооборот, неотделимый от атмосферной циркуляции.

Поверхности Земли достигает около половины солнечной энергии, причем одна часть ее отражается от атмосферы, другая часть поглощается парами воды, пыли, а остаток достигает Земли в виде рассеянной радиации. В соответствии с поступлением тепла на поверхности Земли формируются термические пояса планеты (табл. 2).

Для травянистой растительности активные температуры — выше  $5^{\circ}\text{C}$ , а для лесной растительности — выше  $10^{\circ}\text{C}$ . Интенсивность

Т а б л и ц а 2. Планетарные термические пояса

Термические пояса	Среднегодовая температура, $^{\circ}\text{C}$	Радиационный баланс, $\text{кДж}/\text{см}^2$ в год	Сумма активных температур за год, $^{\circ}\text{C}$
Полярный	-23...-15	21 — 42	400 — 500
Бореальный	-4...+4	42 — 84	500 — 2400
Суббореальный	+10	84 — 210	2 400 — 4 000
Субтропический	+15	210 — 252	4 000 — 6 000
Тропический	+32	252 — 336	6 000 — 10 000

выветривания, фотосинтеза и образования органического вещества, жизнедеятельность животных и бактерий неизмеримо увеличиваются в направлении от полярных областей к теплым тропическим и экваториальным. В этом же направлении нарастает поступление атмосферных осадков, которое в разных природных зонах сильно варьирует, особенно внутри континентов. Кроме того, возрастает интенсивность почвообразовательного процесса, выражающаяся в разрушении минералов, разложении органического вещества, выщелачивании, а также в синтезе новых минералов и органических соединений.

Таким образом, для каждой конкретной территории характерны свои тепловой и водный режимы, зачастую нарушающие закономерность широтных поясов. Климат как фактор водного режима почв впервые обосновал Г. Н. Высоцкий. Им было введено понятие «коэффициент увлажнения территории» (К) как величина, показывающая отношение суммы осадков (Q, мм) к испаряемости (V, мм) за тот же период ( $K = Q/V$ ). По его подсчетам, К для лесной зоны равен 1,38; лесостепной — 1,0; степной — 0,67; сухостепной — 0,33.

В дальнейшем коэффициент увлажнения для каждой почвенно-географической зоны был установлен исследованиями Б. Г. Иванова. Он стал называться *коэффициентом Высоцкого — Иванова* (табл. 3). Главные группы почв соответствуют определенным соотношениям между осадками и температурой. При этом различают две основные категории почв:

1. Почвы, в которых биологические процессы более или менее подавлены. Это сероземы, почвы пустынь и тундр (все при низком увлажнении менее 500 мм в год), расположенные в самых разных термических поясах.

**Таблица 3. Климатические области и показатели их увлажнения** (по М. И. Будыко, 1968)

Климатические области	Среднегодовое количество осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)
Исключительно сухие (супераридные)	10—20	0,2—0,1
Засушливые (аридные)	50—150	0,5—0,3
Умеренно сухие (семиаридные)	200—400	0,7—0,5
Влажные (гумидные)	500—800	1,0
Избыточно влажные	1 500—2 000	1,2—1,5
Особенно влажные (супергумидные)	3 000—5 000	1,5—2,0—3,0