

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный университет»

О. М. Морина, А.М. Дербенцева, В.А. Морин

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2013

УДК 551 (075)

ББК 26

М 79

Рецензенты:

Кафедра «Нефтегазовое дело, химия и экология Дальневосточного университета путей сообщения (завкафедрой д-р биол. наук, проф. Л.И. Никитина, д.б.н., профессор кафедры биологии, экологии и химии Дальневосточного государственного гуманитарного университета, д-р биол.наук, профессор В. Т. Тагирова

Научный редактор

д.х.н., доцент Л. П. Майорова

М 79

Морина О.М., Дербенцева А.М., Морин В.А.

«Почвоведение». - Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2013.- 370 с.

ISBN 978-5-7444-2146-5

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров на дневной, заочной и дистанционной формах обучения по специальности «**БЭРП: Энерго- и ресурсоберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**» (по профилю «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». Освещены основные сведения об истории развитии почвоведения. Показана роль высших растений и участие животных и микроорганизмов в почвообразовании. Затрагивается значение почвообразующих пород, биологические факторы в почвообразовании и роль почвы в формировании газового состава атмосферы.

1903000000

М -----

180(03)-2008

ББК 26

© Морина О.М., Дербенцева А.М.,

Морин В.А., 2008

ISBN 978-5-7444-2146-5

Введение

Эпиграф: Имеющий хлеб – имеет власть и владеет миром и жизнью

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов целостного представления о Земле как о полифункциональной системе, которая развивается как космическое тело, так и по своим внутренним и внешним законам. Задачи курса – изучение твердой, жидкой и газообразной оболочек Земли как комплекса единой геосистемы в их динамическом и циклическом развитии.

В курсе почвоведении изложены основы науки о почве, дан обзор биологических факторов почвообразования, рассмотрены закономерности распределения почв и их использование, а также приведен современный материал по эрозии, загрязнению и бонитировке почв. Почвы являются основным богатством человечества. Вода, которая может находиться в любых фазовых состояниях (жидком, твердом и газообразном) связывает воедино все компоненты системы.

Динамика климата является одной из важнейших показателей устойчивости биосферы в целом и конкретной территории в частности. Таким образом, главный ресурс территории в современных экономических условиях – это сама системная организация естественных режимов и взаимосвязей в экосистемах. Поэтому обязательным этапом любых предпроектных территориальных разработок должна стать оценка уязвимости функциональных механизмов территории при хозяйственном воздействии. Неистощительное природопользование возможно только на базе разработок долгосрочной стратегии, поскольку для оптимального функционирования экосистем необходимы равновесные условия в системе биота - абиотические факторы.

1. Почвоведение

1. 1. 1. Место и роль почвы в природе

Почвоведение – наука о почве, ее строении, составе, свойствах и географическом распространении, закономерностях ее происхождения, развития, функционирования, роли в природе, путях и методах ее мелиорации, охраны и рационального использования в хозяйственной деятельности человека. Почвоведение быстро превращается из науки описательной в науку инструментальную, из науки инвентаризации природы в науку управление природой.

Люди познакомились с почвой с момента перехода к земледелию, т. е. 7000 лет назад. Уже тогда было замечено, что почвы разных мест обладают неодинаковым плодородием. В Китае, еще в III тысячелетии до нашей эры, почвы делили по их плодородию на 9 классов. В Древнем Египте различали почвы затопляемые, поливаемые и болотные. Много сведений о почвах можно найти в античной поэзии и философии Греции и Рима. Период греко-римской цивилизации (VIII-III в. до н.э.) были разработаны некоторые приемы повышения почвенного плодородия. Период изучения почв и проведения земельно-кадастровых работ в VI –XVIII вв связан с развитием почвенно-оценочных работ в целях налогообложения. В разные периоды этого времени в большинстве стран был введен официальный земельный кадастр. В России для учета земельных фондов учредили Поместный приказ и составили описание земель – Писцовые книги. В них указывали угодья – леса, луга, болота и особенно подробно пашни, которые делили по качеству на землю добрую, среднюю, худую и добре-худую.

Необходимость возникновения науки связана с тем, что человечество вплотную столкнулось с проблемами голода, малоземелья, катастрофической эрозии, опустынивания, падения плодородия, необходимостью получения большего количества продукции с меньшей площади. Таким образом, почвоведение сформировалось в ответ на практические запросы бурно развивающегося земледелия индустриальной эры и роста народонаселения.

С появлением земледелия человек ввел в свой обиход представление о почве, как об относительно рыхлом земляном слое, в котором укореняются наземные растения. Часто почву отождествляли с землей – т. е. с участком поверхности, на которой обитает человек. *Земля* – это сложное естественноисторическое и одновременно социально-экономическое понятие, относящееся к природному ресурсу и включающее не только почву, как таковую, но определенную часть земной поверхности, ее положение в географическом пространстве, ее социально-экономический потенциал.

Если классифицировать все природные физические тела Земли на живые и неживые, т. е. косные (это горные породы, минералы, магма), то почва среди них занимает промежуточное положение, являясь по выражению академика В. И. Вернадского, биокосным телом природы.

Учение о факторах почвообразования является, по выражению В.В. Докучаева, краеугольным камнем почвоведения как науки. Докучаев показал, что почва есть самостоятельное особое тело природы, создающееся под влиянием факторов почвообразования – горных пород, климата, растительности, животного мира, рельефа местности и возраста страны. Тесная связь почвы со всеми компонентами природной среды сделало ее, по выражению Докучаева, «зеркалом ландшафта».

В современном почвоведении принято такое определение: почва – это обладающее плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени. К пяти перечисленным факторам почвообразования, позже были добавлены воды (почвенные и грунтовые) и хозяйственная деятельность человека. Таким образом, определение почвы можно выразить в виде формулы, показывающей функциональную зависимость почвы от почвообразующих факторов во времени: $P = f(ПП, РО, ЖО, ЭК, Р, В, ДЧ) \cdot \text{время}$, где P – почва, $ПП$ – почвообразующие породы, $РО$ – растительные организмы, $ЖО$ – животные организмы, $ЭК$ – элементы климата, $Р$ – рельеф, $В$ – воды, $ДЧ$ – деятельность человека.

Почвообразующие породы представляют собой субстрат, на котором происходит формирование почвы. Среди них имеются частицы, практически инертные к химическим процессам, но играющие важную роль в обра-

зовании физических свойств почвы. Другие составные части почвообразующих пород легко разрушаются и обогащают почву определенными химическими элементами. Таким образом, состав и строение почвообразующих пород оказывает чрезвычайно сильное влияние на процесс почвообразования.

Растения в процессе своей жизнедеятельности синтезируют органическое вещество и определенным образом распределяют его в почве в виде корневой массы, а после отмирания надземной части – в виде растительного опада. После разложения растительных остатков химические элементы остаются в почве, постепенно ее обогащая. Для процесса формирования почв не менее важное значение имеют микроорганизмы. Благодаря их деятельности происходит разложение остатков и синтез содержащихся в них элементов и соединения, поглощаемые растениями.

Высшие растения и микроорганизмы образуют определенные комплексы, под воздействием которых происходит образование различных типов почв. Например, под растительной формацией хвойных лесов никогда не сформируется чернозем, который образуется под воздействием лугово-степной травянистой формации. Важное значение для почвообразования имеют животные организмы. Почвенные землерои многократно перерывают почву, этим они способствуют ее перемешиванию, лучшей аэрации и быстрейшему развитию почвообразовательного процесса, а также обогащают органическую часть почвы продуктами своей жизнедеятельности. Аэрация почвы – это интенсивность газообмена между почвой и атмосферой, обеспечивающего поступление необходимого количества кислорода в корневую зону и удаления из неё избытка углекислоты.

Периодическое увлажнение и иссушение, замораживание и оттаивание вызывают растрескивание почв (особенно глинистых, склонных к набуханию) на агрегаты. Наиболее плодородными считаются почвы с размером агрегатов (комочков) от 1 до 10 мм. В них хорошая аэрация и много доступной растениям влаги. Структурные почвы имеют ряд преимуществ по сравнению с бесструктурными. Так, структурные почвы:

- меньше испаряют влаги и более продуктивно её используют;
- обладают большей водопроницаемостью и водоудерживающей способностью;

- создают более благоприятные условия для микробиологических процессов и превращения питательных веществ из недоступной формы в усвояемую;
- отличаются повышенной устойчивостью к эрозионным и дефляционным процессам;
- требуют меньше затрат труда и средств на механическую обработку;
- создают лучшие условия для прорастания семян, роста и развития возделываемых культур.

При анаэробных условиях образуются метан, сероводород, аммиак, альдегиды. При достаточном количестве кислорода (аэробные условия) значительное количество почвенных микроорганизмов принимает участие в разложении органического вещества. Конечные продукты этого разложения содержат углекислоту, воду, нитраты, сульфаты, фосфаты, соединения Ca, Mg, Fe и т.п.

1. 1. 2. Развитие почвоведения в России

В России в 1725 г. была открыта Академия наук. По определению академика В.И. Вернадского - М.В. Ломоносова следует считать не только первым русским почвоведом, но и первым почвоведом вообще. Именно в трудах Ломоносова с полной ясностью была показана роль растительности в превращении горных пород в почву, и развивался биологический взгляд на почву как на тело, возникающее в результате изменения горных пород растительностью.

Важной вехой в развитии почвенных исследований стало составление и издание в 1851 г. первой почвенной карты Европейской России под руководством В.С. Веселовского. Эти и многие другие исследования подготовили условия для создания науки о почве.

Наиболее используемыми и изученными были черноземы. По образному выражению В. И. Вернадского « В истории почвоведения чернозем . . . сыграл такую же выдающуюся роль, какую имела лягушка в истории физиологии, кальций в кристаллографии, бензол в органической химии». Развитие взглядов на природу черноземных почв претерпело сложную эволюцию. Академик П. Паллас в 1779 г. высказал предположение, что

чернозем представляет собой морской ил, оставшийся после регрессии Черного и Каспийского морей. В 40-х годах XIX века английский геолог П. Мурчисон, приглашенный Николаем I для геологического обследования России, предложил гипотезу о происхождении чернозема путем флювиогляциального переотложения черной юрской глины. В дальнейшем была выдвинута теория болотного происхождения чернозема. Несколько позже академик Ф. Рупрехт (1866 г) разработал теорию наземно-растительного происхождения черноземов.

Учение о почве как о самостоятельном естественно - историческом теле природы было создано в конце XIX столетия русским естествоиспытателем Василием Васильевичем Докучаевым (1846-1903). В.В. Докучаев написал монографию «Русский чернозем», после длинных и бурных дебатов блестяще защитил в Петербургском университете свою докторскую диссертацию доказав, что чернозем формируется в результате многих факторов почвообразования, и, совершив революцию в знаниях о почве, положил начало современному генетическому почвоведению. Это случилось 10 декабря 1883 года, и эта дата стала официальной датой рождения современного почвоведения. Он получил грамоту, где объявляли «торжественную и глубокую благодарность». Важным практическим делом стало для Докучаева создание русской почвоведческой школы и подготовка специалистов сельского хозяйства. Он разрабатывал методы борьбы с засухой. Поднимая сельское хозяйство на высокий уровень, он в целом увеличивал экономическое благосостояние России.

Работы Докучаева были переведены на разные языки. Особый успех работы Докучаева – за коллекции почв и почвенные карты, получившие золотые медали на Международных выставках в Чикаго в 1893 году, и в Париже в 1899 и 1900 годах. В.В. Докучаевым совместно с его учеником Н.М. Сибирцевым был разработан закон зонального и аazonального распределения почв. Докучаев разработал оригинальную методику почвенного картографирования, которая получила широкое применение и за рубежом.

Исследования степных почв, начатые В.В. Докучаевым, продолжил и углубил его ученик Г.Н. Высоцкий (1865-1940). Особенно важное значение среди его многочисленных трудов имели многолетние стационарные исследования почвенных процессов. Г.Н. Высоцкий создал учение о типах

водного режима почв. Характерной черт его исследований является их тесная связь с решением практических задач.

Одновременно с Докучаевым, жил и работал П.А. Костычев (1845-1895), который внес крупный вклад в изучение агрономических свойств почв, особенно черноземных. В целях ускорения восстановления структуры почвы Костычев рекомендовал переходить от кратковременной залежи к полевому травосеянию. Он доказал, что возделывание кормовых трав дает возможность поддерживать плодородие почвы и достигнуть большего постоянства урожаев.

В разрушении представления об извечности почвенных зон, в развитии докучаевского положения о вечной изменяемости почв во времени и пространстве, большой вклад внес П.С. Коссович (1862-1915). Он выдвинул правильное предположение, что отдельные почвы представляют лишь стадии в развитии почвенного процесса. В основу почвообразования им был положен процесс вымывания или элювиальный. Коссович стремился увязывать данные химического, физического и агрономического изучения почвы с принципами генетического почвоведения.

Еще более глубоко химические и физические свойства почвы изучал ученик Коссовича К.К. Гедройц (1872-1932). Он ввел в практику почвенных исследований химические и физико-химические анализы, без которых в настоящее время изучение почвы немыслимо. Его труд «Химический анализ почвы» до сих пор является одним из ведущих руководств в почвенно-химических лабораториях. Гедройц детально исследовал коллоидные явления в почве и разработал учение о поглотительной способности почв.

Блестящим представителем докучаевской школы почвоведения был К.Д. Глинка (1867-1927). Деятельность Глинки была чрезвычайно многообразной. Это – изучение минерального состава почв и почвообразующих пород, классические экспериментальные исследования по выветриванию минералов, изучение древних почв, почвенно-географические исследования. Его книга «Почвоведение» выдержала пять изданий в нашей стране и была переведена на иностранные языки.

Большой вклад в географию почв внес С.С. Неуструев (1874-1928), длительное время принимавший участие в экспедициях по изуче-

нию почв в различных районах России. Он автор первого специального курса по географии почв.

Оригинальное направление в почвоведении связано с именем Б. Б. Польшова (1877—1952). Он заложил основы современного учения о выветривании и развил учение В. В. Докучаева о взаимосвязанности факторов почвообразования, увязав его с достижениями геохимии. Опираясь на учение В. И. Вернадского о роли живого вещества на Земле, Б. Б. Польшов экспериментально показал ведущую роль живых организмов при почвообразовании. Б. Б. Польшов обогатил географию, создав учение химии ландшафтов, имеющее большое теоретическое и народно-хозяйственное значение.

Картографическая школа, которой по праву гордится российское почвоведение, в значительной мере связана с деятельностью Л.И. Прасолова (1875-1954). Произведенные под его руководством картографические работы и оценка земельных фондов по различным типам почв имели значение для сельского хозяйства и для дальнейшего развития географии почв. Обобщение почвенно-географических данных позволило Л. И. Прасолову обосновать представление о почвенных провинциях и других единицах почвенного районирования.

В.Р. Вильямс (1863-1939) показал, что на фоне промывания почвы и выноса из почвы химических элементов в грунтовые воды, развивается противоположный процесс – закрепление биологически важных элементов в растительном покрове и концентрация их в верхнем профиле почвы. Взгляды Вильямса в области теории почвообразовательных процессов (подзолистый, дерновый, болотный) оказали большое влияние на развитие представлений о генезисе почв.

В дальнейшем глубокие исследования в области химии почв позволили достичь значительных успехов в изучении почвенной микробиологии и органического вещества почвы. Крупные почвенные работы проведены в связи с полезащитным разведением. Для осуществления указанных работ были созданы научно-исследовательские институты по почвоведению, кафедры почвоведения в университетах, сельскохозяйственных и лесных институтах.

Из краткого исторического обзора следует, что наука о почвах как о самостоятельном природном образовании сформировалась в России. До-

кучаевские идеи оказали сильное влияние на развитие почвоведения в других странах. Многие русские термины вошли в международный научный лексикон: чернозем, подзол, глей (chernozem, podzol, gley) и др.

Выдающаяся деятельность отечественных почвоведов получила международное признание. Президентом Первого Международного конгресса почвоведов был избран русский почвовед К.Д. Глинка. Видные российские почвоведы избирались на ответственные должности в Международной почвоведческой организации и в институтах системы ООН. Но всякая истинная наука является мировым достоянием и обогащается творчеством всех народов.

1. 1. 3. Главные направления и разделы почвоведения. Глобальные функции почвы.

Как и всякая наука, почвоведение в своем развитии дифференцировалась на ряд разделов, объединенных в два блока: фундаментальный и прикладной. *Фундаментальное* или общее почвоведение, которое еще называют педологией (педон от греческого - почва) направлено на изучение всех особенностей почвы как природного тела. *Прикладное* или частное почвоведение состоит в изучении различных аспектов использования почвы человеком.

Первое направление в *фундаментальном* почвоведении связано с изучением вещественного состава, строения и свойств почвы. В этом направлении выделились: морфология, химия, физика, минералогия и биология почв. *Второе* важнейшее направление, которое условно можно назвать педографией служит изучению пространственного распространения и природного разнообразия почв на земной поверхности в связи с общей географией природной среды. В этом направлении обособились такие разделы почвоведения как география, систематика, экология почв, оценка почв и почвенная информатика. *Третье* направление- это историческое почвоведение, связанное с изучением генезиса, развития и эволюции почв. Свои особые подходы и методы здесь имеют генетика почв и палеопочвоведение. *Четвертое* направление можно определить как динамическое почвоведение, включающее исследования процессов почвообразования совре-

менных почвенных режимов. *Пятое* научное направление – это региональное почвоведение, связанное с изучением особенностей почв и почвенного покрова крупных регионов (природных или административных). Это направление имеет большую ценность, являясь основой рационального природопользования. *Шестое* направление – это история и методология науки как часть общего науковедения, получившее интенсивное развитие в последнее время в связи возросшей ролью науки в производственной деятельности человека.

В *прикладном* почвоведении выделяются:

Сельскохозяйственное или агропочвоведение – это наиболее обширная прикладная отрасль науки о почве. Она включает в себя: рациональную организацию территории, выбор экономически целесообразного севооборота, определение способов механической обработки, выбор путей повышения плодородия.

Мелиоративное почвоведение служит теоретической основой комплексной мелиорации почв инженерно-техническими, химическими, биологическими и агротехническими методами.

Лесное почвоведение вместе с лесоведением является научной основой повышения продуктивности лесов, создания продуктивных экологически и экономически целесообразных лесных искусственных насаждений.

Санитарное почвоведение также имеет большой круг задач в связи с проблемой обезвреживания различных промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов, с проблемой географии болезней растений, животных и человека, включая эндемические болезни.

Инженерное почвоведение смыкается по своим задачам и методам с инженерной геологией, рассматривая почву как основание для сооружений коммуникаций или как строительный материал.

Почва формирует особую геосферу – педосферу, или почвенный покров земли. Одновременно почва является элементом биосферы – области распространения жизни на Земле. Глобальные функции почвы многогранны и их несколько.

Первая и главная из них – это обеспечение существования жизни на Земле. Почву часто называют главным богатством любого государства в мире, поскольку на ней и в ней производится около 90 % продуктов питания человечества. Деградация почв сопровождается неурожаями и голо-

дом, приводит к бедности государств, а гибель почв может вызвать гибель всего человечества. Именно из почвы растения, а через них и животные и человек получают элементы минерального питания и воду для создания своей биомассы. Важно подчеркнуть диалектическое единство биосферных процессов: почва - это следствие жизни и одновременно условие ее существования.

Вторая важнейшая глобальная функция почвы – это обеспечение постоянного взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов веществ на земной поверхности. Подвергаясь выветриванию, из горных пород при взаимодействии перечисленных выше 7 компонентов формируется почва, в ней аккумулируются элементы питания живых организмов. Из почвы элементы частично выносятся атмосферными осадками в гидрографическую сеть, в зоны аккумуляции и в конечном итоге в Мировой океан, где дают начало образованию осадочных горных пород, которые в геологической истории могут либо опять выйти на поверхность, либо подвергнуться глубинному метаморфизму. Это и есть *большой геологический* круговорот веществ. Малый биологический происходит в значительно короткие сроки.

Третья глобальная функция почвы – регулирование химического состава атмосферы и гидросферы. Почва является главным регулятором состава атмосферы Земли. Это обусловлено деятельностью почвенных микроорганизмов, в огромных масштабах продуцирующих разнообразные газы – азот и его окислы, кислород, диоксид и оксид углерода, метан и другие углеводороды, сероводород, ряд других летучих соединений. Почвенное дыхание вместе с фотосинтезом и дыханием живых организмов играет определяющую роль в создании и поддержании состава приземного слоя атмосферного воздуха, а через него и атмосферы в целом. С другой стороны, именно почвенный покров определяет состав тех веществ, которые поступают в гидросферу на континентальной ветви глобального круговорота воды. Не случайно происходящий в настоящее время сдвиг в климатическом равновесии нашей планеты специалисты связывают с нарушением почвенного покрова.

Четвертая глобальная функция почвы – регулирование биосферных процессов, в частности плотности жизни на Земле. Распределение живых

организмов на суше и их плотность определяется географической неоднородностью почвы и ее плодородием наряду с климатическими факторами.

Пятая глобальная функция – это аккумуляция активного органического вещества и связанной с ним химической энергии на земной поверхности.

Почва по отношению к человеческому обществу имеет двойственную природу: с одной стороны, это физическая среда, жизненное пространство существования людей, а с другой стороны – это основа и средство производства.

Все крупные международные декларации и соглашения последнего времени по проблемам природопользования, а именно: «Всемирная стратегия охраны природы», «Всемирная почвенная хартия», «Основы мировой почвенной политики» подчеркивают значение почвы как всеобщего достояния человечества, рационально использовать и сохранять которое должны все живущие на Земле для современного и грядущего поколений.

1. 1. 4. Основные почвообразующие породы и история развитие почвенного покрова

Почвообразовательный процесс – это переход горной породы в новое качественное состояние – *почву* под влиянием факторов внешней среды. Вначале скальные горные породы результате выветривания переходят из массивного состояния в раздробленное. При этом породы приобретают рыхлость, пористость, водо- и воздухопроницаемость, влагоемкость. Почвообразовательный процесс начинается тогда, когда на горных породах поселяются высшие зеленые растения и микроорганизмы.

Корни растений пронизывают большие объемы пород и извлекают из них элементы зольного питания в необходимых для себя количествах. Листья растений поглощают из воздуха диоксид углерода, который, в процессе фотосинтеза соединяется с водой, образуя углеводы. После отмирания растений их органические остатки откладываются в верхних слоях земной поверхности и служат источниками питания и энергии для микроорганизмов.

Почвообразующие породы представляют собой минеральный субстрат, на котором происходит формирование почвы. С влиянием именно этого фактора связано многообразие почв. Свойства материнских пород передаются тем почвам, которые на них образовались. Почвы наследуют химический, минералогический и гранулометрический состав почвообразующих пород. Первое место по распространению занимают полевые шпаты, на долю которых по объему приходится 60 %. Из них наиболее распространены: ортоклазы, плагиоклазы.

Полевые шпаты обладают большой устойчивостью в отношении растворяющего действия воды и водных растворов слабых кислот и щелочей, они могут быть разрушены лишь в результате непосредственного воздействия живых организмов.

От состава почвы, величины почвенных частиц зависит ее плодородие. Глинистые и суглинистые почвы заключают в себе много различных материалов (полевой шпат, слюда и др.) В этих минералах содержатся различные вещества необходимые растению: сера, медь, магний, кальций, калий, фосфор, железо и др. Наиболее ценные по питанию являются мельчайшие коллоидные частицы, которые формируются в процессе выветривания. Содержащиеся в них питательные вещества легче растворяются водой.

Второе место по распространению занимают силикаты – 20 %. Они представлены ортосиликатами, солями ортокремниевой кислоты – это оливин, авгит.

Третье место занимает кварц 10 %- самый устойчивый минерал. Песчаные и супесчаные почвы содержат в себе в большом количестве минерал кварц, который не может обеспечить питание растений. Следует так же отметить, что помимо кварцевых, бывают пески из зерен полевого шпата, слюды, битого ракушечника и др. Такие пески содержат питательных веществ гораздо больше, чем кварцевые.

Четвертое и пятое место – по 3 % приходится на слюду и магнетит. Слюды – это соли водных алюмокремниевых кислот. Они менее устойчивы и легче разрушаются, чем полевые шпаты.

Способность почвы удерживать воду и поддерживать дыхание корней зависит от ее пористости, которая определяется минеральной основой почвы, состоящей из частиц различных размеров. Глина состоит из частиц ме-

нее 2 мкм, плотно слипающихся друг с другом, и поэтому глинистые почвы хорошо удерживают влагу и минеральные вещества, но препятствуют аэрации. Пески, состоящие обычно из частиц средним размером около 200 мкм плохо держат влагу и питательные вещества. Поэтому суглинки, содержащие примерно равные доли песка и глины, оказываются наилучшей минеральной основой почвы.

К почвообразующим породам относятся следующие виды образований. *Элювий* – отложения продуктов выветривания, оставшиеся на месте их образования. Это несортированная порода, состоящая из обломков и частиц различного размера. На элювии образуются щебнистые и каменистые почвы с низким плодородием. *Делювий* – мелкоземистый материал, переносимый в понижения водными потоками. На делювии формируются довольно плодородные почвы, т. к. в мелких частицах содержится много элементов питания. *Аллювий* – отложения в виде наилка в поймах рек, которые выпадают из водных потоков в половодье. Для аллювия характерны слоистость и сортированность. На нем формируются плодородные пойменные почвы. *Морские* отложения распространены на побережьях морей и в Прикаспийской низменности. Это слоистые сортированные породы, содержащие соли. На них образуются засоленные почвы.

В европейской части России широко распространены *ледниковые отложения*. На них сформировано большинство почв Нечерноземья. Происхождение ледниковых отложений связано с оледенениями четвертичного периода. В конце третичного периода североевропейский субтропический климат постепенно сменился ледниковым периодом. Центром оледенения были горы Скандинавского массива. После таяния ледника образовалась морена, флювиогляциальные пески и покровные суглинки. По химическому составу различают *морены алюмосиликатную* и *карбонатную*. Алюмосиликатная морена содержит валуны из гранита, и на ней формируются подзолистые завалуненные кислые почвы с низким плодородием. На карбонатной морене образуются плодородные дерново-карбонатные почвы с нейтральной или слабощелочной реакцией.

На флювиогляциальных песках формируются малоплодородные песчаные почвы. *Покровные суглинки* – это буро-желтые сортированные породы, сложенные пылеватыми суглинками однородного состава. Они откладывались на мелководных приледниковых территориях из медленно

текущих вод. На них сформировались подзолистые и дерново-подзолистые почвы сравнительно благоприятного физического и химического состава.

Лёсс – сортированная пористая карбонатная порода с однородным пылевато-суглинистым составом с преобладанием частиц размером 0, 01-0, 05 мм. Мощность лессовых отложений достигает 12 м. Лёссы – это самая лучшая по химическим и физическим свойствам почвообразующая порода, на которой сформировались черноземы. Недостатком лёссов является легкая размываемость водой, что следует учитывать при разработке противоэрозионных мероприятий. *Лёссовидные суглинки* занимают промежуточное положение по свойствам между лёссами и покровными суглинками. По физическим свойствам они похожи на лессы, но отличаются меньшим содержанием карбонатов и менее выраженной пористостью. На лёссовидных суглинках сформировались серые лесные почвы и черноземы.

Формирование почв началось в докембрии. На первых стадиях криптозооя некоторые участки суши представляли собой минеральный субстрат, поры которого были заполнены (полностью или частично) раствором, содержащим органические вещества, а на поверхности коллоидов были сорбированы органические соединения. В пользу сорбции органических молекул, которые могли образоваться от разрядов молний или при вулканических извержениях, свидетельствует матричное формирование гумуса на почвенных минералах и адсорбция (концентрация вещества из газовой фазы или раствора на поверхности твердого тела – адсорбента) микроорганизмов на почвенных частицах. Минеральный субстрат с сорбированным на нем органическим веществом можно вполне назвать предпочвой, т.е. не биокосным, а органо-минеральным косным телом, но уже обладающим рядом почвенных свойств, в т.ч. потенциальным плодородием.

Вначале протопочвы были заселены автотрофами- хемотрофами и гетеротрофами. Постепенно накапливались органические соединения, усиливались круговороты таких элементов как сера, железо, азот, углерод. Интенсифицировались процессы их восстановления и окисления. Возник малый биологический круговорот. С докембрия и до девон почвенный покров был представлен маломощным среднегумусированными дерновыми, луговыми и иловато-болотными дерново-подзолистыми почвами. Настоящие среднемощные почвы появились в девоне. Это были в основном гидроморфные: перегнойно-глеевые, луговые, торфяно-глеевые, засоленные

почвы. Аналогичные современные почвы распространены в поймах рек и ручьев, под ольшатниками, в ивняках, под вейником, папоротниками, хвощами. Они во много напоминают почвы девона. На девон приходится стадия интенсивной эволюции, когда от риннофитов отпочковались хвощевидные, плауновидные, папоротники, голосеменные.

В карбоне начинается расцвет насекомых, усиливаются процессы разложения органических остатков, интенсивнее идет гумификация. Но в целом преобладают те же почвы, что и в конце девона. В карбоне хвощи, папоротники, плауны достигают своего наибольшего развития. Они образовывали приморские и приозерные леса с торфяными, торфяно-перегнойными и иловато-торфяными почвами. В более дренированных условиях формировались грубогумусные почвы, напоминающие современные, формирующиеся под кустарничками и карликовыми березками. Под моховым покровом в этот период формируются торфяно- и торфянисто-подзолистые почвы. Под огромными лепидодендронами и папоротниками с мощной корневой системой образовались торфяно-глеевые и перегнойно-глеевые почвы. Появились и луговые почвы в современном понимании. В перми под голосеянными начали формироваться первичные дерновые и луговые почвы с грубогумусной подстилкой и горизонтом А1. Под беннетитовым классом растительности, широко распространенными в карбоне-мелу, возникли бурые и коричневые почвы. В поздней перми появились араукариевые и кипарисовые. Следовательно, бурые и коричневые почвы возникали на достаточно больших площадях.

В мезозое ведущая роль в формировании педосферы перешла к голосеменным. В раннем карбоне появились хвойные, а вместе с ними подзолистые, коричневые и бурые почвы получили достаточно широкое распространение. Вольциевые появились в позднем триасе и были широко распространены до позднего мела. На них формировались коричневые и дерново-карбонатные почвы. Именно в нижнем меле сформировался современный почвенный покров. В позднем триасе обособились сосновые и тисовые уже на подзолистых и бурых почвах. Собственно дерновые почвы появились в меловом периоде вместе с появлением покрытосеменных травянистых растений. В этот период появились черноземы, серые лесные, но как единичные, мало распространенные почвы. Расцвет черноземных и серых лесных почв наступил в четвертичном периоде.

Процессы почвообразования перемежались с процессами погребения почв и разрушения почвенного покрова. К последним следует отнести эрозию, дефляцию, затопление суши при трансгрессии моря, орогенезе. Следовательно, почвенный покров не только каждого периода, но каждого времени фактически формируется заново. Поэтому следует заключить, что современный почвенный покров – динамичное природное тело, развивающееся в пределах биосферы суши, постоянно гибнущее и возникающее вновь. Как показали анализы, среди былых почв – слои каменного угля, глинистые сланцы, некоторые известковые породы, глинистые и песчаные отложения, лессы. Поскольку многие отложения докембрия и палеозоя прошли стадию метаморфизма, одним из признаков почвообразовательного процесса может служить скопление биогенных элементов более высокого содержания, чем в остальной части породы.

Таким образом, новые почвы могут развиваться как из заново отложенных геологических пород, так и из предыдущих почв, накладывая свои процессы на старый почвенный профиль.

Контрольные вопросы

1. *Определение науки «Почвоведение». История развития науки о почве.*
2. *Необходимость возникновения науки.*
3. *Развитие почвоведения в России.*
4. *Мнение В. И. Вернадского о роли Ломоносова и чернозема в истории почвоведения.*
5. *Развитие взглядов на формирование чернозема.*
6. *Основоположник русского почвоведения.*
7. *Развитие почвоведения в трудах Н. М. Сибирцева, П. А. Костычева, В. Р. Вильямса.*
8. *Понятия: земля и почва.*
9. *Основные научные направления в фундаментальном или общем почвоведении.*
10. *Основные научные направления в прикладном или частном почвоведении*
11. *Глобальные функции почвы.*
12. *Суть почвообразовательного процесс.*
13. *Процентное соотношение материнских пород.*
14. *Почвообразующие породы: элювий, делювий, аллювий.*
15. *Почвообразующие породы: морские, ледниковые, покровные суглинки, лёсс, лессовидные суглинки.*
16. *История формирования почв.*

1. 2. Биологические факторы почвообразования

1. 2. 1. Роль высших растений в почвообразовании

Почвообразование на Земле началось только после появления жизни. Любая горная порода, как бы глубоко разложена и выветрена она не была, еще не будет почвой. Только длительное взаимодействие материнских пород с растительным и животным миром создает специфические качества, отличающие почву от горных пород.

Значение животных и растительных организмов в почвообразовании определяется массой и геохимической работой, которую они выполняют. Выделяют 3 группы почвенных биологических процессов:

- деятельность высших растений, обуславливающих круговорот химических элементов в системе почвы – растения и синтез органического вещества почвы;
- деятельность почвенных животных, разрушающих и преобразующих мертвое органическое вещество и определяющее физические и химические свойства почвы;
- деятельность почвенных микроорганизмов, осуществляющих глубокое преобразование органического и частично минерального вещества почвы.

1. Для оценки динамики органического вещества в системе *растение-почва* применяются следующие показатели. Биологическая масса (*биомасса*) – общее количество живого органического вещества растительных сообществ. Важное значение имеет соотношение органического вещества в надземной и подземной составляющей. Так, например, масса корней трав в почвах степей может быть равна или даже больше надземной массы трав.

Мертвое органическое вещество – это количество органического вещества, содержащегося в отмерших частях растений, а также в накопившихся на почве продуктах опада (лесная подстилка, степной войлок, торфяной горизонт). *Годовой прирост* – масса органического вещества, нарастающая в подземных и надземных частях растений за год.

Опад – количество ежегодно отмирающего органического вещества на единицу площади (обычно в центрах на га), но для научных целей определяется в граммах на определенную площадь.

Следует отметить, что большая часть биомассы лесов сконцентрирована над землей, органическое вещество корней составляет около 20% от всего количества органического вещества. В травянистых сообществах степей, а также в тундровой растительности, наоборот, основная часть биомассы заключена в почве. Корни тундровой растительности составляют 70-83%, степной - 68-85, пустынной - более 80% биомассы (табл.1). Чрезвычайно большое значение имеет годовой прирост. Можно было бы ожидать, что наибольший прирост дают растительные сообщества с наибольшей биомассой - леса. Действительно максимальный прирост приходится на растительность постоянно влажных тропических лесов (325 ц/га), однако прирост лесов умеренного и особенно бореального климата значительно меньше. Весьма велик прирост растительности луговых степей (137 ц/га, или более 50% их биомассы). Наименьшим приростом отличаются пустыни (10 ц/га) и тундра (10—25 ц/га).

Высшие растения являются концентраторами *зольных элементов и азота*. Основные химические элементы всех органических веществ – углерод, кислород, водород составляют около 90 % массы сухого вещества растений.

Таблица 1

Биологический круговорот веществ (по Родину и Базилевич)

Растительные сообщества	Органическое вещество, т/га			
	общая биомасса	биомасса корней	ежегодный прирост	ежегодный опад
Арктические тундры	5	3,5	1,0	1,0
Сосняки южной тайги	280	63,5	6,1	4,7
Ельники южной тайги	330	73,5	8,5	5,5
Сфагновые болота лесные	37	4,0	3,4	2,5
Березняки	220	50,5	12,0	7,0
Дубравы	400	96,0	9,0	6,5
Луговые степи	25	17,0	13,7	13,7
Сухие степи	10	8,5	4,2	4,2
Пустыни полукустарниковые	4,3	3,8	1,2	1,2
Субтропические лиственные леса	410	82,0	24,5	21,0

Эти элементы растения получают из атмосферы и воды. В составе растений имеются азот, фосфор, калий, кальций, натрий, магний, хлор, сера и многие другие, т. е. почти все известные химические элементы. Они не являются случайными примесями и загрязнениями, а имеют определенное физиологическое значение. В отличие от углерода, кислорода, водорода и азота, большая часть химических элементов, содержащихся в растениях, при сжигании остается в золе, и поэтому называются *зольными* элементами. Зола, или остаток, получаемый после удаления органических веществ из фитомассы, содержит целый ряд нелетучих оксидов так называемых зольных элементов (калий, кальций, железо, магний, хлор, сера). Зольные элементы извлекаются растениями из почвы и входят в состав органического вещества. При этом значительная часть зольных элементов переходит в формы, доступные для усвоения растениями, и вновь входит в состав нарастающего органического вещества, а часть задерживается в почве или удаляется с фильтрующими водами. В результате происходит закономерная миграция зольных химических элементов в системе почва – растительность – почва, называется *биологическим круговоротом*.

Количество химических элементов в биомассе растительности *необязательно* пропорционально их ежегодному возврату с опадом в почву. Больше всего азота и зольных элементов поступает с опадом тропических лесов (около 1500 кг на га.). Второе место занимают степи. В луговых степях в почву поступает с опадом азота в 3 раза больше, чем в широколиственных, и в 4 раза больше, чем в хвойных лесах.

В процессе длительной эволюции у различных групп растений выработалась способность поглощать определенные химические элементы, поэтому химический состав золы различных растений имеет существенные различия. Так, например, в золе злаков обнаружено повышенное содержание кремния, в золе зонтичных и бобовых – калия, в золе лебедовых – натрия и хлора. Неодинаковый химический состав золы растений обуславливает различия в составе зольных элементов опада основных растительных сообществ. Зольные элементы в опаде тундровой растительности находятся в меньшем количестве, чем азот, а в золе преобладает кальций и калий. В опаде таежной растительности содержание азота уступает зольным, а именно кальцию, калию и кремнию.

Как ни важно для почвообразования перераспределение химических элементов в системе биологического круговорота, не меньшую роль растительность играет в регулировании почвенного стока, противодействии эрозии почв. Совершенно особый фактор почвообразования – время. Так как природные условия с течением времени не остаются постоянными, то происходит эволюция почв во времени. Следует отметить, что сложившиеся в настоящее время границы распространения растительных сообществ еще в недавнее геологическое время были другими, а в более отдаленные эпохи состав растительности был совершенно иным. Следовательно, образование современных или близких к ним типов почв можно представить лишь с момента возникновения современных растительных группировок. Это дает основание предполагать относительную молодость почвенного покрова большей части суши земного шара.

1. 2. 2. Участие животных в почвообразовании

Появление живых организмов на Земле повлекло за собой глубокое изменение состава наружных оболочек планеты. Основной функцией *почвенных животных* является измельчение и преобразование органического вещества. Этот процесс осуществляется благодаря сложившимся системам пищевых цепей, Количество зоомассы на Земле значительно меньше количества фитомассы и составляет несколько миллиардов тонн. Ч. Дарвин установил, что в условиях Англии на каждом гектаре черви ежегодно пропускают через свой организм 20-26 т почвы, и, считая, что почва – это продукт деятельности животных, рекомендовал именовать ее животным слоем.

Все почвенные животные делятся на три группы: *геобионты* – постоянные обитатели почв (дождевые черви, многоножки, ногохвостки);

геофилы – живущие в почве лишь на протяжении части жизненного цикла (личинки хрущей и шелкоунов); - *геоксены* – временно укрывающиеся в почве (вредная черепашка, некоторые насекомые).

Размеры почвенных животных также варьируют широко. По размеру особей представителей почвенной фауны делят на следующие группы *Микрофауна* - менее 0,2 мм, это простейшие, нематоды, ризоподы, эхино-

кокки, обитающие во влажной среде внутри агрегатов. *Мезофауна* - от 0,2 до 4 мм, самая многочисленная часть почвенных животных, состоящая из видов: микроартроподы, мельчайшие насекомые, некоторые мириаподы и черви, обитающие во внутриагрегатных и межагрегатных влажных порах. Размеры *макрофауны* – от 4 до 80 мм, Это земляные черви, моллюски, мириаподы, насекомые (муравьи, термиты и др.). Насекомые и их личинки исчисляются тысячами экземпляров на 1 м². *Мегафауна*- это животные размером более 80 мм - крупные насекомые, крабы, скорпионы, кроты, змеи, черепахи, мелкие и крупные грызуны, лисы, барсуки и другие животные, роющие в почвах ходы и норы. составляют менее 1% суммарной зоомассы в силу малочисленности. В частности, в почвах южной части дальневосточной России обитает 808 различных видов беспозвоночных животных. Основными их представителями являются: кольчатые черви – олигохеты, наземные брюхоногие моллюски, многоножки сапрофитовые (диплоподы) и хищные (литобииды, геофилиды), пауки, кожистокрылые уховертки, насекомые (личинки мух и жуков).

Самые мелкие животные организмы выделяют в особую группу - *нанофауну*. Нанофауну образуют одноклеточные простейшие, живущие в почвенной воде. Геохимический эффект физиологической деятельности организмов обратно пропорционален размерам, и наиболее значимой оказывается деятельность прокариотов - бактерий и цианобактерий. Средняя плотность главных групп почвенных животных приведена в табл. 2.

Таблица 2

Средняя плотность на 1 м² главных групп почвенных животных (по Графу, Шефферу, Ульриху, 1968)

Биотон	Насекомые и личинки	Дождевые черви	Энхетреиды	Ногохвостки	Клещи	Нематоды
Лес	3000	78	3500	40000	80000	6000000
Луг	4500	97	10000	20000	40000	5000000
Пашня	1000	41	2000	10000	10000	4500000

Простейшие – это микроскопические одноклеточные организмы, к которым относятся жгутиковые, амёбы, корненожки и инфузории. Они питаются бактериями, водорослями и более мелкими видами простейших.

Большинство простейших живут в поверхностном 15-сантиметровом слое в аэробных условиях и участвуют в разложении органического вещества. К примеру, численность инфузорий огромнейшая. Этот класс одноклеточных животных объединяет свыше 3000 видов. По форме они очень многообразны: удлинённые, грушевидные, туфелькообразные, комковидные, кувшинообразные, листовидные, колокольчиковидные и т.д. При неблагоприятных условиях все инфузории округляются, покрываются защитной оболочкой и превращаются в покоящиеся формы-цисты. Свою жизненную способность они могут сохранять очень долго, до нескольких лет. Инфузории называют геоидробионтами, поскольку эти маленькие существа построить жилище не могут, а их домом являются разнообразные формы почвенной воды. В различных почвах оптимальное содержание влажности, необходимое для функционирования инфузорий, резко колеблется. Так, в песчаных почвах они более активны при влажности 18 %, в глинистых – от 35 до 40 %. На Дальнем Востоке в осенний период у увеличением влажности численность инфузорий превышает 1500 экз/га.

В водном почвенном доме живет существо, которое не имеет определенной формы. При передвижении оно постоянно меняется и становится то круглым, то лапковидным (по краям появляются разнообразные выступы). Эти обитатели называются амебами, что значит «бесформенные». Как и все живые существа, амеба дышит. Но легких у нее нет. Этот маленький живой комочек поглощает кислород всем телом. Также амеба и питается - водоросль сразу же попадает в ее объятья.

Беспозвоночные животные (дождевые черви, членистоногие: клещи, ногохвостки и др.) принимают активное участие в почвообразовании. Дождевые черви улучшают физические свойства почвы: проделывают многочисленные ходы, повышают пористость, аэрацию и водопроницаемость почвы, снижают кислотность. Продукты их жизнедеятельности (копролиты) увеличивают содержание гумуса и емкость поглощения почвы. Даже если червей не очень много (50-150 особей на 1 м²), то и в этом случае они ежегодно выносят на поверхность из нижних горизонтов, обогащенных различными компонентами, 10-30 т почвы с каждого гектара земли.

Черви ведут работу не только в почвах естественного сложения, но и так называемых «запечатанных» - под бетонными, асфальтовыми и дру-

гими покрытиями. Когда почва находится в таком изолированном виде, на ее поверхность не поступает необходимого количества органического вещества в виде опада. В связи с этим земные обитатели вынуждены изощряться, чтобы добыть себе пищу. Для этого они затаскивают в свои подземные лабиринты листочки и веточки через зазоры и трещины, существующие в покрытиях. Если поверхность листа шире самой щели, через которую его необходимо втянуть в норку, то червь втаскивает лист черешком вниз. Часто, особенно по утрам, можно наблюдать, как по трещинам строго вертикально, словно приклеенные, стоят опавшие листья. Почвенные частички – это мельчайшие, раздробленные минералы и кусочки пород, которые, попадая в кишечник червя, подвергаются своего рода особому разрушению – «пищеварительному выветриванию». При этом образуются растворимые формы элементов, необходимые для роста и развития растений. Таковыми являются калий, магний, кальций, фосфор. Все компоненты, вышедшие из кишечника червя, обогащены аммиаком. Слизь, которую выделяют черви своей поверхностью, также обогащена аммиаком. В результате взаимодействия этих выделений с окружающей почвой реакция среды приближается к оптимальной для развития корневой системы растений - слабокислой или нейтральной

Насекомые (жуки, муравьи) разрыхляют почву, улучшают физические свойства, участвуют в переработке растительных остатков и обогащают почву гумусом.

Позвоночные животные (кроты, суслики, мыши) проделывают в земле различные ходы, смешивают растительные остатки с породой и почвой. Растительность, переработанная в пищеварительных органах животных, попадая в почву, превращается в гумус.

Прекрасных землекопов, населяющих почву, огромное множество, однако равных кроту нет. Кроты, непрерывно работая под землей, практически никогда не покидая ее, с одной стороны, осуществляют поиск пищи, а с другой – рыхлят почву. Излюбленное лакомство крота – дождевые черви, однако главное- это то, что он уничтожает медведок и личинок майского жука.

Было подсчитано, что на небольшой площади один крот сумел проделать 150 м всевозможных тоннелей и при этом соорудил под землей вентиляционную и дренажную системы с рабочей поверхностью 28,5 м². На

200 га общая длина кротовых тоннелей достигла 87 км, а масса выкопанной земли составила 24 т. Сурки могут выносить с каждого квадратного километра 300, а суслики до 30 тыс. м³ земли.

В тайниках кротовых тоннелей, в заброшенных ходах, припасаются не только растительные остатки, но и живые дождевые черви. Кроме апартаментов общего пользования, т.е. спален и детских комнат, у роющих животных есть и специальные комнаты – кладовые. Обычно они у червей повреждают первые сегменты тела, где расположены нервные центры, отвечающие за упорядоченное движение. Став своего рода инвалидами, черви лишаются возможности передвигаться. Таким образом, лакомый провиант сохраняется в виде «живых» консервов. Польские исследователи насчитывали в такой кротовой кладовке до 1200 дождевых червей общей массой более 2 кг. Поскольку такое количество кроту за зиму употребить невозможно, уцелевшие черви весной сами регенерируют передний конец и расползаются, выполняя роль «великих пахарей».

Млекопитающие не обладают искусством постройки своих жилищ. Однако в рытье подземных ходов они превосходят всех позвоночных, как по длине своих туннелей, так и по тщательности внутренней их отделки. Бобр является с одной стороны замечательным копателем, с другой стороны – мудрым строителем. Подземный вход жилища скрыт под водой и находится так глубоко, насколько необходимо, чтобы он не оказался выше поверхности воды, а также в зимнюю стужу лед не смог заковать входа. Само жилище напоминает снежные иглу эскимосов. Высота дома со сводом достигает без малого 1 м в высоту и около 2 м в ширину. Это обусловлено постоянным укреплением его ветвями.

Ондатра строит жилье по принципу ряда соединенных тоннелей длиной 10-15 м, простирающихся в разных направлениях и поднимающихся кверху и достигающих 1,-1,5 м в высоту.

Экологические группы почвенных животных выделяются не только своими размерами, но и *по типам питания*. Среди животных выделяют следующие трофические группы.

Фитофаги питаются тканями корней живых растений, нанося ущерб сельскому и лесному хозяйству. Например, личинка майского хруща подгрызает корни молодых сеянцев сосны. Свекловичная нематода внедряется в корни сахарной свеклы до образования корнеплода и вызывает значи-

тельные потери урожая. Вирусы, поражающие бактерии, называют бактериофагами. Вирусы, паразитирующие в клетках бактерий называют фагами (бактериофагами). Особенность вирусов в том, что размножаться они могут только в живых клетках

Зоофаги поедают других животных, являются хищниками или паразитами. Некрофаги используют в пищу трупы животных, выступая в роли санитаров в природных экосистемах. Сапрофаги – наиболее многочисленная и важная по значимости группа почвенных животных. Они перерабатывают мертвые остатки растений, опад как на поверхности почвы в подстилке, так и в зоне корневых систем. К ним относятся черви, многоножки, мокрицы, личинки насекомых. Эта экологическая группировка представляет собой наибольший интерес для изучения роли животных в преобразовании органических веществ в почве.

1. 2. 3. Участие микроорганизмов в почвообразовании

В почве и на ее поверхности находится огромное количество *микроорганизмов*: бактерий, грибов, актиномицетов, водорослей и лишайников. Оптимальная температура для микроорганизмов составляет 20-25⁰ С. Бактерии лучше всего развиваются в нейтральной или слабощелочной среде, грибы – в кислой. Следует учесть, что среди них есть и болезнетворные организмы, вызывающие заболевания сельскохозяйственных животных и человека. Клетки бактерий имеют размеры от 0,2 до 10 мкм. Для бактерий характерен высокий темп размножения: деление происходит каждые 20-30 минут. Огромное количество бактерий содержится в любом гниющем субстрате. В навозе бактерий по массе могут составлять треть сухого вещества. Сапрофитные бактерии играют в природе не только положительную роль, обеспечивая минерализацию органических соединений в общем круговороте веществ в природе, но и отрицательную – вызывая гниение продуктов. Гниение – это разложение азотсодержащих веществ с выделением аммиака. В результате земля очищается от трупов животных, обеспечивая плодородие почв.

Бактерии – наиболее распространенные в почве микроорганизмы размером в несколько микрометров (микрометр – мкм – одна тысячная

миллиметра). По форме различают шаровидные (кокки), цилиндрические и извитые, а также переходные между ними. Цилиндрические бактерии, образующие внутри клетки споры, называются бациллами; не образующие спор – собственно бактериями. Среди извитых бактерий различают вибрионы, спириллы и спирохеты. Есть более сложные формы бактерий – нитчатые, миксобактерии. О скорости размножения говорят следующие цифры: в течение 12 часов из 1 бактерии появится уже 17 млн. бактерий.

Среди химических элементов, из которых синтезируется вещество клетки, прежде всего необходимы углерод и азот, содержание которых в белках составляет соответственно около 50 и 20%. Автотрофные бактерии по способу добывания энергии делятся на *фотосинтезирующие* и *хемосинтезирующие*. К фотосинтезирующим относятся цветные, зеленые, пурпурные бактерии. Для превращения углерода в органические соединения своего тела они используют фотосинтез.

К хемосинтезирующим относятся нитрифицирующие бактерии, серобактерии и железобактерии. Нитрифицирующие бактерии окисляют аммиачные соли до нитратов. Определенные группы бактерий обладают способностью поглощать молекулярный азот воздуха. Этот процесс называется *фиксацией азота*. Азот составляет большую часть атмосферы. Над каждым квадратным километром почвы в воздухе находится около 80 тыс. т. азота, которого часто не хватает в почве. Нехватка азота в почве сдерживает развитие растительности, ограничивает возможности использования почвы. Значение азотфиксирующих бактерий велико, т. к. благодаря их деятельности для всей остальной массы живых организмов становится доступным атмосферный азот.

Серобактерии окисляют сероводород и серу до серной кислоты, соединяющейся с основаниями с образованием сульфатов, которые затем потребляют растения. *Железобактерии* превращают закисные соединения железа в оксиды. Этот процесс протекает на заболоченных почвах.

Гетеротрофные бактерии поглощают необходимый углерод из органических соединений, разлагая сложные соединения на простые. Благодаря их деятельности осуществляется процесс разложения большого количества мертвого органического вещества, ежегодно поступающего в почву и образования гумуса. Только после длительных биохимических превращений азот приобретает форму, доступную для растений.

Грибы – это гетеротрофные, не содержащие хлорофилла, микроорганизмы, питающиеся остатками растений и животных, имеющие черт сходства как с растениями, так и с животными. К грибам относится более 100 000 видов разнообразного строения и образа жизни организмов. Содержание грибов в зональных типах почв возрастает с юга на север. Грибы можно считать всеядными. Большая часть грибов состоит из ветвящихся нитей или гифов, образующих тело гриба, т. е. *мицелий*. Наиболее распространены *плесневые* грибы. Грибы разрушают клетчатку и лигнин, участвуют в разложении белков. При этом образуются органические кислоты, увеличивающие почвенную кислотность и влияющие на преобразование минералов. Мицелий грибов часто развивается на корнях и даже в клетках высших зеленых растений. Такой симбиоз высших растений с грибами называется *микоризой*, и она выполняет функцию всасывающего аппарата. Уничтожая и минерализуя остатки отмерших растений и животных, грибы, наряду с бактериями, выполняют большую санитарную работу по очищению среды.

Азот они усваивают из минеральных и органических соединений. Углерод грибы потребляют из крахмала, клетчатки, лигнина. Им необходимы также минеральные вещества (фосфор, калий, магний, сера, железо, марганец и т. д.). У некоторых древесных пород – дуб, береза, осина, сосна, окончания корней окутаны грибной микоризой. *Актиномицеты* или лучистые грибы, близкая к бактериям группа организмов, широко распространены в почве, воде. В 1 грамме почвы их число может достигать 35 млн. Они разлагают клетчатку, лигнин и активно участвуют в образовании гумуса, синтезируют антибиотики. Содержание актиномицетов в почве увеличивается с севера на юг.

Понятие *почвенные водоросли* включает две экологические группировки: наземные и собственно почвенные водоросли, микроскопические формы, обитающие на поверхности и в почвенной толще. Водоросли – это низшие автотрофные фотосинтезирующие растения и живущие преимущественно в воде. Насчитывается около 40 000 видов этих растений. В их клетках содержится хлорофилл, с помощью которого происходит фотосинтез. Различают зеленые водоросли, живущие в холодном климате, и сине-зеленые, живущие в теплом климате. Одно из основных условий существования водорослей – наличие света. Водоросли участвуют в процессе

выветривании и в первичном почвообразовательном процессе. Максимальное их количество отмечается во влажные сезоны. На рисовых полях они насыщают воду кислородом, без которого растения риса не развиваются. Количество водорослей в разных типах почв значительно изменяется (табл. 3).

Таблица 3

Количество водорослей в некоторых почвах

Почвы	Число клеток, тысяч на 1 г почвы			
	Сине-зеленых	зеленых	диатомовых	всего
Подзолистые	0-2	3-25	2-7,5	5-30
Дерново-подзолистые	2-24	10-128	10-76	12-220
Черноземы	5-50	10-85	8-35	25-120
Темно-каштановые	660-2000	6-35	86-116	800-2160
Бурые сухостепные	43	37	15	96

Лишайники не относятся к почвенным микроорганизмам. Они представляют собой сложное симбиотическое образование гриба и водоросли, по некоторым данным тройной симбиоз: гриба, водоросли и азотфиксирующих бактерий. Гриб обеспечивает водоросль водой и минеральными элементами питания, а водоросли синтезируют углеводы, которые потребляет гриб. Лишайники поселяются как на органическом веществе, так и на горных породах. К настоящему времени описано 26 тыс. видов лишайников, сгруппированных в 400 родов, предполагается, что их в два раза больше. Названия лишайникам даются по их грибному компоненту. Лишайники образуют сложные органические кислоты, воздействующие на почвенный субстрат. Наиболее важна пионерная роль лишайников в заселении голых субстратов. Разрушая их, они участвуют в первичном почвообразовании, прокладывая путь высшим растениям.

Наиболее важной стороной геохимической деятельности живых организмов является перераспределение газов. Основная масса диоксида углерода на суше образуется в результате микробиологических процессов в почве. Разрушая органические остатки, гетеротрофные микроорганизмы выделяют CO₂. Различные почвенные грибы в зависимости от скорости роста продуцируют от 200 до 2000 см³ в сутки CO₂ на 1 г их сухой массы. У бактерий весьма энергично дыхание, которые в пересчете на живую массу, дышат в 200 раз интенсивнее человека. Имеющиеся данные свидетель-

ствуют о том, что наибольшее количество диоксида углерода выделяется почвами лесостепных ландшафтов (табл. 4).

Таблица 4

Продуцирование CO₂ при разложении растительных остатков в почве разных ландшафтов

Ландшафты	CO ₂ , кг/га в час	CO ₂ , т/га в год
Тундра	1,5	1,4-1,5
Лес бореального климата	3,3	7,0-8,0
Лесостепь	4,5	15,0
Степь	2,0	7,0
Пустыня	0,7	1,5-2,0

Интенсивность дыхания почвы уменьшается как по направлению к югу (в связи с усилением засушливости), так и к северу, из-за недостатка теплоты, переувлажнения и меньшего количества микроорганизмов.

Контрольные вопросы

- 1. Роль высших растений в почвообразовании*
- 2. Зольные элементы*
- 3. Участие животных в почвообразовании: простейшие, беспозвоночные и позвоночные животные*
- 4. Деление почвенных животных по типам питания*
- 5. Участие животных в почвообразовании: функции и размерность: нано -, микро, - мезо и макрофауна*
- 6. Участие микроорганизмов в почвообразовании: бактерии*
- 7. Участие микроорганизмов в почвообразовании: грибы, водоросли и лишайники*

1. 3. Органическая часть почвы

Все живые организмы накапливают относительно литосферы углерод, водород, кислород и азот. Велика роль живого вещества и в концентрации других элементов, хотя концентраторами являются не все живые организмы, а лишь некоторые виды и роды. Так, сине-зеленые водоросли концентрируют железо, марганец, медь, кобальт, никель, титан, ванадий и хром. Многочисленные группы сухопутных и морских животных с известковым

скелетом концентрируют кальций (моллюски, кораллы, устрицы, фораминиферы). После их смерти скелеты образуют известковые осадки – толщи озерных или морских известняков. Губки, радиолярии, диатомовые водоросли и другие концентраторы кремния образуют огромные скопления кремнезема в озерах и морях (трепел, диатомиты и другие породы). Известны организмы, обогащенные стронцием (радиолярии акантарии), йодом (морские водоросли), ванадием (асцидии), натрием (травы солянки). Некоторые организмы накапливают железо и марганец. В целом установлена концентрация организмами всех биогенных элементов. Учитывая способность живого вещества накапливать определенные элементы, А.П. Виноградов и Д.П. Малюга в 40-х и 50-х годах XX столетия разработали биогеохимические методы поисков рудных месторождений.

Почва состоит из минеральных и органических веществ. Основная масса почвы представлена минеральными веществами почвообразующих пород, преобразованных в результате процессов выветривания и почвообразования. Органическая часть почвы составляет лишь несколько процентов всей массы почвы, но она играет исключительно важную роль в формировании плодородия и питания растений.

Первичным и основным источником органических веществ, из которых образуется гумус, являются отмершие части растений. Меньшее значение имеют остатки животных. Количество и химический состав органических веществ, поступающих в почву, зависят от типа растительности. Под травянистой растительностью гумус образуется в основном из мелких корней. В лесных почвах основным источником гумуса является лесная подстилка из опавших листьев, хвои, веток и других отмирающих частей древесных растений. Корни деревьев живут долго, поэтому доля их участия в образовании гумуса невелика.

Различают следующие формы подстилки:

1. почти не разложившиеся или слабо разложившиеся остатки преимущественно растительного происхождения. Их скопления образуют лесные подстилки, торфяные горизонты, степной войлок. Это грубый гумус, в иностранной литературе он называется *мор*;

2. остатки в стадии глубокого преобразования. В них можно наблюдать разрушение одресневевших (лигнифицированных) частей. Цвет

остатков от бурого до черного. Подобная форма органического вещества получила название «*модер*».

Поступающие в почву органические вещества под воздействием почвенной микрофлоры подвергаются процессам минерализации и гумификации. Минерализация - это окисление органического вещества до конечных продуктов разложения – углекислого газа, воды, простых минеральных солей. Гумификация- совокупность биохимических и физико-химических процессов превращения органических остатков в специфические гумусовые вещества – гумус.

Гумус- это специфическое темноокрашенное высокомолекулярное органическое вещество кислотной природы. Процесс гумусообразования происходит под воздействием гетеротрофных микроорганизмов. Гумус – это сложный органоминеральный комплекс, состоящий из гуматов, фульватов и негидролизующихся соединений. Гумус образуется только в почвах. Нет почв без гумуса, так же как гумус не встречается вне почв. В условиях биосферы гумусовый горизонт мощностью 25 см, с содержанием гумуса в 4%, образуется за 1500 лет. А через 100 лет использования почв человеком в пашне - они теряют до 50% накопленного природой гумуса.

В *состав гумуса* входят две группы соединений: 1) органические вещества индивидуальной природы и 2) специфические органические вещества – гумусовые. К органическим веществам индивидуальной природы относятся белки, аминокислоты, углеводы, воды, жиры, воски, дубильные вещества. На их долю в почвенном гумусе приходится не более 15 %. Специфические органические вещества – гумусовые – составляют 80-90 % всей массы почвенного гумуса. В состав гумусовых веществ входят гуминовые кислоты, фульвокислоты, гумин. Резкой границы между ними нет, они связаны между собой постепенными переходами.

Углеводы составляют 50 % и более от массы растений и основную часть органических веществ. Они служат энергетическим веществом в питании микроорганизмов. Среди углеводов выделяют моносахариды (глюкоза, фруктоза), дисахариды (сахароза), растворимые в воде, и полисахариды – высокомолекулярные соединения, не растворимые в воде. К полисахаридам относятся крахмал и клетчатка (целлюлоза). В растениях основное количество углеводов представлено целлюлозой и гемицеллюлозами

(«геми» означает «полу»). Разрушение углеводов происходит на начальных стадиях гумификации под влиянием целлюлозных бактерий.

Белковые вещества – сложные азотистые соединения, в состав которых входят фосфор, сера и многие другие химические элементы. Белки по составу делятся на простые, состоящие только из аминокислот, и сложные, состоящие из протеинов. Белки входят в состав протоплазмы и ядра клеток, в значительном количестве содержатся в травах (около 10 %), в древесине их содержание резко уменьшается, доходя до 1 % и менее. *Лигнин* – сложное органическое вещество ароматического ряда, пропитывающие клеточные оболочки растений при их одревеснении. Его больше (до 30 %) в древесной растительности, меньше – в травянистой (10-20 %). Лигнин является наиболее устойчивой к разложению частью растительных остатков; он разрушается под влиянием грибной микрофлоры. *Дубильные вещества*, воски, смолы относятся к весьма устойчивым соединениям. Они подавляют жизнедеятельность бактерий и разлагаются только под воздействием грибной микрофлоры.

По отношению к различным растворителям выделяют следующие компоненты гумуса: фульвокислоты, гуминовые кислоты и гумин.

Фульвокислоты (ФК) – это желтоокрашенные (от лат. Fuluus - желтый) - высокомолекулярные азотсодержащие соединения ароматического ряда. Фульвокислоты могут образовывать комплексные соединения с трехвалентными металлами, особенно железом. Большая часть этих соединений (фульваты калия, натрия, кальция и магния) хорошо растворяется в воде или в слабых растворах кислот, и легко вымывается почвенными водами. ФК обладают сильноокислой реакцией, энергично разрушают минеральную часть почвы, вызывая развитие подзолообразовательного процесса. Содержание в фульвокислотах углерода 46-61, азота 4, 3-6, 0%

Гуминовые кислоты (ГК), не растворимые в воде, в минеральных и органических кислотах, но хорошо растворяются в едком натре, аммиаке и соде. Цвет от бурого до черного. Для состава кислот характерно повышенное содержание углерода и азота по сравнению с фульвокислотами. ГК составляют наиболее ценную часть гумуса. Они увеличивают поглощательную способность почвы, способствуют накоплению элементов почвенного плодородия и образованию водопроочной структуры. Гумин - инертная часть почвенного гумуса, находящаяся в прочных связях с мине-

ральной частью почвы, особенно с глинистыми минералами, которая не растворяется ни в одном растворителе. Почвенный гумус, будучи наиболее важным результатом почвенного образования, представляет собой один из наиболее мощных концентраторов солнечной энергии. Суммарные запасы энергии, связанные в почвенном гумусе всей суши, превышают запасы энергии, накопленные надземной частью растительности.

Впервые положение о закономерном изменении количества гумуса в зональных типах почв в зависимости от географических условий было сформулировано В.В. Докучаевым в его работе «Русский чернозем». Содержание гумуса (табл. 5) увеличивается от таежных подзолистых почв (2-3 %) на юг к дерново-подзолистым серым и лесным (4-6 %) и далее к черноземам.

Таблица 5

Среднее содержание и состав гумуса почв, %

Почвы	Гумус	Относительное содержание углерода	
		Гуминовые кислоты	Фульвокислоты
Подзолистые	2,5-4,0	12-30	25-30
Серые лесные	4,0-6,0	25-30	25-27
Черноземы	7,0-10,0	35-40	15-20
Каштановые	1,5-4,0	25-35	20-25
Бурые сухостепные	1,0-1,2	15-18	20-23
Сероземы светлые	0,8-,0	17-23	25-33
Красноземы	4,0-6,0	15-20	22-28

Потом также закономерно уменьшается до 2-4 % в каштановых почвах сухих степей и до 1-2 в почвах пустынь.

Гумусовые вещества играют важную роль в почвообразовании. В гумусе аккумулированы азот и элементы зольной пищи растений. Он в значительной степени определяет поглотительную способность почв, оказывает воздействие на формирование структуры верхних горизонтов почвы и на ее физические свойства.

Контрольные вопросы

1. Первичный источник органического вещества и его формы.
2. Понятия: минерализация, гумификация
3. Состав гумуса

1. 4. Морфология почв и почвенные процессы

1. 4. 1. Фазовый состав почв

Почва – это многофазное природное тело, которое представлено следующими физическими фазами: твердая, жидкая, газовая и живое вещество почвенных организмов.

Твердая фаза почвы – это ее основа, образующая твердый каркас почвенного тела. Она состоит из остаточных минералов или обломков горной породы и органических веществ - растительных остатков. На поверхности твердых почвенных частиц сосредоточены основные запасы питательных веществ, прежде всего - гумус, микроорганизмы. Свойства почвы, ее богатство и плодородие в значительной мере зависят от состава почвы и величины частиц. Твердые частицы в естественном залегании заполняют не весь объем почвенной массы, а лишь некоторую ее часть. Другую часть составляют поры – промежутки различного размера и формы между частицами и их агрегатами. Суммарный объем пор называется пористостью почв. От пористости зависят водные свойства почвы (водопроницаемость, влагоемкость) и ее плотность. Твердая фаза почвы характеризуется гранулометрическим, минералогическим и химическим составом, а так же сложением, структурой, порозностью. При механическом анализе почвы в ней различают следующие по крупности частицы. Частицы мельче 0,01 мм называют физической глиной, частицы от 0,01 до 1 мм - физическим песком, и частицы мельче 0,0001 мм - коллоидальными частицами.

2. *Жидкая фаза* почвы – это вода в почве, почвенный раствор, заполняющий поровое пространство почвы. Почвенные поры могут составлять от 25 до 70 % общего объема почвы. Во всякой почве содержится вода. Различно только ее содержание. Вода в почву попадает с дождем, снегом, градом, и росой. Иногда она проникает в ее поверхностные слои снизу, поднимаясь вверх по капиллярам. Вода, с растворенными в ней органическими веществами, солями, воздухом и содержащимися микроорганизмами называется почвенным раствором.

В различных почвах, различно и содержание почвенного раствора. Один богат солями (солончаковые почвы), другой органическими веществами (торфяники), третий бедный и тем и другим (пески). Передвигаясь

в почве, раствор оmyвает почвенные частички, таким образом, он забирает из твердых частиц различные вещества, но в то же время и теряет часть. Таким образом, происходит постоянная смена состава почвенного раствора и самой почвы

Содержание и свойства почвенного раствора зависят от водно-физических свойств почвы и от ее состояния в данный момент. В районах с низкими зимними температурами в холодный сезон жидкая фаза почвы переходит в твердое состояние, при повышении температуры часть почвенной воды может испариться, перейдя в газовую фазу. Жидкая фаза – это «кровь» почвенного тела, служащая основным фактором дифференциации почвенного профиля, т. к. главным образом путем передвижения воды в вертикальном и горизонтальном направлении происходит перемещение почвенных растворов, микроорганизмов. Почвенные растворы служат непосредственным источником питания растений. Человек всегда стремился своими разнообразными воздействиями в процессе сельскохозяйственного производства сделать его состав оптимальным для получения наиболее высокой продуктивности агроценозов. Орошение и осушение почв наряду с созданием благоприятного водного режима позволяет разбавить сильно концентрированные растворы, понизить концентрацию соединений железа и других элементов, токсичных для растений.

Для питания растений большое значение имеет осмотическое давление почвенного раствора. Осмотическое давление – это движение молекул из области более высоких концентраций в область более низких концентраций. При повышении осмотического давления почвенного раствора нарушается нормальное развитие сельскохозяйственных культур. У пшеницы, например, наблюдается задержка кущения, но ускоряются колосшение, цветение и созревание, уменьшается урожайность, но увеличивается содержание белка в зерне.

3. *Газовая фаза* почвы или почвенный воздух – это смесь газообразных веществ, заполняющая в почве поры, свободные от воды, состав которой существенно отличается от атмосферного и очень динамичен во времени. Количество воздуха зависит от минерального состава почв. Процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным называется *газообменом* или *аэрацией*. Растворенный почвенный воздух – это газы, растворенные в почвенной воде. Растворимость газов в почвенной воде возрастает с по-

вышением их концентрации в свободном почвенном воздухе, а также с понижением температуры почвы.

В сухой почве воздуха больше, во влажной – меньше, поскольку вода и воздух в почве являются антагонистами, взаимно замещая друг друга в общем объеме почвенной порозности. Изменение состава почвенного воздуха происходит, главным образом, вследствие процессов жизнедеятельности микроорганизмов, дыхания корней растений и почвенной фауны. Почвенные грибы образуют разнообразные летучие соединения органической природы и определяют специфический запах земли. К макрогазам почвенного воздуха относится азот, кислород, диоксид углерода.

В незначительных количествах в почвенном воздухе присутствуют такие компоненты, как NO_2 , NO_3 , CO_3 , различные углеводороды – этилен, ацетилен, метан, а также сероводород, аммиак, эфиры и др. Болота часто выделяют самовозгорающиеся и психотропные газы. Обязательно отмечается присутствие инертных газов, в том числе и радиоактивных. Источником последних является распад радионуклидов минеральной части почвы. Естественная радиоактивность почвенного воздуха намного выше атмосферного.

Между атмосферой и почвой происходит постоянный газообмен, в процессе диффузии которого в почву проникает кислород и удаляется из нее углекислый газ и некоторые другие газы. Лучше аэрируются верхние слои почв, а также рыхлые, крупнопористые, с хорошей структурой и не переувлажненные почвы. При плохой аэрации, особенно в избыточно увлажненных почвах, содержание кислорода может понизиться до нескольких процентов или даже до десятых долей процента. Недостаток кислорода в почвенном воздухе нарушает нормальную жизнедеятельность корневых систем и растений в целом, а при очень малом содержании или отсутствии его (например, в случае затопления корнеобитаемого слоя почв) может привести к гибели активных корней и растений. Кроме того, недостаток кислорода в почве тормозит процессы разложения органического вещества. При этом в почве могут накапливаться токсичные продукты анаэробного разложения органических веществ, вредные для растений закисные соединения, а так же токсичные продукты жизнедеятельности самих корней растений.

Достаточное содержание *кислорода* в почве обеспечивает необходимый уровень микробиологической деятельности, дыхание корней растений

и почвенных животных, которые являются основными потребителями кислорода. И лишь небольшая его часть расходуется на чисто химические процессы окисления с выделением углекислого газа и воды. Основная масса кислорода в почве расходуется в процессе аэробного дыхания. Дефицит кислорода угнетает развитие корневых волосков, вызывает массовую гибель всходов растений, провоцирует развитие болезнетворных организмов, вызывающих корневую гниль. Концентрация кислорода в почвенном воздухе различных почв в различные сезоны года колеблется от десятых долей процента до 21 %. Растворенный кислород поддерживает окислительные свойства почвенного раствора. Оптимальные условия для растений создаются при содержании кислорода в почвенном воздухе в пределах около 20 %.

Азот из почвы поступает через корни растений. Он необходим для роста растений, образования белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла. При недостатке азота в почве растения желтеют, отстают в росте. Прямых определений содержания молекулярного азота в почвенном воздухе крайне недостаточно, но исследования динамики содержания молекулярного азота важны для изучения процессов азотфиксации, нитрификации.

Растворенные почвенные газы проявляют высокую активность. С насыщением почвенного раствора *углекислым газом* повышается растворимость карбонатов, гипса. Доказано, что **диоксид углерода атмосферы на 90 % имеет почвенное** происхождение. Биологическое значение этого газа многосторонне. С одной стороны, он обеспечивает ассимиляционный процесс растений (искусственное повышение концентрации CO_2 в теплицах вызывает увеличение скорости фотосинтеза и дает 50-100 % пророст урожая). Высокое содержание углекислого газа оказывает отрицательное влияние на семена, корни, урожайность растений.

Важность роли почв как источника органического вещества, поступающего в реки и далее в моря, отмечал В.И. Вернадский, указывая на то огромное значение, которое имеет в жизни и химических реакциях океана почвенный покров суши, и подчеркивал, что почва и морская вода химически и генетически тесно связаны. табл.6)

4. *Живая фаза* почвы – это населяющие её организмы, непосредственно участвующие в процессе почвообразования. К ним относятся такие микроорганизмы, бактерии, грибы, водоросли, представители почвен-

ной микро - и мезофауны, а именно простейшие, насекомые, черви, и, конечно же, корневые системы.

Таблица 6

Содержание $C_{орг}$ на Земле (по: Кобак, Кондрашова, 1986)

Резервуар	Содержание $C_{орг} \cdot 10^{12}$ кг
Атмосфера	720
Океан	2000
Почва	2100
Наземная биосфера (кроме почвы)	700
Ископаемое топливо	4130
В том числе:	
Уголь	3510
Нефть	230
Газ	140
Другие виды топлива	250

1. 4. 2. Морфологическое строение почвы. Типы строения почвенного профиля

Почва представляет собой иерархически построенную природную систему, состоящую из морфологических элементов разного уровня. *Морфологические элементы* почвы – это ее генетические горизонты, структурные отдельности, новообразования, поры. *Морфологические признаки* почвы, отличающие морфологические элементы один от другого, - это форма элементов, характер их границ, окраска при определенной влажности, механический состав, плотность, твердость.

Всякая почва представляет собой систему последовательно сменяющих друг друга генетических горизонтов – т. е. слоев, обладающих внешними признаками, которые дают возможность их выделения и морфологического описания. Вертикальная последовательность генетических горизонтов в пределах почвенного индивидуума называется *почвенным профилем*. Строение почвенного профиля специфично для каждого типа почв и

служит его основной диагностической характеристикой. В разных почвах присутствует определенное количество генетических горизонтов, и в определенном сочетании. Большое количество почвенных профилей (11300 серий), сформировавшихся в биосфере, и большое их разнообразие аналогично, и сравнимо с биоразнообразием живого вещества.

Генетические почвенные горизонты - это формирующиеся в процессе почвообразования однородные, обычно параллельные земной поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам, составу и свойствам. Следуя традиции, заложенной в трудах В.В. Докучаева, почвенные горизонты обозначаются индексами – буквами латинского алфавита А, В, С, D. Внутри каждого горизонта выделяют подгоризонты, которые обозначаются арабскими цифрами (A_1 ; B_2). Переходные горизонты, обладающие свойствами как вышележащего, так и нижележащего, при постоянной смене одним другим обозначаются смешанными символами, например, АВ, ВС.

Наиболее типичное строение профиль почвы получает при процессах подзолообразования в таежной зоне. Типичный профиль лесной почвы таежной зоны имеет следующие генетические горизонты.

A_0 – горизонт накопления растительных остатков, чаще всего лесного опада, или степного войлока, находящихся в разных стадиях разложения, небольшой мощности (1-2 см). Обычно органическое вещество превышает содержание минеральных веществ. Этот горизонт окрашен перегноем в темные тона, его часто называют грубым гумусом или лесной подстилкой.

A_1 – перегнойно-подзолистый или гумусово-аккумулятивный горизонт, в котором параллельно с накоплением происходит разрушение минеральной части почвы и вынос продуктов разрушения фильтрующимися водами вниз. В составе горизонта преобладают минеральные соединения, горизонт окрашен гумусом в темно-серые тона. Интенсивность цвета зависит от содержания гумуса, а оттенок – от состава гумусовых веществ. Часть гумусово-аккумулятивного горизонта, подвергающегося вспашке, обозначают как пахотный горизонт: A_a .

A_2 – элювиальный или оподзоленный горизонт, характеризующийся разрушением минеральной части почвы и выносом продуктов разрушения. Остаточное накопление кремнекислоты придает горизонту белесоватый цвет. В нем встречаются мелкие железомарганцевые конкреции.

В – это минеральный внутрипочвенный горизонт, лежащий в средней части профиля. Его называют горизонтом вымывания или иллювиальным. В нем содержатся вещества, вымываемые из верхних горизонтов. Характерно вымывание и накопление окислов железа и алюминия. Горизонт окрашен в зависимости от характера почвообразующих пород и окраски вымытых веществ. Обычно это бурые и коричневые тона для суглинистых и глинистых наносов, и ржавые и желтые для песчаных и супесчаных. Горизонт В хорошо оструктурен, более уплотнен и утяжелен из-за накопления глины, оксидов железа и алюминия и др. веществ. Это горизонт, переходный к почвообразующей породе, в нем постепенно ослабевают почвообразовательные процессы.

С – материнская горная порода, горизонт, лежащий под любым из описанных выше почвенных горизонтов, сходный с ними литологически и не имеющий их признаков.

В условиях интенсивного разложения опада растительности постоянный горизонт грубого гумуса A_0 может отсутствовать и при этом обычно хорошо развивается горизонт A_1 . Это характерно для зоны смешанных лесов и лесной зоны. Процессы заболачивания могут приводить к усиленному развитию органогенного горизонта A_0 , который переходит в торфяной, иногда настолько мощный, что захватывает весь профиль почвы. Основные морфологические отличия торфяных горизонтов определяются цветом и степенью разложения торфа. Этот горизонт обозначают буквами Ат. Вместе с тем, в минеральной части профиля почвы при заболачивании начинает формироваться особый генетический горизонт – глеевый, обозначаемый буквой g.

Процессы оглеения минеральной части почвы происходят при заполнении ее пор водой и заключается в том, что соединения окисного железа Fe_2O_3 переходят в соединения закисного железа FeO . Следствием этих процессов становится изменение цвета минеральных горизонтов. Цвет закисного железа характерен присутствием синих тонов, а цвет окисных соединений железа может давать тона желтые, бурые, красные, коричневые.

Типы строения почвенного профиля объединяют простое и сложное. *Простое строение* профиля включает в себя следующих 5 типов:

-*примитивный* профиль с маломощным горизонтом А либо АС, лежащим непосредственно на материнской породе;

-*неполно развитый*, имеющий полный набор всех горизонтов, характерного для данного типа почвы, но с малой мощностью каждого горизонта;

- *нормальный* профиль, имеющий полный набор всех генетических горизонтов, характерных для данного типа почвы с типичной мощностью;

- *слабо дифференцированный* профиль, в котором генетические горизонты выделяются с трудом и очень постепенно сменяют друг друга;

- *нарушенный* (эродированный) профиль, в котором часть верхних горизонтов уничтожена эрозией.

Сложное строение почвенного профиля также характеризуется 5 типами.

- *реликтовый*, в котором присутствуют погребенные горизонты или погребенные профили палеопочв;

- *многочленный* формируется в случае литологических смен в пределах почвенной толщи;

- *полициклический* образуется в условиях периодического отложения почвообразующего материала, например, речной аллювий - вулканический пепел - эоловый нанос;

-*нарушенный* или перевернутый профиль, с перемещенными на поверхность нижележащих горизонтов, в результате антропогенной деятельности или природной, например, при ветровалах в лесу;

- *мозаичный*, в котором генетические горизонты образуют не горизонтальные слои, а пятнистые, сменяя друг друга на небольшом протяжении.

Граница перехода между горизонтами в профиле может быть ровной, волнистой, карманной, затечной, размытой, пильчатой. По степени выраженности, четкости границ, переход между горизонтами может быть резким, ясным, заметным или постепенным.

1. 4. 3. Подзолистый и дерновый процессы

В наиболее чистом виде подзолистый процесс протекает под пологом хвойного леса с бедной травянистой растительностью или без нее. Отмирающие части древесной и мохово-лишайниковой растительности содер-

жат мало кальция и азота, и много таких труднорастворимых соединений как лигнин, воски, смолы и дубильные вещества. Преобладание грибной микрофлоры способствует интенсивному образованию кислот, а именно – фульвокислот, и низкомолекулярных органических кислот - муравьиной, уксусной, лимонной. В результате промывного водного режима и действия кислых соединений из верхних горизонтов лесной почвы в первую очередь удаляются все легкорастворимые вещества, а затем более устойчивые соединения первичных и вторичных минералов. Все подзолистые почвы промыты от растворимых солей и карбонатов. Для них характерно повышенное содержание подвижного железа, алюминия и марганца, часто в количествах, токсичных для сельскохозяйственных растений. Специфическая черта подзолистых почв – крайняя бедность гумусом.

Процесс оподзоливания - это разрушение и вынос из верхних горизонтов почвы глинистых частиц, окислов железа и алюминия, щелочей, и приводящий к снижению плодородия этих горизонтов и накоплению в них кварца. Основным условием для проявления оподзоливания является: влажный климат, обуславливающий промывной режим, при котором происходит вынос подвижных продуктов почвообразования, и лесная растительность, приводящая к образованию кислых органических веществ, способствующих разложению минеральной части почвы.

В результате подзолистого процесса под лесной подстилкой формируется подзолистый горизонт, обладающий следующими основными признаками: вследствие выноса железа и марганца и накопления остаточного кремнезема цвет горизонта из красно-бурого или желто-бурого становится светло-серым или белесым, горизонт обеднен элементами питания, илистыми частицами, имеет кислую реакцию. Часть веществ, вынесенных из лесной подстилки и подзолистого горизонта, оседает в горизонте вымывания или иллювиальном горизонте и обогащает его. Иллювиальный горизонт отличается повышенной плотностью и наименьшей пористостью. Другая часть вымываемых веществ достигает почвенно-грунтовых вод, и, перемещаясь вместе с ними, выходит за пределы почвенного профиля. Подзолистые почвы содержат мало гумуса от 1 до 4 %, который сосредоточен в небольшом слое почвы.

Подзолисто-болотные почвы формируются на переувлажненных участках в северной подзоне тайги. Основным признаком деления подзо-

листо-болотных почв на подтипы является степень развития болотного процесса, который находит свое выражение в формировании торфяного или глеевого горизонта. Они имеют маломощный торфянистый горизонт, подзолистый горизонт с признаками оглеения с максимальным содержанием железа и кислой реакцией среды. Глеевый горизонт – это часть почвенного профиля, характеризующаяся сизой или сизо-ржавой окраской, бесструктурностью, низкой порозностью и содержащий окисное железо. Обычно он имеет тяжелый механический состав и труднодоступен для использования питательных веществ растениями. Использование болотных почв в сельском хозяйстве может идти в двух направлениях: как источник органических удобрений и как объект для освоения и превращения их в культурные угодья. К тому же многолетняя мерзлота и отрицательные температуры почвы большую часть года способствуют формированию мерзлотно-таежных почв.

Классификация типа подзолистых почв предусматривает их разделение на подтипы на подзолистые почвы и глее-подзолистые почвы. Последние сохраняют признаки подзолистых, но характеризуются отчетливо выраженным оглеением верхней части профиля и образованием торфяной подстилки. Глее-подзолистые почвы большей частью приурочены к северной тайге.

Почвообразовательный процесс, протекающий под воздействием травянистой растительности, приводящий к формированию почв с хорошо развитым гумусовым горизонтом, называется дерновым процессом. Дерновые почвы таежно-лесной зоны образуются под чистыми ассоциациями луговой и травянистой растительностью на любых породах. Термин «дерновые почвы» введен в научную литературу В.В. Докучаевым, а теория дернового процесса разрабатывалась В.Р. Вильямсом, И.В. Тюриным и др.

Наиболее существенная особенность дерновых почв – хорошо выраженный гумусовый горизонт комковато-зернистой структуры с высоким содержанием гумуса – от 3 до 15 %, отсутствие или слабая выраженность оподзоливания, близкая к нейтральной реакция, повышенный валовой запас азота и зольных элементов питания растений. Дерновые почвы встречаются на юге Дальнего Востока. Среди дерновых почв тайги встречаются следующие типы: дерново-карбонатные, дерново-литогенные и дерново-глеевые почвы.

Дерново-карбонатные развиваются на породах, содержащих CaCO_3 . Тип дерново-карбонатных почв представляют подтипы:

Дерново-карбонатные типичные почвы формируются на маломощном элювии известковых пород, имеющих небольшую мощность (30 см) и содержащие карбонаты с поверхности почвы;

Дерново-карбонатные выщелоченные почвы развиваются на мощном элювии карбонатных пород, имеют хорошо выраженный гумусовый профиль со слабокислой реакцией среды, выщелоченной от карбонатов;

Дерново-карбонатные оподзоленные почвы характеризуются признаками оподзоленности. Это проявляется морфологически в присутствии кремнеземистой присыпки по структурным отдельностям почвы, а также в начальных стадиях элювиально-иллювиальной дифференциации массы в гумусовом профиле;

Дерновые литогенные почвы формируются на породах, содержащих много силикатных форм кальция и магния, на элювии пород, богатых железом. Лучшими среди этого типа являются дерновые насыщенные. При достаточной мощности они близки к дерново-карбонатным выщелоченным почвам. Дерново-глеевые почвы развиваются при участии сильноминерализованных, богатых кальцием (жестких) грунтовых вод. Эти почвы сохраняют признаки дерновых почв, они характеризуются отчетливо выраженным оглеением и образованием оторфованной подстилки и перегнойного горизонта. Почвы отличаются высоким содержанием гумуса – до 15 %, нейтральной или слабокислой реакцией.

Влияние рельефа проявляется в перемещении частиц почв и почвообразующих пород под действием силы тяжести, и чаще всего при помощи текучих вод. В результате поверхностного стока талых или дождевых вод верхние горизонты почвы размываются, и почвенная масса переносится или намывается в отрицательных формах рельефа. Мощность почвы верхних горизонтов на склонах уменьшается в 2-3 раза по сравнению с почвами пониженных участков. Равнинный рельеф с незначительными понижениями будет благоприятствовать перемещению наиболее тонких частиц, поэтому в почвах плато или синклинальных частях содержится больше глинистых частиц, чем на склоновых почвах.

Существуют следующие соотношения между крутизной склонов и эродированностью почв:

- пологие склоны - до 5° . Характерен сплошной почвенный покров.
- покатые склоны $6-20^{\circ}$, отличаются признаками смыва почвенного покрова, уменьшением его мощности и обнажениями горных пород;
- крутые склоны $21-45^{\circ}$ сопровождаются энергичной денудацией почв, в результате чего почвенный покров становится прерывистым и обогащенный грубообломочным материалом, частыми обнажениями ;
- обрывистые склоны, т. е. склоны круче 45° , характеризуются почти полным удалением продуктов почвообразования. Почвенный покров встречается отдельными площадями.

Определенное влияние на интенсивность эрозии оказывает экспозиция склонов, а именно, наиболее эродированы склоны южной и восточной экспозиций, почти в два раза менее эродированы склоны северной и западной экспозиции. Границы между почвенными зонами и подзонами на южных и северных склонах проходят на разной высоте

Перераспределение выпавших осадков определяется мезо- и микро- рельефом. Поскольку выпавшие осадки стекают вниз по склону, то почвы пониженных участков более увлажнены, иногда переувлажнены. Расположенные в одном ландшафте, часто отделенные друг от друга десятками метров, почвы пониженных участков и положительных форм рельефа будут значительно отличаться водно-воздушным режимом, величиной рН, содержанием химических элементов. Почвы, формирующиеся в пониженных участках и обогащенные химическими элементами из вышележащих почв, называются *гидроморфными*. Почвы, формирующиеся в условиях хорошего дренажа (осушения, или снижения увлажнения) называются *автоморфными*.

В. В. Докучаевым было заложено учение о вертикальной зональности почв в горах, которое заключается в аналогии между сменой вертикальных и горизонтальных почвенных зон, если двигаться от подошвы горы к ее вершине. Последующее изучение вертикальной зональности почв показало, что в горных областях имеется большее разнообразие биоклиматических условий и генетических типов почв, чем на равнинах. Например, в горах может отсутствовать зона тундр, ее заменяет зона горных лугов или холодных влажных лугов с альпийскими горно-луговыми почвами, т. е. почвами, которые на равнинах не встречаются. Большое влияние на характер горных почв оказывает химический состав горных пород. В горах Си-

бири, на горных породах, богатых кальцием формируются горно-таежные карбонатные почвы, на породах, состоящих из кварца и полевых шпатов, развиваются горные таежно-мерзлотные почвы.

Контрольные вопросы

1. Твердая и живая фазы почв
2. Газовая фаза почв
3. Почвенные макрогазы
4. Жидкая фаза почвы
5. Морфологическое строение почвы
6. Подзолистый и дерновый процессы.
7. Типы строения почвенного профиля

1. 5. Классификация, номенклатура и диагностика почв

1. 5. 1. Номенклатура почв

Классификацией почв называется объединение почв в группы по их важнейшим свойствам, происхождению и особенностям плодородия. Основной таксономической единицей современной классификации почв является генетический почвенный тип, установленный В.В. Докучаевым. К одному генетическому типу относятся почвы, развивающиеся в однотипных биологических, климатических и гидрологических условиях на определенной группе почвообразующих пород. Характерные черты почвенного типа определяются: однотипностью поступления органического вещества, их превращения и разложения; однотипным характером миграции и аккумуляции веществ; однотипным строением почвенного профиля.

Номенклатура почв – это наименование почв в соответствии с их свойствами. Основной единицей классификации почв является *тип* почв. К одному типу относятся почвы:

- По сходным процессам превращения и миграции веществ;
- Со сходным характером теплового режима;
- С однотипным строением почвенного профиля;
- Со сходным уровнем природного плодородия.

В генетическую номенклатуру типов были положены народные названия, исходящих из окраски верхних горизонтов: чернозем, краснозем, серые лесные почвы. Позднее к ним добавились желтоземы, каштановые почвы и т. д. Часть почвенных типов была названа исходя из особенностей

верхних горизонтов: солончак, торфяно-глеевая, перегнойно-карбонатная. Эти названия употребляются во всех международных классификациях.

Поскольку окраска верхних почвенных горизонтов у различных генетических почв в ряде случаев была одинаковой, возникла необходимость добавить уточняющие названия - экологические и ботанические. Так появились термины: бурые лесные почвы в отличие от бурых полупустынных, серые лесные для отличия от серозема. Для некоторых типов почв экологическое название стало основным – болотные, луговые, тундровые, арктические.

Следующий иерархический уровень – *подтип почв*, который выделяют в пределах типа почвы. Подтипы представляют собой группы почв, различающихся между собой по проявлению основного и сопутствующего процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами. При введении в систематику почв подтипов используют термины, характеризующие:

- или относительные различия в тепловом режиме внутри типа, например – теплые, умеренно-теплые, холодные, глубокопромерзающие;

- или различия в гидротермическом режиме, например – мучнисто-карбонатные;

- или указывающие на дополнительные процессы, например, чернозем оподзоленный, чернозем выщелоченный,

- или на изменение окраски – светло-серые, темно-каштановые.

Для выделения *родов* используются термины, определяющие характерные свойства почвы, например – солончаковые, осолоделые, или указывающие на реликтовые признаки, оставшиеся от предшествующей фазы почвообразования - остаточно-луговые, остаточно-подзолистые.

Номенклатура видов почв складывается из количественных характеристик свойств почв и выраженности почвенных процессов. Для наименования видов генетические термины, указывающие на степень развития этого процесса. Используются 3 категории терминов: 1. говорящие о содержании- мало-, средне- и много, например, многогумусные; 2. указывающие на мощность горизонтов – маломощные, среднемощные сверхмощные; 3. характеризующие выраженность явлений – слабо-, средне-, сильно-, например, слабоподзолистые.

Для номенклатуры *разновидностей* почв используют название механического состава. Для номенклатуры *разрядов* используют термины, характеризующие литологию или генезис почвообразующих пород.

Итак, полное название почвы начинается с наименования типа, далее идут подтип, род, вид, разновидность, разряд. Например: чернозем – тип; обыкновенный - подтип, солонцеватый - род, среднегумусный среднемошный - видовые термины, тяжелосуглинистый – разновидность, на лессовом тяжелом суглинке - разряд. Если почва формируется на двучленной породе, то указываются обе ее составляющих: на тяжелом лессовидном суглинке, подстилаемом валунным суглинком или среднезернистым песком. Примерное описание почв приведено ниже.

ТИП..... ЧЕРНОЗЕМ

ПОДТИП

Тепловые

Гидротермические

Дополнительные ОБЫКНОВЕННЫЙ

РОД

Характерные свойства..... СОЛОНЦЕВАТЫЙ

Реликтовые признаки

ВИД

Количественные характеристики: СРЕДНЕГУМУСНЫЕ, СРЕДНЕМОШНЫЕ

Содержание

мощность горизонтов

выраженность явлений

РАЗНОВИДНОСТЬ

Название мехсостава..... Тяжелосуглинистые

РАЗРЯД Литология или генезис почвообразующих пород: На лессовом тяжелом суглинке.

1. 5. 2. Главные закономерности и особенности распределения и формирования почв

В почвенном покрове суши выделяются широтно-климатические пояса, обусловленные, главным образом, термическими особенностями кли-

мата. Описания закономерностей в распределении почвы были проведены Н.М. Сибирцевым (1895 г) под названием закона зонального распределения почв. В дальнейшем это положение В.В. Докучаев распространил на горные страны, для которых он показал закономерную смену растительности и почв от подножия к вершинам. В последующем Докучаев расширил эти наблюдения, сформулировав общий закон зональности природы. Почвенные зоны и типы почв выделяются следующим образом: *арктическая, тундровая* зона, где идет развитие зонального болотного процесса и отмечается присутствие подзолистых почв; *таежная* зона - это развитие подзолистого процесса и значительное присутствие болотных почв; *лесостепная* зона - развитие серых лесных почв и присутствие подзолистых и черноземных почв; *степная* - черноземные почвы, наличие солонцов и солодей; *зона сухих степей и полупустынь* - каштановые и бурые почвы, значительное присутствие солонцов и солончаков; *зона пустынных почв сероземов, присутствие солончаков и песчаных пустынь*

Зона *арктических* почв включает крайне северные острова Ледовитого океана (Земля Франца-Иосифа, Северная Земля, острова Де Лонга, север Новосибирских островов) и северную оконечность полуострова Таймыр. В арктической зоне на рыхлых породах под растительностью формируются арктические дерновые (гумусные почвы) с маломощным гумусовым горизонтом при отсутствии горизонта А₀. На влажных участках, в понижениях рельефа формируются болотные переувлажненные почвы. Для почвообразования в арктической зоне характерно: широкое развитие мерзлотных явлений, небольшое поступление органических остатков (до 6 центнеров на гектар), криогенное накопление железа в верхних горизонтах, близкая к нейтральной реакция.

Мерзлотно-таежные почвы распространены к востоку от Енисея в Восточно-Сибирской мерзлотно-таежной области. Встречается в Канаде на границе с тундрой. Она формируется под светлохвойными (лиственничными) лесами. Почвы характеризуются холодным профилем и в течение 7-8 месяцев в году имеют отрицательную температуру. Низкие температуры в вегетационный период затрудняют поглощение питательных веществ растениями. Если мерзлота представлена плотным льдистым слоем, то она может привести к переувлажнению и оглеению почвенных горизонтов. Зона отличается низким плодородием.

Зона *тундровых почв* расположена к югу от арктической зоны, простирается от северо-западной окраины Кольского полуострова до Берингового пролива и граничит на юге с таежно-лесной зоной. По особенностям природных условий тундра разделяется на арктическую, типичную и южную. Зональным типом почв в тундровой зоне являются:

- тундровые глеевые почвы, которые формируются на автоморфных позициях на суглинках и глинах под травяно-моховыми, кустарничково-травяно-лишайниково-моховыми группировками и в лесотундре;

-тундровые глеевые оподзоленные почвы распространены в кустарничковой тундре и лесотундре;

-тундровые иллювиально-гумусовые почвы (подбуры) формируются на сухих повышенных участках с почвообразующими породами легкого гранулометрического состава. Общие свойства этих пород: мало кварца, много биофильных элементов и железа, темный цвет. Почвы имеют бурый цвет, иллювиальный горизонт залегает сразу под легкой подстилкой. Подбуры – почвы лесов низкого бонитета, не используемые в сельском хозяйстве из-за малой мощности и каменистости почв.

-на морских побережьях формируются засоленные или маршевые почвы.

Большинство почв тундр, кроме глеевых, относится к кислым и сильнокислым. Невысокая зольность опада, малое содержание в нем кальция, неблагоприятный температурный режим, бедность бактериальной флоры определяют замедленность разложения опада и синтез гумусовых веществ. Тундровые почвы используют как кормовую базу северного оленеводства. Лишайниковые тундры используются как зимние пастбища, а травяно-моховые и приморские луговые как летние.

По природно-хозяйственным признакам *таежно-лесную* зону объединяют северными районами лесостепной зоны. Такая объединенная зона называется нечерноземной. В азиатской части зоны, особенно Восточной Сибири, распространена сплошная и островная многолетняя мерзлота. В европейской части зоны почвообразующие породы представлены преимущественно моренными отложениями, покровными суглинками и глинами, ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями. В горных районах европейской части, а также в на Среднесибирском плоскогорье, в восточной Сибири и на Дальнем Востоке почвообразующими породами являются

элювий и делювий коренных пород, четвертичные озерно-аллювиальные лессовидные суглинки. Большие площади заняты болотами.

Основные процессы, под воздействием которых возникает почвенный покров зоны - подзолистый, дерновый и болотный. Основные площади болотных почв расположены в таежной и тундровой зоне. Именно здесь проявляется болотное почвообразование в своей классической форме. Особенно велики площади болотных почв в таежной полосе, а среди тайги наиболее заболочена Сибирская низменность. Одно Васюганское болото занимает площадь 5,3 млн. га. При классификации земельных угодий различают заболоченные сенокосы, пастбища, и залежи торфа менее 30 см и болота с торфяным горизонтом более 30 см.

В таежной лесной зоне выделяется три подзоны. В подзоне *северной* тайги, занятой изреженными еловыми лесами с примесью березы, осины, лиственницы, образуется подзона глееподзолистых и подзолистых иллювиально-гумусовых почв. В подзоне *средней* тайги под темнохвойными еловыми лесами формируется подзона подзолистых почв. В подзоне *южной* тайги в темнохвойных лесах с примесью широколиственных пород (дуб, ясень, клен, липа) на песчанистых отложениях, часто подстилаемых глинами, формируются дерново-подзолистые почвы. Здесь увеличивается интенсивность биологической активности. В связи с повышенной зольностью травянистых растений и опада широколиственных пород снижается кислотность, образуются не только фульво-, но и гуминовые кислоты. Дерново-подзолистые почвы бедны соединениями азота, фосфора, калия. Они являются основным земледельческим фондом таежной зоны. Отличительная особенность - высокая влагообеспеченность, исключающая возможность засухи, а также наличие хотя и маломощного, но четко выраженного гумусового горизонта. При распахивании почвы требуют осушительных мелиораций и регулярного внесения удобрений. Подзолистые почвы составляют основную массу пахотно-земельного фонда таежно-лесных территорий, и пригодны для выращивания широкого набора с/х культур. Большинство пахотных подзолистых почв нуждаются в известковании и регулярном внесении минеральных и органических удобрений.

Основные почвы лесостепей и степей - *серые лесные* почвы. Территорию, на которую распространяются серые лесные почвы, выделяют в лиственно-лесную зону. Она расположена узкой полосой к югу от таеж-

ной зоны. В сочетании с нарастанием континентальности западная часть территории относится к полосе среднеспелых культур, а восточная – ранних культур. На западе территории наиболее распространенными почвообразующими породами являются лессы и лессовидные суглинки. В Европейской части серые лесные почвы формируются на моренных и покровных суглинках.

Тип серых лесных почв разделяется на три подтипа - светло-серых, серых и темно-серых, названия которых связаны с интенсивностью окраски гумусового горизонта. С потемнением гумусового горизонта несколько увеличивается мощность гумусового горизонта и уменьшается степень выраженности вымывания этих почв. Элювиальный горизонт A_2 есть только у светло-серых и серых лесных почв, у темно-серых его нет, хотя нижняя часть гумусового горизонта A_1 имеет белесоватый оттенок. Образование подтипов серых лесных почв обусловлено биоклиматическими условиями, поэтому светло-серые лесные почвы тяготеют к северным районам полосы серых почв, серые - к срединным, а темно-серые - к южным.

Верхние горизонты светло-серых лесных почв обеднены илистыми частицами и полуторными окислами и имеют кислую реакцию. В верхних горизонтах отмечается преобладание фульвокислот, в более нижних горизонтах – гуминовых кислот. В составе гумуса темно-серых лесных почв преобладают гуминовые кислоты. Они обуславливают слабокислую реакцию верхних горизонтов.

При правильном и рациональном использовании серые лесные почвы могут давать высокие урожаи, и пригодны для выращивания большого набора сельскохозяйственных культур: озимой и яровой пшеницы, сахарной свеклы, кукурузы, картофеля, льна садово-огородных. Основной недостаток - сильно сниженное плодородие в результате многовекового их использования и значительное разрушение в результате эрозии.

Бурые лесные почвы широколиственных лесов распространены в умеренно-теплых и во влажных приокеанических областях Европы, на северо-востоке США и на юге ДВ, а именно в Уссурийско - Ханкайской и Зейско-Буреинской равнинах. Общая площадь равнинных бурых лесных почв вместе с лугово-черноземовидными почвами бывших амурских прерий равна 20 млн. га. Процесс формирования бурых лесных почв называется буроземообразованием. Поскольку в этих районах нет периода жаркого сухого

лета и устойчивого снежного покрова, бурые лесные почвы увлажняются почти равномерно в течение всего года. В таких условиях органические остатки разлагаются постепенно, формирующийся гумус приобретает более коричневую (бурую) окраску. Основными слагающими его являются гуму-соаккумулятивный процесс, оглинение и лёссиваж. Оглинение – это процесс образования вторичных глинистых минералов. При оглинении в почвенном профиле накапливаются ил, железо, алюминий, марганец, фосфор. Лёссиваж – это перемещение илистых частиц в форме водных суспензий из верхних горизонтов в нижние при слабокислой и кислой реакции.

Почвы характеризуются большой гумусированностью. В верхних частях профиля содержание гумуса достигает до 10-16 %. Фульвокислоты превышают гуминовые кислоты. Бурые лесные почвы используют под лесные угодья. В сельском хозяйстве они пригодны под зерновые, овощные, технические, плодовые культуры. Большое значение для образования бурых лесных почв имеет богатый зольными элементами опад, ежегодно в больших количествах поступающий на поверхность почвы. Строение профиля бурых лесных почв представлено ниже:

A₁ - гумусовый горизонт серо-бурого цвета, гумусовый оттенок постепенно убывает вниз, структура комковатая. Мощность - 20-25 см.

B - горизонт вымывания. Вверху яркий коричнево-бурый, глинистый, вниз коричневый оттенок уменьшатся, и цвет приближается к цвету материнской породы. Мощность горизонта - 50-60 см.

C - почвообразующая порода (лессовидный суглинок палевого цвета, иногда с карбонатными новообразованиями).

При большом количестве вносимых удобрений и рациональной агротехнике эти почвы дают очень высокие урожаи различных сельскохозяйственных культур, в частности, самые высокие урожаи зерновых культур получают именно на этих почвах. В южных районах Германии и во Франции бурые почвы используют, в основном, под виноградники.

Лесостепь является переходной зоной от лесной к степной, но наиболее типичной растительностью для этой зоны надо считать леса, с эдификаторными породами дубом, березой и лиственницей. Преобладающие почвы – серые лесные. Главная морфологическая особенность серых лесных почв – заметное деление гумусового горизонта на 2 горизонта – верхняя часть с наиболее интенсивной гумусовой окраской – гумусовый

горизонт A_1 и нижняя часть гумусового слоя гумусово-оподзоленный горизонт A_1A_2 .

Основным зональным типом почвенного покрова в степях и лесостепях являются черноземы. В Евразии черноземы простираются сплошной полосой через Восточно-Европейскую равнину, Южный Урал и Западную Сибирь до Алтая, восточнее Алтая они образуют отдельные массивы. Наиболее восточный массив находится в Забайкалье. В Северной Америке также есть зоны лесостепей и степей, западнее зон смешанных и широколиственных лесов. В Евразии климатические условия зоны распространения черноземов характеризуются нарастанием континентальности с запада на восток. Южнее типичных черноземов распространены обыкновенные, а еще южнее – южные черноземы. К югу снижается годовое количество осадков, общая биомасса и, соответственно, масса поступающего ежегодного растительного опада. Это обуславливает уменьшение мощности гумусового горизонта. Черноземы славятся своим плодородием. Районы их распространения – основная база производства многих зерновых, в первую очередь, пшеницы, также ряда ценнейших технических культур – сахарной свеклы, подсолнечника, кукурузы. В нашей стране для черноземных областей были характерны неурожаи, вызванные засухами. Вторая, не менее важная проблема черноземов – это эрозия. Медико-географическая характеристика черноземов благоприятна. Черноземы являются эталоном оптимального соотношения химических элементов, необходимых для человека.

Черноземы развиваются под степной и разнотравно-степной травянистой растительностью. Весь облик этих почв свидетельствует о богатстве их органическим веществом. В профиле черноземов выделяется мощный темноокрашенный гумусовый горизонт мощностью от 35 до 150 см. В целинных почвах под девственной степной растительностью в черноземных почвах выделяется горизонт степного войлока A_0 , состоящий из остатков травянистой растительности. Характерный признак почв – зернистая и комковатая структура гумусового слоя. Черноземы характеризуются как почвы высокого природного плодородия, обладающие значительным запасом элементов питания, благоприятным водно-воздушным режимом

В видовом отношении все черноземы делятся по мощности гумусового горизонта ($A+AB$) на: сверхмощные (более 120 см); мощные (80-120 см); среднемощные (40-80 см), маломощные (25-40 см). Выделяют следу-

ющие типы черноземов: оподзоленные, сформированные под широколиственными травяными лесами; выщелоченные, в которых содержание гумуса уменьшается по всему профилю и которые в свою очередь подразделяются на виды: слабо-, средне-, и сильно выщелоченные. Черноземы типичные формируются под разнотравно-злаковой растительностью на лессах и суглинках. Черноземы обыкновенные, формирующиеся под степной разнотравно-типчачково-ковыльной растительностью. Черноземы южные под типчачково-ковыльной степной растительностью. Солонцеватые черноземы имеют неблагоприятные водно-физические и физико-механические свойства, и поэтому чем выше степень солонцеватости, тем хуже агрономические достоинства черноземов и ниже урожай сельскохозяйственных культур.

К югу от черноземных степей простираются сухостепные пространства с каштановыми почвами: от низовий Дуная до Монголии и Китая. Каштановые почвы распространены по побережью Черного и Азовского морей, в Среднем и Нижнем Поволжье, южной части Западной Сибири (Кулунда). Отдельными массивами каштановые почвы встречаются и Средней Сибири (Минусинская впадина, Тувинская котловина) и Забайкалье. Каштановые почвы формируются в сухом континентальном климате с теплым засушливым продолжительным летом и холодной зимой с незначительным снежным покровом. Средняя годовая температура воздуха 9°C в европейской и $2-3^{\circ}\text{C}$ в азиатской части. В наиболее засушливые годы в летние месяцы резко снижается относительная влажность воздуха. Часты суховеи, оказывающие губительное влияние на развитие растительности. Количество выпадающих осадков лимитирует развитие травянистой растительности. Травы представлены засухоустойчивыми низкорослыми ценозами и не образуют сплошного покрова.

В северных частях зоны растительность представлена типчачково-ковыльными степями, в состав которых входят различные виды злаков: ковыли, типчак, тонконог с примесью разнотравья. В Центральной части зоны преобладают полынно-типчачковые и полынно-типчачково-ковыльные степи. На юге произрастают типчачково-полынные и полынно-типчачковые степи со значительной примесью эфемеров и эфемероидов. Климатические условия обуславливают резкую периодичность биологических циклов. Они подавляются зимой и затухают летом в периоды длительных засух.

Сухостепная зона в значительной части представлена землями сельскохозяйственного назначения, среди которых преобладают пастбища и сенокосы, а площадь пашни составляет около 30% от земель зоны и около 10% от всей пашни России. Пахотные земли расположены преимущественно на темно-каштановых почвах, а пастбища - на светлокаштановых.

Основные возделываемые культуры - твердая пшеница, просо, подсолнечник, бахчевые и другие. Земледелие степей Юга России испытывает острый недостаток влаги при высоком земледельческом риске. Неудовлетворительны почвы для садов, непригодны для виноградников. Плохо растет картофель. Однако каштановые почвы Предкавказья имеют уникальный экологический оптимум для виноградников с высоким качеством продукции.

Красновато-черные почвы типичны для луговой субтропической степи (пампы) и встречаются в Южной Америке, на юге США, а также на юге Африки и юго-востоке Австралии. Климатические среднегодовые показатели близки к средиземноморскому типу. При среднегодовом количестве осадков (800-1600 мм) значительная часть приходится на жаркий летний период (декабрь - февраль), когда выпадает почти 80% дождей. Постоянная высокая, но не избыточная влажность воздуха, почвы и коры выветривания интенсифицирует все биологические, физико-химические и химические процессы. Растительность пампы - злаковые высокотравные луговые степи, которых насчитывается до тысячи видов растений. Естественный травяной покров достигает 0,8-1,2 м высоты и сохраняет зеленый цвет в течение круглого года. Биоклиматические условия и богатая травянистая растительность на равнинах, сложенных лессоподобными глинами и суглинками способствуют формированию красновато-черных почв субтропических прерий (руброземы, гумусовые акрисоли).

Саванна - наиболее распространенный тип ландшафта тропиков. Ее очень условно можно назвать тропической лесостепью. Древесно-травянистые сообщества представлены (от влажных к засушливым) высокотравными, низкотравными и опустыненными саваннами. Типичными древесными породами всех тропических саванн являются пальмы и акации. Но можно указать и специфические древесные и кустарниковые породы отдельных континентов, например, баобаб для Африки и эвкалипты

для Австралии, индийский баньян из рода фикусов. Среди растений саванн можно назвать бутылочные деревья, мимозы, молочаи, кактусы.

Главная климатическая особенность саванны - чередование очень влажных и очень сухих сезонов в течение года, причем их продолжительность значительно варьирует в различных географических зонах. С наступлением сухого сезона большинство деревьев и кустов сбрасывают свою листву, наземные части трав высыхают. Устанавливается жаркая погода, нередко еще более жаркая, чем во влажный сезон, так как тепло теперь не тратится на испарение воды. С наступлением влажного сезона происходит быстрое нарастание растительной массы, накапливающейся за один сезон на гектаре до 12-30 т/га. Пробуждение трав происходит очень быстро: достаточно одного обильного дождя, чтобы распустились почки, появились ростки, которые скоро достигают значительной мощности. В процессе филогенетического развития организмы приобрели такие наследственные способности, которые позволяют им быстро расти, с первых же часов интенсивно используя питательные вещества почвы, накопившиеся там в удобоусвояемом виде за сухой промежуток времени. Саванны - идеальная среда для чрезвычайно разнообразной фауны членистоногих.

Засоленными называются почвы, содержащие в своем профиле легкорастворимые соли в токсичных для сельскохозяйственных растений количествах. Они широко распространены в зонах сухих и пустынных степей, в пустынной зоне, встречаются также в степной и лесостепной зонах.

В составе растительности солончаков большую роль играют солянки. Для них характерна смена красок; весной они зеленые, летом - желтые, осенью - красные и багровые. Благодаря цветному ландшафту солончаки выделяются на фоне степных трав. Признаком слабозасоленных почв является полынь, злаки и разнотравье. Для средnezасоленных почв свойственны полынно-эфемерово-злаковые группировки растительности. Сильнозасоленные разновидности почв характеризуются наличием эфемерово-полынных растительных группировок.

Рост растений на засоленных почвах зависит от концентрации и химического состава почвенного раствора. Влияние солей на растение обусловлено осмотическим связыванием воды и специфическим действием ионов на протоплазму. Растворы солей связывают воду так, что она с повышением концентрации солей становится все менее доступной для растений. Это яв-

ление называется физиологической засухой, т. е. при концентрации солей в почвенном растворе выше, чем в растении, вода в растение не поступает. Кроме этого соли, проникая в клетку, оказывают токсическое действие на протоплазму.

Растения отличаются разной солеустойчивостью. В нашей стране и за рубежом разработан ряд классификаций растений по солеустойчивости. Большинство авторов в своих классификациях на первое место из полевых культур ставят подсолнечник, свеклу, хлопчатник, сорго, ячмень. Однако одна и та же культура в разных классификациях может занимать различное место. Это говорит о том, что солеустойчивость может меняться в зависимости от условий произрастания. Например, степень засоления, переносимая растениями, значительно возрастает с повышением влажности почвы. В условиях холодного климата и меньшего потребления воды растения переносят более высокие концентрации солей, чем в жарком климате. Влияет на солеустойчивость и механический состав почв. На тяжелых почвах растение меньше страдает от засоления, чем на легких.

Таким образом, большинство культурных растений при повышенном содержании водорастворимых солей в почвах не может развиваться или дает очень низкие урожаи. Поэтому освоение солончаков и сильнозасоленных почв возможно лишь при сложных мелиоративных мероприятиях. Наиболее эффективный и радикальный прием удаления солей и опреснения почв – промывка, особенно в осенне-зимний период.

Главный регион распространения *солонцов* - сухостепные районы с каштановыми почвами. Намного реже они встречаются в черноземной зоне и среди бурых полупустынных почв. На надпойменных террасах степных рек в структуре почвенного покрова значительна роль солонцов. В поймах и дельтах рек широко проявляются солонцеватые процессы. Солонцы являются интразональными почвами. Сплошного распространения, как правило, не имеют, а встречаются в комплексах с другими почвами.

Солонцами называют почвы, содержащие в коллоидах иллювиального горизонта обменный натрий в количестве более 15% от емкости катионного обмена. Почвы с количеством обменного натрия менее 15% относят к солонцеватым. Солонцеватые почвы выделяются в классификации как роды черноземов, каштановых и других типов почв. Следует отметить, что обменный натрий встречается практически во всех почвах, но его количество не

превышает 3%. Это тот максимальный предел, который необходим для нормальной жизнедеятельности растений.

Солоди - интразональные почвы, распространенные в лесостепной и степной зонах, а также среди почв сухих и полупустынных степей. Наиболее широко солоди распространены в лесостепи Западно-Сибирской низменности. Эти почвы повсеместно приурочены к замкнутым депрессиям рельефа (западины). Процессы почвообразования, формирующие солоды, следующие: осолодение, элювиально-иллювиальная дифференциация профиля почвы, дерновый процесс и гуматно-фульватное гумусообразование, выщелачивание легкорастворимых солей и карбонатов. Осолодение происходит в условиях степных депрессий при обилии слабоминерализованных вод поверхностного стока. При осолодении происходит разрушение минеральной части почвы. Реакция растворов - слабощелочная, поэтому и распад минералов определяется как щелочной гидролиз. Типично использование солодей в угодьях сенокосов и пастбищ.

1. 6. Эрозионные процессы, загрязнение и методы оценки почв

Эрозия (*от латинского разъедание) - это процесс разрушения почв под воздействием воды, ветра и других причин. Процесс эрозии происходит в два этапа. Вначале связанные комья земли распадаются на отдельные частицы, которые затем смываются водой или уносятся ветром.

Выделяют ветровую, водную, геологическую и ускоренную эрозии. Разрушение почв под воздействием *ветра* называют *ветровой эрозией* или *дефляцией*. Разрушение почв под воздействием *воды* называют *водной эрозией*. Водную эрозию подразделяют на плоскостную или поверхностную и линейную или овражную. *Поверхностная эрозия* – это смыв верхнего горизонта почвы под влиянием стекающих по склону дождевых или талых вод. Там, где нет растительности, дождь, в обильные дожди капли, падая на обнаженную землю, поднимают частицы почвы в воздух и отбрасывают их на расстояние до 1,5 м. Кроме того, от удара дождевых капель уплотняется грунт, при высыхании он покрывается твердой коркой. Это затрудняет просачивание дождевой влаги в почву, в результате большое количество воды течет по поверхности земли. Эта вода и называется по-

верхностным стоком. Она подхватывает несвязные частицы почвы и уносит их в ручьи, реки, моря. В результате на дне рек часто оседает огромное количество плодородной почвы.

Линейная эрозия – это размыв почвы в глубину. Первые стадии линейной эрозии проявляются в образование глубоких струйчатых размывов до 35 см и промоин до глубины 1,5 м. Дальнейшее их развитие приводит к образованию оврагов. Линейная эрозия может привести к полному уничтожению почвы. О степени развития овражной эрозии чаще всего судят по проценту площади, которую занимают овраги. *Геологической эрозией* называют медленный процесс смыва частичек с поверхности почвы, покрытой естественной растительностью. При этом потеря почвы восстанавливается в ходе почвообразования и такая эрозия не приносит сильного вреда. *Ускоренная эрозия* связана с удалением естественной растительности, в результате чего темп эрозии сильно возрастает.

Растительный покров выполняет исключительную почвозащитную роль. Чем лучше он развит, тем слабее проявляется эрозия. Почвозащитная роль растительности объясняется следующими причинами.

1. Корни растений прочно скрепляют почвенные частицы и, как своеобразная арматура, препятствуют смыву, размыву и развеиванию.
2. Наземный полог растений принимает на себя ударную силу дождевых капель, предохраняя или ослабляя тем самым разрушения почвы.
3. Густая растительность резко замедляет скорость поверхностного стока, способствуя лучшему впитыванию воды, а так же задерживает почвенные частицы, смытые с вышележащих участков.
4. Дернина и подстилка, обладая высокой влагоемкостью и хорошей водопроницаемостью, легко впитывают воду и сохраняют в верхнем горизонте некапиллярные поры, созданные педобионтами и корнями.

К мероприятиям по защите почв от эрозии относятся:

Организационно-хозяйственные, предусматривающие обоснование и составление плана противоэрозионных мероприятий, и обеспечение его выполнения. Важное место отводится составлению эрозионной карты, карты рельефа, геологической карте.

Агротехнические мероприятия, которые слагаются из а) *фитомелиоративных* приемов, т. е. использования почвозащитных

свойств самих растений – посадкой многолетних трав, залужением водоподводящих ложбин; б) приемов *противоэрозионной обработки* почвы, например, проведение контурная обработка, т. е. обработка поперек склона, бороздование, заравнивание промоин; в) *снегозадержание* и регулирование снеготаяния путем посева высокостебельных растений, валкования снега, применения щитов; г) *применение* минеральных и органических *удобрений*. Культурные растения, выросшие на удобренной почве, развивают более мощную корневую систему, более густой надземный полог. Причем, потребность в удобрениях, особенно азотных и фосфорных, возрастает с увеличением степени эродированности почв, а именно, на среднеэродированных на 20 %, на сильно эродированных – на 50 %. Для борьбы с ветровой эрозией (дефляцией) эффективными агротехническими приемами, направленными на увеличение и сохранение влаги в почве, являются плоскорезная вспашка, сохранение стерни и пожнивных остатков.

Лесомелиоративные мероприятия включают создание лесных защитных насаждений различных назначений, а именно: ветрозащитные лесные полосы, создаваемые по границам полей севооборотов; полевозащитные лесные кустарниковые и лесокустарниковые полосы, закладываемые поперек склона; приовражные лесные полосы и т. д.

Гидротехнические мероприятия применяются в тех случаях, когда другие приемы не в состоянии предотвратить эрозию. К ним относятся поделка террас с широкими основаниями, выполаживание откосов оврагов.

К другим потерям почв и продуктивных земель, кроме потерь от эрозии, относятся вторичное засоление орошаемых почв, отчуждение почв при строительстве, а также в связи с загрязнением различными вредными веществами. Ежегодно на значительных площадях в результате промышленных разработок полезных ископаемых, при строительстве, происходит разрушение территории с полным уничтожением растительного покрова. Необходимость восстановления или рекультивация земель предусмотрена рядом постановлений, Рекультивация включает комплекс горно-технических, мелиоративных, сельскохозяйственных, лесохозяйственных и инженерно-строительных работ, направленных на восстановление нарушенного плодородия территорий и создания на них полей и лесонасаждений.

Загрязнение почвы органическими и металлорганическими соединениями связано, помимо техногенных выбросов, так же с широким применением пестицидов. Многие из пестицидов длительно сохраняются в почвах - от нескольких месяцев до десятков лет, оставаясь токсичными и даже образуя более токсичные метаболиты. Чрезвычайно опасны и некоторые органические компоненты выбросов автотранспорта, например, 3, 4- бензпирен, относящийся к канцерогенным и мутагенным выбросам. Отмечаются следующие отрицательные последствия загрязнения почв пестицидами: возможность интоксикации человека и животных; нарушение состава популяций и угнетение полезной фауны; возникновение популяций вредителей, устойчивых к пестицидам; изменение биологической активности почв. Поэтому во всем мире составляется и ведется *земельный кадастр* (кадастр - от фр. регистрация).

Земельный кадастр – это совокупность достоверных и необходимых сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель. Государственный земельный кадастр России включает данные регистрации землепользователей, данные учета количества и качества земель, бонитировку почв и экономическую оценку земель, сельскохозяйственных угодий, размещении сельскохозяйственных культур в соответствии с экологической пригодностью земель для их выращивания. Данные земельного кадастра позволяют дифференцировать ценность земель для рационального использования и охраны по агропроизводственным группам почв природно-сельскохозяйственных зон страны. Тем самым земельный кадастр приобретает большую значимость на разных уровнях народнохозяйственного планирования и управления землями.

Рациональное использование почв является широкой комплексной программой, которая касается всех сторон организации сельскохозяйственного производства. Разработка этой проблемы требует тщательного изучения имеющихся земельных ресурсов, обоснования системы показателей и методов объективного анализа фактического уровня использования земель и планирования его на перспективу, определения на этой основе общих направлений и разработки системы конкретных мероприятий повышения плодородия почвы улучшения использования земель применительно к местным природно-климатическим и экономическим условиям. Для обеспечения рационального использования земельных ресур-

сов с 13 декабря 1968 года ведётся государственный земельный кадастр.

Государственный земельный кадастр - это единая государственная система земельно-кадастровых работ, устанавливающая процедуру признания факта возникновения или прекращения права собственности и права пользования земельными участками и содержащая совокупность сведений и документов о месте расположения и правовом режиме этих участков, их оценке, классификации земель, количественной и качественной характеристике, распределении среди собственников земли и землепользователей.

Земельный кадастр включает регистрацию землепользования, учёт количества и качества земельных угодий, бонитировку почв и экономическую оценку земель. Государственный земельный кадастр имеет важное народнохозяйственное значение. Его данные служат для организации эффективного использования земель и их охраны, планирования народного хозяйства, правильного размещения и специализации сельскохозяйственного производства, а также для осуществления других народнохозяйственных мероприятий, связанных с использованием земель.

Бонитировка почв - это сравнительная оценка качества почв по плодородию при сопоставимых уровнях агротехники и интенсивности земледелия. Она устанавливает относительную пригодность почв по основным факторам естественного плодородия для возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивая выделение агропроизводственных групп почв, подлежащих экономической оценке.

Бонитировка почв является логическим продолжением комплексных обследований земель и предшествует их экономической оценке. Основная цель бонитировки состоит в определении относительного достоинства почв по их плодородию, т.е. установлении, во сколько раз одна почва лучше или хуже другой по своим естественным и устойчиво приобретённым свойствам. Объект бонитировки - почва, выраженная строго определёнными таксономическими единицами, установленным по материалам почвенного обследования. Критериями бонитировки почв являются их природные диагностические признаки и признаки, приобретённые в процессе длительного окультуривания, влияющие на урожайность основных зерновых, технических и других культур, а при бонити-

ровке кормовых угодий влияющие на продуктивность сенокосов и пастбищ. Одинаковые группы почв при бонитировке должны получить одинаковые показатели бонитета. Чтобы определить эти показатели, составляется шкала бонитировки почв, представляющая собой систему цифровых данных соответствующих определённым значениям измеряемых величин природных показателей по различным группам почв. При этом обычно составляется две шкалы: одна - по свойствам почв, вторая - по урожайности. К числу основных диагностических признаков относятся: мощность гумусового горизонта, процентное содержание гумуса, ила и физической глины в почве, валовые запасы гумуса, азота, фосфора и калия в почве, механический состав, кислотность, сумма поглощённых оснований, степень насыщенности почвы основаниями и др. Количественную оценку почв по их свойствам проводят по стобальной шкале. Для этого вначале вычисляют баллы, характеризующие одно из выбранных свойств. Затем вычисляют средний балл по всем свойствам.

Правильность оценки почв по ее свойствам обязательно проверяют данными по урожайности. Для этого отбирают хозяйства, возделывающие на тех или иных почвах ведущие культуры с одинаковым уровнем агротехники и устанавливают среднюю многолетнюю урожайность. Наивысшая средняя многолетняя урожайность, получаемая на наиболее плодородной почве, принимается за 100 баллов. Балльная оценка других почв вычисляется по отношению средних многолетних урожайностей. Возможны и другие бонитировочные шкалы. Например, существует так называемая разомкнутая бонитировочная шкала С. С. Соболева и М. Н. Малышкина (табл. 7) служащая для ориентировочной сравнительной оценки различных почв, сформировавшихся в автоморфных условиях.

Эта шкала называется разомкнутой потому, что в ней в 100 баллов оцениваются наиболее распространенные почвы среднего качества. Менее плодородные почвы получают оценку меньше 100 баллов, а более плодородные (выше среднего) - больше 100 баллов. Эта шкала позволяет наглядно оценивать повышение плодородия почв в результате мелиорации.

В бонитировочные шкалы вводят поправки, учитывающие дополнительные свойства почв, их состояние, местоположение. Этим достигается возможность более детального учета степени заболоченности, засоленности, осолонцевания, экспозиции склонов, степени смывности.

Таблица 7

Ориентировочная бонитировочная шкала некоторых автоморфных почв (по С.С. Соболеву и М.Н. Малышкину)

Бонитировочные баллы	Почвы
140-150	Черноземы типичные и лугово-черноземные
130-140	Черноземы предкавказские и типичные
120-130	Черноземы предгорные и обыкновенные
110-120	Черноземы карбонатные
100-110	Черноземы оподзоленные
90-100	Черноземы южные, темно-серые лесные
80-90	Темно-каштановые, серые лесные, дерново-карбонатные
70-80	Каштановые дерново-слабоподзолистые
60-70	Горно-каштановые, дерново-, средне и слабоподзолистые
50-60	Бурые лесные, дерново-сильноподзолистые
40-50	Каштановые солонцеватые
30-40	Бурые, солонцы глубокие
20-30	Солонцы средние
10-20	Солонцы корковые
1-10	Пески, болотные почвы
0-1	Солончаки злостные, малоразвитые на плотной породе

Экономическая оценка земель учитывает не только плодородие почв, но и ряд других характеристик, в т. ч. особенности территории, величину затрат на получение урожая. К ним относятся, прежде всего, затраты, связанные с особенностями рельефа и почвенного покрова, определяющие размеры и конфигурации полей, трудность механической обработки почв, необходимые мелиоративные мероприятия и т. д. Эти затраты, как правило, зависят от характера почв и увеличиваются зонально к северу. Кроме того, учитывается ряд внутрихозяйственных затрат, с его удаленностью от пунктов снабжения, протяженностью внутренних коммуникаций, расстоянием до места реализации продукции. Важнейшими показателями экономической оценки земель являются общая стоимость полученной продукции – валовой доход, общая величина затрат на получение урожая и чистый доход.

Совместное использование показателей бонитировки и экономической оценки земель позволяет точно определить успехи и недостатки в деятельности отдельных хозяйств и связать их с плодородием почв, или с

применением комплекса агротехнических или мелиоративных мероприятий, организационными и другими факторами.

1.7. Специфика сельскохозяйственного использования почв в различных почвенных зонах

В почвах арктической (полярной) зоны выделяют подтипы пустынно-арктических и арктических типичных почв. Подтип пустынно-арктических почв в летний период продолжительностью до 1,5 месяцев оттаивает, и эта величина редко превышает 40 см. В арктической зоне климатические условия способствуют развитию механического выветривания, тогда как химическое слабо выражено, что приводит к незначительному накоплению илистой фракции. В Арктике почвы не используются в сельском хозяйстве. Но почвы могут быть вовлечены в хозяйственную деятельность как охотничьи угодья и заповедники для поддержания численности редких видов животных и птиц. Болотные арктические почвы формируются в условиях переувлажнения талыми водами ледников и снежников, а также в пониженных участках с застойными водами.

Тундра имеет первостепенное значение как кормовая база северного оленеводства. В ней сосредоточено 42% всей площади оленеводческих пастбищ страны. Основные пастбища расположены в полосе мохово-лишайниковых и кустарниковых тундр и в летнее время на приморских лугах. Большой резерв естественных кормов – озерные котловины. Арктическая тундра менее благоприятна для оленеводства.

В связи с развитием производительных сил и ростом народонаселения важнейшее значение в районах Крайнего Севера приобретает создание продовольственной базы (овощные и мясомолочные продукты), т. е. развитие земледелия на тундровых почвах. В тундровой и лесотундровой зоне, помимо выращивания овощей в теплицах и парниках, в открытом грунте выращивают картофель, капусту, морковь, кормовые корнеплоды, ячмень на зеленую массу и некоторые травосмеси, обогащенными бобовыми культурами, для молочного животноводства. Большое значение имеет подбор раннеспелых и морозоустойчивых сортов растений.

Почвы тундры отличаются слабой биохимической активностью, бедностью элементами питания, неблагоприятными условиями водно-воздушного и теплового режимов. Поэтому для улучшения их свойств необ-

ходимо усиление активности биохимических процессов, улучшение аэрации теплового режима и внесение удобрений. Наиболее благоприятны для освоения иллювиально-тундрово-дерновые почвы и почвы легкого механического состава. Они лучше прогреваются, быстрее и на большую глубину оттаивают; имеют лучший естественный дренаж, в них слабее развиты анаэробно-глеевые процессы. Такие почвы быстрее окультуриваются. Основное средство резкого улучшения микробиологического и питательного режимов почв при их освоении и дальнейшем использовании — ежегодное внесение органических и минеральных удобрений. Из местных удобрений хороший эффект оказывают зола и отходы рыбной промышленности

Почвы тундры и лесотундры сгруппированы по направленности их сельскохозяйственного использования следующим образом:

1) тундровые глеевые, торфянисто и перегнойно-глеевые, горно-тундровые, тундровые болотные приурочены к породам тяжелого механического состава (суглинистые и глинистые) и залегают на увалистых ледниковых равнинах. Почвы целесообразно рекомендовать под олени пастбища;

2) тундровые глееватые дифференцированные и оподзоленные, тундровые иллювиально-гумусовые, легкие по механическому составу можно использовать для создания культурных сенокосов и пастбищ и частично для выращивания овощных культур;

3) пойменные дерновые почвы, как наиболее плодородные, рекомендуют использовать под сенокосы и пастбища;

4) тундровые иллювиально-гумусовые не глеевые почв лучше прогреваются, оттаивают на большую глубину и при достаточном внесении удобрений способны давать высокий урожай кормовых трав для нужд животноводства.

Основные почвы *таежно-лесной зоны* - подзолистые, дерновые, дерново-подзолистые, болотные, иллювиально-гумусово - железистые подзолы, серые лесные и мерзлотно-таежные.

Почвы таежной зоны входят в бореальный пояс. В России площадь бореального пояса занимает около 55 % от всей территории, а на Земле его площадь составляет 15 % всей суши. Наиболее освоены в сельскохозяйственном отношении южные и западные районы зоны, менее — северные, а в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке пахотные угодья составляют всего

0,6 % территории. Таежно-лесная зона имеет большие возможности для развития земледелия и животноводства. Она характеризуется благоприятным климатом, позволяющим возделывать сельскохозяйственные культуры ранних и среднеспелых сортов, зерновые (озимые и яровые), корнеклубнеплоды, овощные, зерновые бобовые, прядильные, корнеклубнеплоды (картофель, кормовые корнеплоды), многолетние однолетние травы, а также разнообразные ягодные и плодовые культуры. В медико-гигиеническом отношении зона таежных лесных почв малоблагоприятна, т. к. в результате интенсивного вымывания почвы этой зоны теряют многие химические элементы. В них создаются условия частичного дефицита йода, меди, кальция.

Подзолистые почвы составляют основную массу пахотного земельного фонда. Наиболее распаханы дерново-подзолистые, глееватые и глеевые дерново-подзолистые почвы. Под пашню при соответствующих затратах дополнительно можно использовать большие площади малопродуктивных лесов, вырубki и гари, низкоурожайные суходольные луга и пастбища и, наконец, болотные массивы с низинными торфяными почвами.

Наиболее распространенным типом автоморфных почв являются дерново-подзолистые и дерново-карбонатные. Первые формируются только на суглинистых почвообразующих породах, вторые на богатых карбонатами кальция. При заболачивании ландшафтов формируются торфяно-подзолисто-глеевые, особенностями строения профиля которых является глеевый горизонт, нарастающий на подзолистый сверху. В гидроморфных условиях формируются торфяно-перегнойные почвы, обогащенные железом и марганцем. Характерной особенностью образования пойменных почв являются ежегодные весенние паводки, способствующие обогащению пойменных почв продуктами почвообразования, вынесенными с водосборной площади, в том числе железа, марганца, кальция, фосфора. В поймах формируются пойменно-дерновые, пойменно-луговые и пойменные болотные почвы. Почвы таежно-лесной зоны бедны питательными веществами, но достаточно увлажнены, поэтому удобрения здесь высокоэффективны. На удобренных почвах урожай зерновых, овощных, плодовых и других культур увеличивается 2 -3 раза и более по сравнению с урожаями на не удобренных почвах. Кроме того, возделываемые культуры на удобренных почвах становятся более устойчивыми, менее страдают от плохих условий зимовки, болезней, вредителей. Пойменные почвы ха-

рактируются высоким природным плодородием и используются под сенокосы, пастбища, а также для выращивания картофеля, овощных и других культур.

Болотные почвы имеют различную ценность как сельскохозяйственные угодья. Торф низинных болот обладает высокой зольностью и большим содержанием азота. Болотные почвы представляют ценный земельный фонд: после осушения они могут быть превращены в высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья (пашни, сенокосы, пастбища). Большинство болотных почв бедно фосфором и калием. Поэтому при возделывании сельскохозяйственных культур на освоенных болотах необходимо систематически вносить фосфорные и калийные удобрения. Азотные удобрения также необходимо вносить, особенно в первые годы освоения болотных почв. Во многих торфяных почвах мало микроэлементов, главным образом меди. Недостаток ее в болотных почвах восполняется внесением медного купороса и пиритных огарков. В севооборотах, вводимых на вновь освоенных болотных почвах, большое место должны занимать викоовсяная смесь, многолетние травы, силосные культуры. И лишь при дальнейшем окультуривании этих почв значительные площади можно отводить под овощные, технические и зерновые. При обработке почвы наряду с глубокой вспашкой должны проводиться фрезерование, дискование и культивация.

Почвы *зоны широколиственных лесов* - бурые лесные. Бурые лесные карбонатные развиваются на элюво-делювии мезозойских известковых породах. Бурые лесные кислые имеют кислую реакцию по всему профилю. Все подтипы почв широко используются как пахотные, сенокосные, пастбищные и лесные угодья. На них выращивают зерновые, технические и овощные культуры. В районе распространения этих почв развито садоводство.

Образование *подтипов серых лесных* почв обусловлено биоклиматическими условиями: под лиственными лесами при умеренном увлажнении в континентальных условиях и на Дальнем Востоке они не встречаются. Серые лесные почвы значительно плодороднее дерново-подзолистых. Зона распространения серых лесных почв является важным земледельческим районом страны. На серых лесных почвах выращивают зерновые: озимую и яровую пшеницу; сахарную свеклу, кукурузу, картофель, а также технические: коноплю, лен, подсолнечник, хмель; бахчевые и садово-огородные культуры. При рациональной агротехнике в западной Европе на этих почвах получают самые высо-

кие урожаи зерновых культур. В лесостепи Западной Сибири на них развито молочно-мясное животноводство.

Черноземная зона - важнейшее богатство и важнейший земледельческий район страны. Половина пахотных почв представлена черноземами. Здесь выращивают: зерновые, технические и масличные культуры, озимую и яровую пшеницы, кукурузу, сахарную свеклу, подсолнечник, лен-кудряш, овощные, бахчевые культуры. Это район широко развитого животноводства и плодоводства.

Южнее зоны степей тянется зона полупустынь. Южные степи (их называют сухими степями), граничащие с полупустынями, существенно отличаются растительным покровом и почвами от северных степей. По своему растительному покрову и почвам южные степи ближе к полупустыням, чем к степям. В Евразии каштановые почвы занимают небольшую площадь в Румынии и более широко представлены в аридных центральных районах Испании.

Каштановые почвы включают лугово-каштановые, солонцеватые, солончаки и солоди. Здесь имеются большие перспективы для дальнейшего развития животноводства. В зоне сухих степей сельскохозяйственные культуры часто страдают от засухи и суховеев. Успешное земледелие возможно здесь при условии дополнительного влагонакопления на полях путем снегозадержания, полезащитного лесоразведения и особых приемов агротехники, включающих чистые пары, глубокую зяблевую вспашку, глубокое безотвальное рыхление, а также посев кулис из высокостебельных культур. На темно-каштановых и каштановых почвах возделывают твердую пшеницу, кукурузу, просо, подсолнечник, бахчевые и другие культуры. На светло-каштановых почвах без орошения получают невысокие и неустойчивые урожаи. Только в отдельные годы можно собрать удовлетворительные урожаи.

Контрольные вопросы

1. Влияние рельефа в почвообразовании: крутизна, экспозиция, дренаж
2. Классификация и номенклатура почв
3. Главные закономерности распределения почв
4. Почвы арктической зоны
5. Почвы таежной зоны
6. Подзолистый процесс
7. Почвы широколиственных лесов
8. Основные почвы лесостепей и степей
9. Основные почвы степей

10. Типы строения почвенного профиля: простой, сложный, граница перехода
11. Виды эрозии

Литература

Добровольский В.В. Геология: Учеб. для студ. высш. учебн. заведений – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. 320 с.

Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: Учеб. для студ. высш. учебн. заведений.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. 384 с.

Кириченко В.В., Щекина М.В. Наука о Земле: Учебное пособие для вузов.- М.: Изд-во Моск. горн. ун-та, 2005. 238 с.

Костюкевич Н.И. Лесная метеорология. Минск: «Вышэйш. школа». 1975. 288 с.

Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. М.: ВО «Агропромиздат». 1989. 720 с.

Росликова В.И., Горнова М.И. Почва – надежный дом живых существ. Научн.-метод. Пособие. Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН, 2003. 123 с.

Сверлова Л.И. Динамические и статистические закономерности в природе. М.: Мегалион. 2004. 168 с

Соломенцев Н.А., Львов А.М., Симиренко С.Л., Чекмарев В.А. Гидрология суши. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1961. 448 с.

Хабаров А.В. Яскин А.А. Почвоведение. М.: Колос, 2001. 232 с.

Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши). Л.: Гидрометеоздат, 1978. 544 с.

Оглавление

	Введение	3
1	1 ПОЧВОВЕДЕНИЕ	4
1. 1. 1.	Место и роль почвы в природе	4
1. 1. 2.	Развитие почвоведения в России	7
1. 1. 3.	Главные направления и разделы почвоведения. Глобальные функции почвы	11
1. 1. 4.	Основные почвообразующие породы. История развития почвенного покрова	14
1. 2.	Биологические факторы почвообразования	20
1. 2. 1.	Роль высших растений в почвообразовании	20
1. 2. 2.	Участие животных в почвообразовании	23
1. 2. 3.	Участие микроорганизмов в почвообразовании	28
1. 3.	Органическая часть почвы	32
1. 4.	Морфология почв и почвенные процессы	36
1. 4. 1.	Фазовый состав почв	36
1. 4. 2.	Морфологическое строение почвы. Типы строения почвенного профиля	41
1. 4. 3.	Подзолистый, дерновый процессы.	44
1. 5.	Классификация, номенклатура и диагностика почв	49
1. 5. 1.	Номенклатура почв	49
1. 5. 2.	Главные закономерности и особенности формирования и распределения почв	51
1. 6.	Эрозионные процессы. Загрязнение почв. Методика оценки почв	62
1. 7.	Специфика сельскохозяйственного использования почв в различных почвенных зонах	69

НАУКИ О ГЕОСФЕРАХ. ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие

Морина Ольга Михайловна
Дербенцева Алла Михайловна
Морин Виталий Алексеевич

Главный редактор Л.А. Суевалова
Редактор Л.С. Бакаева
Оператор компьютерного набора О.М. Морина

Подписано в печать 25.11.2013 Формат 60x84/16
Бумага писчая. Гарнитура «Таймс». Печать цифровая
Усл. печ.л. 11.16. Усл.-изд. л. 12.00
Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство Тихоокеанского государственного университета
680035, г.Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136

Отдел оперативной полиграфии издательства
Тихоокеанского государственного университета
680035. Хабаровск, Тихоокеанская,136