М. И. Дергачева В. С. Зыкина

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ИСКОПАЕМЫХ ПОЧВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ им. 60-летия СОЮЗА ССР
ВЫПУСК 702

М.И. ДЕРГАЧЕВА В.С. ЗЫКИНА

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ИСКОПАЕМЫХ ПОЧВ

Ответственные редакторы
доктор геолого-минералогических наук С.А. Архипов
доктор биологических наук И.М. Гаджиев

НОВОСИБИРСК
«НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1988

УДК 551.79+631.417.2

Органическое вещество ископаемых почв / Дергачева М.И., Зыкина В.С. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. - 128 с.
ISBN 5-02-028761-X.

В монографии впервые обобщены оригинальные и литературные материалы по исследованию органического вещества ископаемых почв различных регионов Советского Союза. Обосновывается возможность применения всесторонних исследований органического вещества как самостоятельного метода познания и диагностики ископаемых почв, а также предлагается система принципов интерпретации получаемых результатов. Дается представление о роли органического вещества ископаемых почв в общей теории гумусообразования и рассматриваются аспекты использования и значения его в решении вопросов палеопочвоведения, палеогеографии и стратиграфии.

Книга представляет интерес для почвоведов, палеопедологов, географов, палеогеографов, геохимиков, работников, занимающихся вопросами использования и охраны природы.

Табл. 19. Ил. 9. Библиогр.: 201 назв.

Рецензенты доктор геолого-минералогических наук В.С. Волкова, кандидат биологических наук Т.Ф. Зайцева

Утверждено к печати Институтом геологии и геофизики им. 60-летия Союза ССР СО АН СССР

Д $\frac{1904040000-781}{042(02)-88}$ 159-88-I

© Издательство "Наука", 1988

ISBN 5-02-028761-X

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последнее время проблемы охраны среды, проблемы рационального природопользования стоят особенно остро в связи с интенсификацией техногенных нагрузок на все природные системы.

Однако разработка новых приемов рационального природопользования может строиться только на прочной теоретической основе, на законах функционирования и развития каждой из природных систем. И в этом отношении историко-временные, или ретроспективные, аспекты изучения той или иной системы - неотъемлемая часть любых теоретических построений.

Почва как природная система не является исключением. Только сочетание изученности структуры, функционирования и эволюции почвы как системы может создать предпосылки для любых прогнозов ее использования. И.П. Герасимов /1983/ считал, что вопросы развития почв во времени должны быть предметом интенсивно развивающегося сейчас палеопочвоведения. Для успешного использования палеопочв как объектов для палеогеографических, палеоклиматических и других реконструкций необходим надежный метод их познания и диагностики. Авторы предлагают вниманию читателей один из таких методов - всестороннее исследование органического вещества, который, по их мнению, может являться самостоятельным методом познания и диагностики ископаемых почв.

Однако имеется еще один аспект, который предусматривает необходимость изучения гумуса ископаемых почв - это вопросы функционирования системы гумусовых веществ в длительном временном развитии почв. В этом отношении ископаемые разновозрастные, разногенетические почвы - благодатный материал для реконструкции процесса эволюции системы гумусовых веществ после "выхода" почвы из зоны активного протекания процесса гумификации, из зоны влияния на них продуктов современных почвенных процессов.

Уже в течение десяти лет в лаборатории географии почв Института почвоведения и агрохимии СО АН СССР кандидатом биологических наук М.И. Дергачевой и сотрудниками отдела четвертичной геологии, геоморфологии и водных ресурсов Института геологии и геофизики СО АН СССР доктором геолого-минералогических наук И.А. Волковым и кандидатом геолого-минералогических наук

В.С. Зыкиной проводятся совместные исследования ископаемых плейстоценовых почв Западной Сибири. Часть результатов была опубликована /Дергачева, Зыкина, 1977-1979, 1981а; Зыкина, Волков, Дергачева, 1981; Дергачева, Зыкина, Волков, 1984/.

Настоящая работа посвящена проблеме изучения органического вещества ископаемых почв и его значению как самостоятельного метода их познания и диагностики, а также возможности использования его в палеореконструкциях и изучении процессов гумусо- и почвообразования.

Вопросы, отражающие различные аспекты познания органического вещества ископаемых почв и применения его как самостоятельного метода в палеореконструкциях, разрабатывались М.И. Дергачевой, остальные вопросы, связанные с полевым и аналитическим изучением почв, а также стратиграфическими и палеогеографическими корреляциями, - В.С. Зыкиной.

Авторы выражают свою признательность доктору геолого-минералогических наук С.А. Архипову и доктору биологических наук И.М. Гаджиеву - ответственным редакторам всех наших публикаций - за постоянное внимание, помощь и конструктивное обсуждение отдельных вопросов.

ВВЕДЕНИЕ

Органическое вещество ископаемых почв привлекает внимание исследователей разных областей науки. Палеопедологи все чаще начинают использовать различные характеристики этого почвенного компонента при решении вопросов, связанных с определением возраста, генетической принадлежности, сохранности, диагенетических преобразований ископаемых почв, что вносит определенный вклад в успешное решение многих проблем палеогеографии, ландшафтоведения и стратиграфии.

Специалисты, занятые решением вопросов, связанных с рациональным использованием и охраной земельных ресурсов, используют этот компонент разновозрастных ископаемых и современных почв для обоснования прогноза возможных изменений свойств почв в процессе их естественного развития и при антропогенных нагрузках. Действительно, органическое вещество почв, являясь ведущим началом в образовании почвенного тела, выступая в качестве хранителя плодородия почв и обладая, с одной стороны, значительной динамичностью, способностью откликаться на любые естественные изменения окружающей среды или вмешательства человека, а с другой - определенной "консервативностью", способностью противостоять возмущающим воздействиям, сохраняя свой статус, представляет собой незаменимый объект для решения очень многих вопросов, связанных с рациональной эксплуатацией почвенных ресурсов, прогнозирования последствий антропогенеза, а также создания теоретических основ почвенного мониторинга, стройной и обоснованной теории естественной эволюции почв и ландшафта в целом.

Почвоведы, занимающиеся генезисом и эволюцией почв, все чаще обращаются к характеристикам ископаемых почв, среди которых органическое вещество играет не последнюю роль. Хорошо сохраняясь в ископаемых почвах, органическое вещество отражает в своих свойствах и строении те природные условия, в которых протекало активное формирование гумуса. Несмотря на некоторые диагенетические преобразования, последний сохраняет основные свойства, присущие ему в эпоху становления почвы как природного тела, т.е. несет в себе определенную информацию о былых эпохах почвообразования.

При разработке теории гумусообразования органическое вещество ископаемых почв является незаменимым объектом, позволяющим

проследить процесс формирования системы гумусовых веществ в его историческом развитии. Практически в виде ископаемых почв мы имеем поставленные самой природой модельные опыты, отражающие влияние времени на функционирование и статус системы гумусовых веществ почв.

Гумусообразование как процесс формирования системы гумусовых веществ почв - процесс длительный, исторический, проходящий обычно ряд стадий, состоящий из элементарных гумусообразовательных процессов, сочетание которых зависит от хода изменения биоклиматических условий на протяжении периода активного формирования системы, а также длительности ее функционирования /Дергачева, 1984, 1988/. Практически большинство почв земного шара формировалось в течение длительных периодов, характеризующихся сменой биоклиматической обстановки, т.е. они полигенетичны /Ковда, 1973/. Аналогичные явления наблюдаются и в ископаемых почвах, отмечается наложение одного типа почв на другой /Зыкина и др., 1981/. В современную эпоху почвообразования среднеголоценовые почвы находятся в зоне активного влияния современного процесса гумификации, т.е. процесса формирования молекул специфических гумусовых веществ из продуктов разложения органических остатков. Происходит активное наложение продуктов современных процессов гумификации на уже сформированную ранее систему гумусовых веществ.

Ископаемые почвы лишены влияния современного процесса гумификации, а следовательно, в них отсутствует обновление гумусовых веществ за счет продуктов, образующихся как результат этого процесса. В итоге они содержат только такое органическое вещество, свойства и строение которого сформировались в условиях активного развития почв. И хотя гумусовые вещества ископаемых почв под влиянием раннего диагенеза могут изменить свои свойства и структуру, сравнительный анализ только "древних" разновозрастных гумусовых веществ позволяет наметить определенные пути их диагенетических преобразований и выделить свойства, менее всего подверженные диагенезу. Вполне очевидно, что создание теории гумусообразования как исторического процесса, процесса формирования специфической системы гумусовых веществ почв, невозможно без привлечения всесторонних исследований органического вещества ископаемых почв.

В последние два десятилетия набрало силу и оформилось в самостоятельное направление исследование органического вещества современных и ископаемых почв с применением радиоуглеродного датирования. И если первые датировки ископаемых почв в целом и их основного компонента (гумуса) использовались чаще всего для уточнения хронологии лессовых толщ и их стратиграфического расчленения, то к настоящему времени этот метод начинает применяться в решении ряда вопросов общей теории гумусообразования. Мы не будем останавливаться на вопросах, связанных с радиоуглеродным датированием органического вещества почв, поскольку совсем недавно вышла в свет очень хорошая книга О.А. Чичаговой

"Радиоуглеродное датирование гумуса почв" /1985/, где подробно обсуждаются разнообразные вопросы метода и его применение в почвоведении и палеогеографии.

Таким образом, практически все специалисты, занимающиеся вопросами, для решения которых необходимо использование "свидетелей" былых эпох почвообразования (диагностики палеопочв, генезиса и эволюции современных почв, эволюцией ландшафтов, растительности и др.) так или иначе обращают свое внимание на органическое вещество ископаемых почв. Это обусловлено тем, что:

почти все свойства почв зависят от содержания и состава органического вещества, наличие, количество и природа которого в значительной степени определяют направление процессов почвообразования /Кононова, 1968/;

органическое вещество постоянно присутствует в ископаемых почвах, хотя бы в небольших количествах, и может служить достоверным признаком для диагностики условий образования почв и вмещающих их осадочных отложений, даже в том случае, если они лишены пыльцы и фаунистических остатков /Глушанкова, 1972/;

характеристики органического вещества индицируют условия образования почв как отдельного стратотипического горизонта, так и определенного элемента рельефа;

органическое вещество ископаемых почв - удобный объект для изучения гумусовых кислот как особого класса органических веществ;

сравнение разновозрастных почв позволяет выделить те основные свойства гумуса, которые не претерпевают вторичных изменений и являются интегральным отражением былых условий почвообразования.

Получение и анализ отдельных параметров органического вещества позволяют определить изменения отдельных компонентов гумусовых веществ (а через гумус и всей почвы в целом) и таким образом оценить и возможную длительность существования этой системы без значительных вторичных преобразований.

Вся совокупность исследований органического вещества современных и ископаемых почв в конечном итоге позволит создать теорию гумусообразования как исторического процесса формирования и функционирования системы гумусовых веществ почв.

Число специалистов, изучающих органическое вещество ископаемых почв с самыми разными целями, с каждым годом увеличивается, и круг вопросов, для решения которых привлекаются исследования разновозрастных ископаемых почв, становится все шире. Из всего разнообразия вопросов, связанных с изучением органического вещества ископаемых почв, авторы свое внимание сосредоточили только на двух из них: на основе имеющихся материалов и собственных исследований предпринята попытка осветить современное состояние знаний, касающихся значения органического вещества ископаемых почв в общей теории гумусообразования и определить значение его исследований при решении вопросов палеопочвоведения, палеогеографии и стратиграфии. Такое ограничение поставленных

задач обусловливается, с одной стороны, недостаточным вниманием, уделяемым исследователями этим важным вопросам, и с другой - интересами авторов, которые начали изучение органического вещества ископаемых почв более десяти лет назад для разработки именно этих аспектов науки о гумусе.

Накоплен уже довольно обширный и разносторонний материал, характеризующий органическое вещество разновозрастных ископаемых почв. Однако до сих пор нет единых подходов к его изучению и интерпретации полученных характеристик. В практике применяются разные методы исследования, что затрудняет сопоставление имеющихся в литературе материалов и использование их для всевозможных обобщений, построений теоретических и концептуальных моделей, картирования и в решении более частных вопросов теории и практики исследования ископаемых почв.

Нами ранее были предложены некоторые методические подходы к изучению ископаемых почв, разработана система принципов и методов исследования и интерпретации получаемых результатов, на основе которых можно намечать конкретную тактику изучения ископаемых почв, проводить их диагностику и получать вполне сопоставимые характеристики /Дергачева и др., 1984 /. Были выделены три основных взаимосвязанных между собой принципа: зональности, синхронности, направленности и ритмичности, сравнений и аналогий. Кроме того, предложена система методов исследования ископаемых почв, которая состоит из взаимосвязанных между собой методов полевой и специальной диагностики. Среди последних выделяются методы типологической диагностики, позволяющие подтвердить и уточнить предварительную диагностику в полевых условиях, определить устойчивые классификационные признаки почв, которые можно использовать для генетической типологической диагностики ископаемых почв, выделить основные признаки и свойства, характеризующие элементарные почвообразовательные процессы, и методы частной диагностики, которые позволяют установить сохранность отдельных параметров и свойств ископаемых почв, а также определить их возраст. Среди методов типологической и частной диагностики изучение органического вещества занимает одно из ведущих мест.

Перед учеными любых направлений, использующими исследования органического вещества ископаемых почв, стоят две общие задачи: выявить характерные свойства гумуса, которые могли бы служить надежными диагностическими признаками и отражали бы первоначальные условия формирования древних почв, и определить направленность и степень вторичных преобразований органического вещества и их сохранности. В случаях решения задач, связанных с общей теорией гумусообразования или вопросами палеогеографии, стратиграфии, ландшафтоведения, возникают еще дополнительные задачи, которые будут рассматриваться в соответствующих главах работы.

В процессе обобщения литературных и собственных данных, характеризующих органическое вещество ископаемых почв разных

регионов Советского Союза, мы, с одной стороны, будем руководствоваться теми задачами, которые указаны выше, и рассматривать все имеющиеся материалы с точки зрения их пригодности для типологической диагностики, надежности как диагностического признака элементарных почвообразовательных процессов, неизменности, сохранности их свойств и, с другой - с точки зрения направленности и степени вторичных преобразований, т.е. временно́й изменчивости свойств и статуса гумуса ископаемых почв.

Нам представляется, что то большое количество материалов, характеризующих органическое вещество разновозрастных ископаемых почв, которое имеется в почвенной и геологической литературе и часто труднодоступно для специалистов смежных специальностей, требует обобщения. Кроме того, общие принципы подхода к интерпретации материалов, а также некоторые оригинальные взгляды одного из авторов на отдельные вопросы теории гумусообразования позволяют нам предложить вниманию читателей данную обобщающую работу.

Глава I

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ИСКОПАЕМЫХ ПОЧВ

Исследование органического вещества как метод познания и диагностики ископаемых почв

Несмотря на значительные внутригодичные флуктуации основных показателей гумуса /Дергачева, 1984/, содержание, распределение, состав гумуса, строение и свойства, а также внутрипрофильное изменение отдельных его компонентов могут служить вполне надежными диагностическими признаками, а также для классификации современных почв, так как являются характерными для каждого почвенного типа /Докучаев, 1883, 1898, 1899; Сибирцев, 1898; Тюрин, 1937, 1965; Кононова, 1951, 1963; Пономарева, 1955, 1956, 1964; Волобуев, 1953, 1968, 1973; Алиев, 1966, 1978; Орлов, 1974, 1977; Орлов и др., 1979; Пономарева, Плотникова, 1980; Александрова, 1980; Дергачева, 1984; Гришина, 1986; и др./. Это обусловлено тем, что процесс гумусообразования, являясь функцией биоклиматических условий, занимает ведущее положение в формировании морфологического облика и химического состава почв и обусловливает особенности их функционирования. В последнее время также выявлено, что эти показатели гумуса вполне могут служить и при диагностике ископаемых почв /Тюрин, Тюрина, 1940; Глазовская, 1956; Герасимов, 1961; Чичагова, 1961; Морозова, Чичагова, 1968; Добродеев, Глушанкова, 1968; Глушанкова, 1972; Глушанкова, Аммосова, 1974; Бирюкова, 1978; Дергачева, Зыкина, 1978, 1981б; Морозова, 1981; и др./.

Однако механическое перенесение на ископаемые почвы методов исследования, которые используются в современном почвоведении, хотя и дают возможность получать большой аналитический материал, но затрудняют его интерпретацию. Поэтому при применении современных методов исследования к изучению ископаемых почв - этого очень своеобразного природного образования - необходимо определение тех ограничений, которые следует иметь в виду, интерпретируя получаемые данные.

Ископаемые почвы, являясь, с одной стороны, объектом почвоведения, одновременно являются и объектом четвертичной геологии - геологическим телом. Их свойства, обусловленные условиями формирования и функционирования этого природного образования в былые эпохи почвообразования, в то же время находятся в зависимости от законов временнóго развития природных тел в геологические отрезки времени. Поэтому основные свойства органического вещества ископаемых почв являются интегральным признаком

генетико-исторического или генетико-временного их состояния, что требует особых подходов к их познанию.

Необходимо, с одной стороны, четкое разграничение современных методов исследования, применяемых для диагностики ископаемых почв, на информативные и неинформативные, а с другой - специфический творческий подход к интерпретации характеристик даже информативных признаков.

Вопросы, связанные с методологическими и методическими трудностями изучения ископаемых почв, поднимались многими авторами, которые, как правило, при этом давали определенные методические рекомендации для визуальных и аналитических исследований, обсуждали информативность применяемых методов, трудности интерпретации получаемых данных и обосновывали возможность использования той или иной характеристики почв для их диагностики /Крокос, 1931; Глазовская, 1956; Герасимов, 1961; Морозова, 1963, 1975, 1981; Руэ, 1968; Ливеровский, 1973; Сиренко, 1974, 1979; Глушанкова, Аммосова, 1974; Плюснин, 1975; Матвиишина, 1977; Чалышев, 1978; Зыкина и др., 1981; Дергачева, 1984; Дергачева и др., 1984; и др./.

Одним из самых информативных методов диагностики ископаемых почв и процессов почвообразования, протекавших в эпохи формирования почвенных тел, как отмечает большинство исследователей, является изучение органического вещества.

Становление метода познания и диагностики ископаемых почв на основе исследования органического вещества, начинается, пожалуй, с работ И.В. Тюрина /Тюрин, Тюрина, 1940/. И.В. Тюриным впервые было подчеркнуто, что ископаемые почвы имеют значение не только как "характерные памятники физико-биогеографических условий прошлого", но и при изучении "природы почвенного гумуса, так как являются ценными объектами для выяснения вопросов о характере изменений и о степени устойчивости почвенного гумуса как в целом, так и в особенности отдельных его соединений при разложении в течение длительного периода времени" /Тюрин, 1965, с. 227/. И.В. Тюриным /1936, 1951а/ были разработаны методики определения количества гумуса и его фракционно-группового состава, которые до сих пор применяются в практике почвенных исследований. Затем в очень обстоятельной работе им охарактеризован гумус ископаемых почв и сделаны выводы, основные из которых не потеряли своего значения до настоящего времени /Тюрин, Тюрина, 1940/. Он пришел к выводу о том, что после захоронения (погребения) почв постепенное разложение гумуса не прекращается, и именно этим объясняется невысокое его содержание в ископаемых гумусовых горизонтах: разложение гидролизуемых веществ происходит сильнее, отчего возрастает относительное содержание гуминов и гуминовых кислот; состав и свойства главных групп гумусовых веществ несколько изменяются в процессе разложения гумуса после погребения почв. Не все выводы И.В. Тюрина на имеющемся довольно ограниченном аналитическом материале подтвердились в дальнейшем, однако эта работа стала

первой программной работой для исследователей органического вещества ископаемых почв.

Понадобилось два последующих десятилетия, чтобы исследование органического вещества начало входить в практику изучения ископаемых почв, и еще два - чтобы этот компонент стал широко применяться для их познания и диагностики. В течение 40-60-х гг. появляется ряд работ, в которых в принципе отмечается важность изучения органического вещества ископаемых почв /Герасимов, 1946, 1961; Глазовская, 1956; Чичагова, 1961; Морозова, Чичагова, 1968; Добродеев, Глушанкова, 1968/. И если первые из названных авторов лишь отмечают возможность использования группового состава гумуса как одного из признаков при определении ископаемых почв, то уже в работе О.А. Чичаговой /1961/ приводятся убедительные данные, свидетельствующие об относительной сохранности соотношения основных компонентов гумуса в древних почвах, формирующихся в различных условиях, и делается вывод, что это соотношение (несмотря на некоторые диагенетические преобразования гумуса) "остается все же характерным для определенного типа почвообразования". Две последующие работы, вышедшие почти одновременно и посвященные одному и тому же вопросу - значению показателей состава и свойств гумуса почв и новейших отложений при решении вопросов палеогеографии, - явились как бы итоговыми, завершающими этот период исследования органического вещества ископаемых почв - период его становления как метода их познания и диагностики.

О.П. Добродеев и Н.И. Глушанкова /1968/ на большом фактическом материале, характеризующим органическое вещество разновозрастных ископаемых почв и рыхлых отложений двух удаленных и различных по истории развития территорий (Якутия и Приазовье), показали, что гумус в них с течением времени сохраняет первоначальные особенности. Это обстоятельство, заключают авторы, позволяет использовать исследования органического вещества палеопочв (и как самостоятельный метод, и в совокупности с другими методами) при решении вопросов палеогеографии, а также для изучения истории почвообразовательного процесса. Особенно значим этот метод как самостоятельный, по мнению авторов, в случае изучения "немых" толщ и при сопоставлении отдельных горизонтов (например, лёссов) разных разрезов внутри одной биоклиматической зоны.

В обстоятельной работе Т.Д. Морозовой и О.А. Чичаговой /1968/ не только приводятся данные по содержанию и составу гумуса, но и предпринимается первая попытка изучения оптической плотности и порога коагуляции гуминовых кислот ископаемых почв разного возраста. Подчеркивается, что соотношение основных групп гумусовых веществ, характерное для современных почв, сохраняется и в древних почвах. Авторы делают вывод о том, что полученные ими данные изучения состава гумуса и природы гуминовых кислот свидетельствуют о возможности судить по этим показателям о типах древних почв и что эти данные в комплексе с

характеристиками микростроения, морфологии и химического состава позволяют более определенно составлять представления об их генезисе, использовать при реконструкции первоначального облика и палеогеографической обстановки их формирования. Т.Д. Морозова и О.А. Чичагова /1968/ считают, что полученные ими данные по групповому и фракционному составу гумуса позволяют отметить ряд изменений в органическом веществе почв после их захоронения, которые обусловлены, по мнению авторов, как диагенетическими изменениями почв в целом, так и консервацией гумуса. Некоторые выводы этих авторов были подтверждены, отдельные из них уточнены, дополнены, развиты в более поздних работах по органическому веществу ископаемых почв. При этом следует сказать, что обстоятельная в методологическом и методическом отношении работа является этапной в становлении исследований органического вещества как одного из ведущих методов палеопочвоведения.

Значительную роль в становлении этого метода познания древних почв сыграли работы Н.И. Глушанковой и Я.М. Аммосовой /1973, 1974/, которые положили начало всестороннему исследованию гумуса не только на уровне его содержания и состава, но также природы и свойств макромолекул гумусовых веществ. Исследуя ископаемые почвы различного геологического возраста, авторы использовали целый комплекс анализов: определение общего содержания и группового состава гумуса; оптических плотностей в видимой и ультрафиолетовой частях спектра и элементного состава гуминовых кислот; ИК-спектров поглощения почв для выяснения атомных групп и типов связей гумусовых веществ с их минеральной частью, а также спектрального состава отраженных излучений с последующим вычислением спектрофотометрических коэффициентов. При этом предлагается проводить микроморфологические описания древних почв для установления характера распределения гумуса и его связей с минеральной частью почв. Особенности органического вещества ископаемых почв, выявленные с применением всей совокупности перечисленных методов, по мнению авторов, могут являться основой для выводов об условиях почвообразования былых эпох. Авторы также рекомендуют в качестве перспективного метода при палеогеографических исследованиях изучения природы и свойств гуминовых кислот, которые, несмотря на значительные диагенетические преобразования, сохраняют основные особенности и разнообразие свойств, присущих и современным почвам разных типов. Фульвокислоты, выделенные из различных ископаемых почв, почти не отличаются по свойствам и поэтому для целей диагностики применение их характеристик пока не рекомендуется.

Практически именно эти работы положили начало накоплению данных, характеризующих гумусовые вещества разновозрастных древних почв на макромолекулярном уровне в нашей стране, среди последних работ можно отметить исследования М.И. Дергачевой и В.С. Зыкиной /1977, 1979, 1981а, б/, О.А. Чичаговой и др. /1977, 1979/ и др.

В последующие годы затрагивались вопросы изучения органи-

ческого вещества как метода познания почв и почвенных процессов, однако они в основном не выходили за рамки положений рассмотренных выше работ /Морозова, 1975; Сиренко, 1979; Зыкина и др., 1981; и др./. Были также предприняты попытки разделения свойств органического вещества ископаемых почв на различные по информативности группы /Морозова, Чичагова, 1979; Дергачева, 1984; Дергачева и др., 1984/.

Т.Д. Морозова и О.А. Чичагова /1979/ выделили две группы специфических свойств органического вещества. Одну, включающую консервативные свойства, характеризующие генезис ископаемых почв, и вторую, объединяющую свойства, связанные с трансформацией его во времени и в результате педометаморфизма. К первой группе авторы отнесли показатели группового состава гумуса (за исключением содержания гуминов), степень гумификации (по Л.А. Гришиной, Д.С. Орлову /1978/), а также содержание неспецифических органических веществ – липидов, углеводов, хлорофилла как показателей прошлого гидроморфизма. Во второй группе характеристик органического вещества были объединены: содержание общего органического углерода; углерода гидролизуемых соединений и гумина; фракционный состав гумуса и физико-химические свойства гуминовых кислот.

Нами был принят несколько другой подход, основанный не на оценке информативности свойств органического вещества ископаемых почв, а на оценке методов всестороннего исследования гумуса почв как на уровне его состава, так и макромолекулярных особенностей отдельных его компонентов. Практически нами оценивались все методы исследования гумуса ископаемых почв с точки зрения надежности и информативности получаемых с их помощью характеристик как признака для генетической диагностики, и одновременно как признака, фиксирующего те или иные временные изменения отдельных компонентов органического вещества или гумуса в целом. Это обусловлено спецификой подхода к изучению органического вещества древних почв, используемого как метод познания процесса гумусообразования или иначе процесса формирования и функционирования системы гумусовых веществ в историческом аспекте (при котором необходимо изучение всевозможных трансформаций гумусовых веществ почв во времени) и одновременно как метод диагностики ископаемых почв (при котором самым главным является выделение надежных диагностических признаков, отражающих обстановку их формирования).

Что касается познания органического вещества для диагностики палеопочв, восстановления палеогеографической обстановки и других вопросов четвертичной геологии, то, как нам представляется, на данном этапе достаточными и надежными признаками могут служить: отношение $C_{гк}:C_{фк}$, электронные спектры гуминовых кислот, фиксирующие признаки былого гидроморфизма, изменение этих показателей по профилю исследуемых почв и некоторые другие. При решении же вопросов, связанных с общей теорией гумусообразования необходимо рассмотрение как можно большего набора признаков отдельных компонентов гумуса, которые в ископаемых почвах яв-

ляются интегральными показателями генетико-временного состояния системы гумусовых веществ.

Более подробно каждый из аспектов этого подхода к изучению органического вещества будет рассматриваться в соответствующих главах. Здесь приведем только оценку всех используемых методов исследования органического вещества почв и информативности отдельных его характеристик, а также описание методик, рекомендуемых для изучения этого компонента современных и ископаемых почв. Выбор рекомендуемых методик исследования обусловлен, с одной стороны, необходимостью получения сравнимых результатов для различных сопоставлений и, главное, накопления банка данных для диагностики палеопочв в будущем, и с другой - наибольшей их информативностью с точки зрения одновременного получения набора характеристик гумуса и отдельных его компонентов.

Оценка метода в целом предопределяет необходимость оценки каждого из применяемых частных методов изучения особенностей органического вещества, дальнейший их синтез и группировку по информативности для целей диагностики и познания процесса гумусообразования во временном аспекте.

Групповой состав гумуса. Соотношение основных компонентов гумуса - наиболее устойчивый признак состава гумуса современных и ископаемых почв. Отношение содержания гуминовых кислот и фульвокислот ($C_{гк}:C_{фк}$) широко используется в качестве диагностического и классификационного признаков при решении различных вопросов почвоведения. Этот показатель - достаточно надежный признак, по которому можно судить о сохранности органического вещества и соответствии его в ископаемых почвах изначальным условиям, в которых протекало формирование почвенного тела. Д.С. Орлов с соавт. /1979/ считают, что групповой состав гумуса относится к признакам, формирующимся длительный период времени и способным столь же долго сохраняться неизменным. Отношение $C_{гк}:C_{фк}$ используется при диагностике ископаемых почв практически всеми палеопедологами, поскольку большинством авторов, исследовавших органическое вещество древних почв, показано, что оно не является функцией их возраста, а отражает генезис почв, соответствует типу гумуса, присущему в эпоху становления данного почвенного тела /Морозова, Чичагова, 1968; Добродеев, Глушанкова, 1968; Глушанкова, Аммосова, 1974; Бирюкова, 1976; Дергачева, Зыкина, 1978; Цацкин, 1979; Морозова, 1981; и др./.

Что касается третьего компонента гумуса ископаемых почв - гуминов, то в отношении его мнения исследователей разноречивы. Так, Т.Д. Морозова, О.А. Чичагова /1968, 1979/ отмечают, что содержание гуминов в ископаемых почвах после погребения возрастает. Еще ранее М.А. Глазовская /1956/, вслед за И.Д. Седлецким /1936/, высказывала мнение о том, что в гумусе ископаемых почв сохраняется только наиболее устойчивый компонент гумуса - гумины. Однако О.Н. Бирюкова и Д.С. Орлов /1980/, обобщив ту

часть литературных материалов по составу гумуса ископаемых почв, в которых проведена их диагностика на уровне типа и подтипа, пришли к выводу, что среднестатистические параметры состава гумуса, в том числе содержание гуминов, не выходят за пределы, установленные для соответствующих типов современных почв. Нами ранее получены данные о значительных колебаниях относительной доли гуминов в составе гумуса в разновозрастных ископаемых почвах, которые скорее отражают изначальные (до захоронения) свойства гумуса, а не возраст почв /Дергачева, Зыкина, 1978; Дергачева, 1984/.

Вопрос о значении гуминов в диагностике ископаемых почв еще до конца не ясен. С одной стороны, при изучении ископаемых почв мы имеем дело с истинными гуминами, т.е. гумусовыми кислотами, наиболее прочно связанными с минеральной частью почв. В отличие от современных почв здесь отсутствуют неполногумифицированные растительные остатки, как правило, завышающие в первых содержание гуминов. Поэтому негидролизуемый остаток, который остается в ходе анализа группового состава гумуса в современных и ископаемых почвах, не идентичен по составу. С другой стороны, содержание этого компонента гумуса зависит от выбора применяемой методики исследования. Мы располагаем большим материалом, подтверждающим это, но в качестве примера приведем результаты по содержанию негидролизуемого остатка – гуминов (% от общего органического углерода), определенные по методам Кононовой – Бельчиковой /1961/ и Пономаревой – Плотниковой /1968/ только для горизонта А изученных нами ископаемых почв разного возраста района Барнаульского Приобья:

	ev_1	ev_2	shp_2	br_1	br_1	br_2	is_1	is_1	is_2
Метод Кононовой – Бельчиковой	64	57	62	67	63	65	27	72	40
Метод Пономаревой – Плотниковой	52	43	43	50	35	42	23	41	34

Как правило, количество гуминов, определяемое в ходе анализа по методике Кононовой – Бельчиковой /1961/, значительно выше, чем при применении методов Тюрина /1951б/, Пономаревой /1957/, Пономаревой – Плотниковой /1968/.

Таким образом, поскольку соответствие характеристик группового состава гумуса современных и ископаемых аналогов достаточно обосновано, показатели соотношения отдельных групп органического вещества – вполне надежный признак при определении направленности процесса гумусообразования, протекавшего в былые эпохи, а также при генетической диагностике почв, то использование данных соотношения основных компонентов гумуса при любых исследованиях ископаемых почв вполне целесообразно. При этом для получения

сравнимых данных необходимо применять одни и те же рабочие методики анализа.

Фракционный состав гумуса ископаемых почв изменчив во времени, зависит от условий функционирования почв после "захоронения" и, следовательно, не может выступать в качестве диагностического признака палеопочв и служить для целей восстановления условий их образования. Содержание и соотношение отдельных фракций гумусовых веществ наиболее сильно подвержены изменениям во времени. Большинство авторов отмечают возрастание доли гуминовых кислот, связанных с кальцием, отсутствие свободных и связанных подвижно с полуторными окислами форм гуминовых кислот, уменьшение количества легкогидролизуемых веществ /Тюрин, Тюрина, 1940; Чичагова, 1961, 1985; Морозова, Чичагова, 1968; Глушанкова, 1972; Бирюкова, 1976; Дергачева, Зыкина, 1981а; и др./. Связь гумусовых кислот с минеральной частью почв, как оказалось, неустойчива во времени, формы связи подвергаются значительным вторичным преобразованиям, которые оценить количественно пока невозможно /Дергачева, 1984/.

Теоретически, как нам представляется, причины повышенного содержания в ископаемых почвах гуминовых кислот, связанных с кальцием, не могут быть объяснены пока однозначно /Дергачева, 1984/. Можно предполагать, что увеличение доли гуминовых кислот, связанных с кальцием, могло происходить за счет чисто химического взаимодействия части гуминовых кислот (по-видимому, в основном свободных их форм) с кальцием, что и явилось причиной некоторого увеличения абсолютных (и относительных) количеств гуматов кальция в почвах. Вполне возможно, что при сохранении абсолютного содержания гуматов кальция на определенном, присущем исследуемым почвам, первоначальном уровне возрастание их относительной доли в составе гумуса может объясняться почти полным исчезновением гуматов полуторных окислов в результате их разложения. Не исключено, что при разложении гуматов полуторных окислов идет как полная их минерализация, так и образование промежуточных продуктов распада, которые участвуют в поддержании системы гумусовых веществ в определенном динамическом равновесии. При этом может происходить процесс достройки или построения новых молекул гуминовых кислот из продуктов неполного разложения гуматов полуторных окислов и взаимодействие вновь сформированных молекул с кальцием при условии его избытка в почве. По-видимому, предположение И.В. Тюрина и Е.И. Тюриной /1940/ о возможности новообразования одних групп соединений гумуса за счет других при их неполном разложении следует считать верным. Можно полагать, что в ископаемых почвах происходит разложение бурых гуминовых кислот и связанных с ними фульвокислот, а также свободных и связанных подвижно с полуторными окислами фульвокислот, а продукты их неполного разложения идут на поддержание стационарного состояния системы гумусовых веществ, причем этот процесс происходит в течение всего времени существования почв в ископаемом состоянии вплоть

до полного их исчезновения. Отсутствие в составе гумуса ископаемых почв гумусовых кислот, связанных с полуторными окислами, и свободных их форм полностью согласуется с высказанным предположением. Этим, по-видимому, можно объяснить тот факт, что при очень значительном сокращении общего содержания органических веществ за период, прошедший с "момента" захоронения почв до настоящего времени, состав гумуса остается почти постоянным. Иными словами, в ископаемых почвах система гумусовых веществ может поддерживать свой состав за счет "внутренних ресурсов". Именно таким образом гумус может сохранять столь длительное время соотношение отдельных групп гумусовых веществ на уровне, присущем ему в эпоху равновесного функционирования почвы. Тем более, что все это происходит в обстановке пониженной активности и специфичности большинства процессов преобразования органического вещества в связи с изолированностью их от влияния продуктов современных процессов гумификации и почвообразования в целом. Изучение фракционного состава гумуса дает разнообразную информацию об изменениях состояния гумуса почв с течением времени.

Оценивая возможность использования фракционно-группового состава гумуса как одну из составных частей метода познания и диагностики ископаемых почв, можно отметить, что он является одним из самых информативных частных методов, отражающих генетико-временное состояние системы гумусовых веществ палеопочв. При сохранности соотношения основных компонентов гумуса, позволяющих проводить диагностику типа почвообразования, сами компоненты изменяют свое состояние в почве с течением времени, что отражается на изменении форм связи гумусовых веществ с минеральной частью почвы и позволяет судить о временной изменчивости процесса гумусообразования и направленности этих изменений. Таким образом, для любых диагностических целей палеопочв необходимо изучение группового состава гумуса, а для целей познания изменчивости системы гумусовых веществ в геологические отрезки времени - фракционного состава его компонентов (в том числе и состава гуминов).

Состав структурных элементов макромолекул гуминовых кислот. Гуминовые кислоты, как показано исследователями, являются тем компонентом гумусовых веществ, свойства которых лучше всего отражают специфику каждого типа почв и условий почвообразования. В современных почвах условия почвообразования оказывают влияние на элементный состав, молекулярные массы, соотношение компонентов периферической и центральной (так называемой ядерной) частей макромолекул, оптические и другие свойства /Тюрин, 1937, 1949, 1951а; Кононова, 1951, 1956, 1963; Орлов, 1970, 1974, 1979; и др./. В ископаемых почвах эти характеристики макромолекул гуминовых кислот одновременно отражают генетическую сущность и вторичную преобразованность гумуса, т.е. являются, так же как и в случае состава гумуса, интегральным показателем генетико-исторического или генетико-временного состояния системы гумусовых веществ. Та инфор-

мация, которую получает исследователь, изучая особенности компоновки макромолекул гуминовых кислот, их состав и свойства, позволяет, с одной стороны, получать дополнительные критерии для типологической диагностики, сопоставления одновозрастных ископаемых почв (и, в свою очередь последних - с современными аналогами) и, с другой - проводить оценку сохранности и глубины их временной преобразованности.

Прежде чем оценивать каждый из рекомендуемых нами к использованию частных методов познания химического состава и строения макромолекул гумусовых кислот (и в частности, гуминовых кислот как наиболее генетически зависимого компонента почв), необходимо остановиться на вопросе их выделения и идентификации.

Ископаемые почвы - сложное природное образование, которое тысячелетия находится в иных, чем в период формирования, условиях. Применяя для выделения гуминовых веществ любые методы, исследователь должен сначала убедиться, что выделенные вещества могут растворяться в водных растворах щелочей и выпадать в темный гелеобразный осадок при подкислении данного раствора, поскольку, по мнению Е.М. Заславского /1979/, этих признаков достаточно, чтобы убедиться, что мы имеем дело именно с гуминовыми кислотами. Однако в современных почвах, как известно, в водных щелочах могут растворяться и выпадать при подкислении в осадок и некоторые темноокрашенные пигменты, не относящиеся к классу гуминовых кислот /Орлов, 1974/. Поэтому на следующем этапе необходимо идентифицировать принадлежность экстрагированных веществ к классу специфических гумусовых кислот, который был выделен Д.С. Орловым /1974/ как класс органических веществ с переменным составом. Если при этом преследуется цель изучить особенности химического состава и строения макромолекул гумусовых кислот, то необходимо получить сначала ряд характеристик, которые дадут уверенность в том, что выделенные вещества действительно - гумусовые кислоты. Для отнесения гумусовых кислот к специфическому классу органических веществ Д.С. Орлов /1974/ предложил использовать сочетание ряда признаков, таких как элементный состав, характер инфракрасных и электронных спектров, наличие бензолполикарбоновых кислот как структурных единиц и наличие определенной доли азота, остающегося после гидролиза макромолекул гумусовых кислот в их негидролизуемом остатке. Только сочетание указанных признаков, показатели которых лежат в пределах, характерных для представителей класса гумусовых веществ, позволяет с уверенностью отнести исследуемые органические соединения ископаемых почв к этому классу веществ. В некоторых случаях достаточно сочетания из трех названных признаков, но определение элементного состава всегда обязательно /Орлов, Гришина, 1981/ (табл. 1).

Когда исследования гумусовых кислот ископаемых почв проводятся для характеристики генетико-временной их изменчивости, изменчивости в пространстве и времени, необходимо, кроме всего прочего, применение стандартизированных методик извлечения

Таблица 1. Вероятные пределы средних значений диагностических показателей гумусовых кислот (по Д.С. Орлову, Л.А. Гришиной /1981/)

Показатель	Гуминовые кислоты			Фульвокислоты трех типов почв
	черноземов	сероземов	дерново-подзолистых почв	
C, %	55-61	49-58	46-53	36-44
N, %	3,6-4,5	3,9-5,7	3,3-6,0	3,0-4,4
Негидролизуемый азот, % от общего				
всего	43-63	31-47	26-44	20-30
гетероциклический	10-35	7-12	0-11	0-5
Выход бензолкарбоновых кислот,%	7-26	8-15	6-7	3-6
$E^{0,001\%\,ГК(ФК)*}_{1\ см,\ 465\ нм}$	0,097-0,119	0,058-0,120	0,041-0,057	0,007-0,015

* Оптическая плотность раствора гуминовой кислоты (фульвокислоты), содержащего 1 мг/мл вещества, при толщине слоя 1 см и при длине волны 465 нм.

и анализа гумусовых веществ, что является непременным условием любого сравнительно-аналитического метода. При этом на первый план выходят два необходимых условия: применение стандартизированных условий экстрагирования и осаждения гуминовых кислот, а также стандартизированных методик их анализа.

Для исследования гуминовых кислот разновозрастных ископаемых почв нами использован широкий набор характеристик, полученный с применением современных аналитических и инструментальных методов /Дергачева, Зыкина, 1981а, б; Дергачева, 1984; Дергачева и др., 1984/.

Элементный состав гуминовых кислот палеопочв позволяет получить большую информацию о принципах компоновки, строения макромолекул, их особенностях, связанных с различным происхождением, о направленности процесса древнего гумусообразования, а также изменчивости их химического состава и строения после "захоронения" почв. Характеристики элементного состава гуминовых кислот разновозрастных ископаемых почв свидетельствуют о соответствии соотношения основных элементов в них стандартным показателям, присущим классу гумусовых кислот /Глушанкова, Аммосова, 1974; Дергачева, Зыкина, 1981а, б; Дергачева, 1984; Дергачева и др., 1984/. В то же время различия в соотношении элементов в гуминовых кислотах почв различного геологического возраста, которое отражает разную степень окисленности, обуглероженности, ароматичности, скорее всего не являются строгой функцией времени, отражают особенности условий формирования каждой из ископаемых почв, и соответственно несут в себе информацию как об особенностях генезиса почв, так и о направленности функционирования системы гумусовых веществ в геологические отрезки времени. Следует отметить, что для решения различных проблем, связанных с энергетикой процесса гумусообразования, можно применять результаты изучения элементного состава гумусовых кислот, по которым рассчитываются запасы энергии в отдельных компонентах гумуса /Тюрин, 1937; Мовсисян, 1959; Алиев, 1972, 1973/.

Электронные спектры поглощения (область 200-750 нм) позволяют проводить сравнение характеристик гуминовых кислот, особенностей их свойств и строения как функции генетико-временного состояния системы гумусовых веществ в почвах разного геологического возраста. В современных почвах установлена четкая связь между оптическими свойствами гуминовых кислот и условиями их образования /Кононова, 1963; Бельчикова, Кононова, 1972; Kumada, 1955; и др./. Гуминовые кислоты, выделенные из разных типов почв, отличаются не только абсолютными значениями показателей, характеризующих их оптические свойства ($E_{C\,мг/мл}$, $E^{0,001\%ГК}_{l=1\,см}$) при конкретных длинах волн, но и наклоном кривых светопоглощения по отношению к оси абсцисс (вид кривых светопоглощения, отношение $E_4:E_6$).

Характер кривых светопоглощения в координатах D – λ (D – оптическая плотность, λ – длина волны) позволяет установить следы гидроморфизма почв по наличию в них максимумов при длинах волн – 269, 450, 570, 610 нм /Орлов, 1966, 1974; Kumada, Sato, 1967; Kumada et al.,1967; и др./. Эти максимумы светопоглощения в щелочных растворах гуминовых кислот почв, развивающихся в гидроморфных условиях или испытывающих избыточное увлажнение, обусловлены присутствием фракции P_g /Kumada, Sato, 1967; Kumada, Hurst, 1967; Орлов, 1968/.

В настоящее время признано, что оптическая плотность гуминовых кислот зависит от степени конденсированности их макромолекул, что увеличение доли ароматических структур в них влечет за собой возрастание оптической плотности и что наклон кривых дает определенную информацию (особенно в сравнительном плане) об изменении компоновки макромолекул, т.е. о соотношении в них периферической и центральной частей, степени обуглероживания гуминовых кислот /Kumada, 1955; Кононова, 1951, 1963; Орлов, 1970, 1974; Бельчикова, Кононова, 1972; и др./.

Для сравнительной количественной характеристики оптических свойств гумусовых кислот разновозрастных ископаемых почв рекомендуется коэффициент $E^{0,001\%C(ГК)}_{1\ см,\ 465\ нм}$, который соответствует оптической плотности раствора с концентрацией углерода (гумусовой кислоты) 0,001% при ширине поглощающего слоя l = 1 см и определенной длине волны 465(454) нм /Орлов, Гришина, 1981/. В.В. Пономарева и Т.А. Плотникова /1975/ рекомендуют показатель E_C мг/мл, характеризующий оптическую плотность раствора с концентрацией 1 мг углерода в 1 мл, который определяется в ходе исследования фракционного состава гумуса. В некоторых случаях можно вычислять отношение $E_4 : E_6$, которое, согласно Е. Вельте /Welte, 1955/, соответствует отношению оптических плотностей раствора гуминовых кислот при длинах волн 472 и 664 нм. Этот показатель удобно использовать для сравнительных сопоставлений в том случае, когда неизвестна концентрация исследуемого вещества в растворе. Д.С. Орлов и Л.А. Гришина /1981/ рекомендуют это отношение вычислять при λ – 465 и 650 нм, подчеркивая, что указание длин волн при публикации обязательно.

Абсолютные значения коэффициента оптической плотности, каким бы методом он не был вычислен, зависят от условий формирования гумусовых кислот /Кононова, 1963/. В более сухих и теплых условиях образуются кислоты, имеющие хорошо сформированное ароматическое ядро, составляющее большую долю макромолекул, и небольшую периферическую (алифатическую) часть. При изменении условий в сторону гумидизации доля алифатических группировок, как правило, возрастает, что сказывается на уменьшении абсолют-

ных величин коэффициента $E^{0,001\%}$, E_C мг/мл, или увеличении абсолютных величин отношения $E_4:E_6$.

В ископаемых почвах характеристики электронных спектров гуминовых кислот или их оптических свойств при определенной длине волны вполне отражают изначальные свойства макромолекул. Изменение их во времени не перекрывает первоначальные особенности строения и компоновки молекул, а потому они могут способствовать диагностике палеопочв и соответственно реконструкции условий древнего почвообразования в комплексе с другими частными методами исследования органического вещества почв.

Инфракрасные спектры гуминовых кислот (в интервале волн 25-12 нм) современных и ископаемых почв характеризуются большим набором полос поглощения, соответствующих широкому набору различных атомных группировок, имеют общий мотив построения и позволяют выявлять изменения, происходящие в системе гумусовых веществ в геологические отрезки времени /Глушанкова, Аммосова, 1974; Дергачева, Зыкина, 1981а, б; Дергачева, 1984/. Именно специфический мотив построения инфракрасных спектров принят Д.С. Орловым /1974/ за один из диагностических признаков органических веществ, составляющих класс гумусовых кислот.

При изучении ископаемых почв целесообразно снимать инфракрасные спектры не только гуминовых кислот, но и почв в целом. Это позволяет получить сравнительные данные о наличии в исследуемом веществе различных атомных группировок, функциональных групп, а также информацию о возможных связях гумусовых веществ с минеральной частью почв. Достоинством метода является возможность получения информации о природном теле без нарушения его химической целостности. Однако метод очень сложен из-за трудностей, возникающих при расшифровке и интерпретации спектров /Орлов, 1974/. Творческий подход к применению метода ИК-спектроскопии при исследовании пространственно-временной изменчивости системы гумусовых веществ может дать большую информацию о генетико-временном ее состоянии в почвах разного геологического возраста и разного типа почвообразования.

Молекулярные массы гуминовых кислот, их средние значения можно рассчитывать исходя из результатов хроматографии на гелях /Детерман, 1970; Карпухин, 1984/. Точные молекулярные массы каждого из компонентов гумуса в целом определить невозможно, поскольку гумусовые кислоты полидисперсны, чаще всего очень интенсивно окрашены, а также плохо растворимы (или совсем не растворимы) в воде и в большинстве органических растворителей. Все это очень затрудняет применение общепринятых методов определения молекулярных масс. В то же время выявление совокупности молекул с определенной молекулярной массой дает возможность приближенной оценки гумусовых кислот и сравнительных сопоставлений. Как правило, сравниваются кривые молекулярно-массового распределения гуминовых кислот по положению отдельных пиков выхода их фракций с довольно узким пределом колебаний моле-

кулярных масс. Для более точного определения пределов молекулярных масс гуминовых кислот определенных фракций можно применять довольно простой метод калибровки гельхроматографической колонки стандартными веществами с точными молекулярными массами /Детерман, 1970/. В качестве основы для гельхроматорграфии используются гели типа Sephadex (Швеция) и Молселект (Венгрия).

Использование данных, характеризующих распределение фракций гумусовых веществ по молекулярным массам (так называемое молекулярно-массовое распределение - ММР), дает возможность выявить особенности полидисперсности (сочетаемости молекул с разной молекулярной массой) гуминовых кислот в связи с различным генезисом почв и при сравнении разновозрастных ископаемых почв выяснить характер направленности их временных изменений.

Степень гидролизуемости гуминовых кислот показывает соотношение в них конденсированного ароматического ядра и периферической алифатической части, определяется структурой гуминовых кислот и зависит от условий функционирования почвы. В среднем в разных типах современных почв негидролизуемая часть гуминовых кислот составляет 60-70% /Орлов, 1974/, а в разновозрастных ископаемых почвах - более трех четвертей их веса (75-90%) /Дергачева, Зыкина, 1981а; Дергачева, 1984/, что свидетельствует об изменении компоновки частиц гуминовой кислоты в геологические отрезки времени. Степень гидролизуемости - тот признак, который четко фиксирует именно временные изменения в гуминовых кислотах почв после их "захоронения". Увеличение доли негидролизуемой при жестком кислотном гидролизе части макромолекул гуминовых кислот свидетельствует о возрастании доли ароматического "ядра" (и соответственно снижении доли алифатических группировок в периферии молекул). При сравнении разновозрастных ископаемых почв этот показатель может способствовать познанию направленности вторичных преобразований гумуса.

Изучение структурных единиц ароматической "ядерной" части гуминовых кислот требует применения методов глубокого ее разрушения и использования специальной аппаратуры. Нами эти исследования для ископаемых почв до сих пор не проводились.

Гидролизуемая часть гуминовых кислот скомпонована различными структурными единицами, из которых наибольшее значение и изученность имеют углеводы и аминокислоты.

Углеводы - структурный компонент макромолекул гумусовых кислот /Драгунов и др., 1948; Орлов, 1974; Kleinhempel, 1967; Felbeck, 1971; и др./, наличие которого подтверждается как химическими, газово-хроматографическими методами исследования их гидролизатов, так и методом ИК-спектроскопии без нарушения целостности их частиц /Tan, Clark, 1969; Sklodowski, 1974; Дергачева, Кузьмина, 1979; и др./. Количество углеводов, их качественный набор в гуминовых кислотах современных почв различного генезиса колеблется в значительных пределах /Юхнин и др., 1973; Садовникова, Орлов, 1976; Дергачева, Кузь-

мина, 1979; и др./. Хотя определенной специфичности состава углеводов в молекулах гумусовых кислот почв различного генезиса не обнаружено, соотношение различных форм углеводов вполне отражает условия, при которых протекает процесс гумусообразования /Дергачева, Кузьмина, 1979/.

Аналогично современным почвам, углеводы присутствуют в гуминовых кислотах ископаемых почв (во всяком случае плейстоценовых), однако содержание этого компонента молекул в десятки раз меньше, чем в первых, и составляет 0,2-1,0% от веса препарата /Дергачева, Зыкина, 1981а; Дергачева, 1984/. При этом нами отмечена некоторая тенденция уменьшения количества углеводов в гуминовых кислотах палеопочв с увеличением их геологического возраста.

Содержание и состав углеводных компонентов в гидролизатах гуминовых кислот могут дать дополнительную информацию об их вторичных изменениях в геологические отрезки времени.

Аминокислоты представляют непременный компонент гуминовых кислот современных и ископаемых почв, причем по качественному набору различных аминокислот в их периферической части все почвы очень близки. Так в гуминовых кислотах разных типов современных почв индентифицируется в среднем 15-20 аминокислот /Зырин и др., 1964; Крыстанов, 1972; Кузьмина, 1981; Domke, 1972; Benerjee, 1974; Sowden, Schnitzer, 1976; Tsutsuki, Kuwatsuka, 1978; и др./, а в ископаемых почвах - 12-14 аминокислот /Дергачева, Зыкина, 1981б; Дергачева, 1984/. Спектр аминокислот гумусовых веществ современных почв однотипен, в ископаемых также отличается обычно незначительно (на 1-3 аминокислоты). Что касается количественного содержания аминокислот, то в зависимости от возраста почв в гуминовых кислотах сохраняется от одной трети до половины того количества, какое определяется в современных почвах. При этом предварительные данные позволяют предполагать, что сокращение количеств каждой отдельной аминокислоты происходит в долевом отношении почти одинаково, т.е. в среднем на равную долю /Дергачева, 1984/.

Таким образом, практически вторичные преобразования не влияют на качественный спектр и долевое соотношение идентифицируемых аминокислот в макромолекулах гуминовых кислот ископаемых почв, а временные изменения касаются только их содержания. Поэтому изучение аминокислотного состава гуминовых кислот позволит оценить, с одной стороны, сохранность этого компонента гумуса ископаемых почв и, с другой - степень и направленность возможных их изменений в геологические отрезки времени.

Вопрос о надежности критериев, используемых для диагностики палеопочв ставит перед исследователями еще одну важную задачу, от успешного решения которой зависит достоверность диагностики - это поиск тестов или методов оценки условий и степени сохранности ископаемых почв и их отдельных компонентов. Только имея надежные критерии определения сохранности тех свойств ископаемых почв, которые используются в качестве диагностических, можно

с уверенностью применять конкретные данные, характеризующие эти свойства почв, для различных целей. При этом, как нам кажется, можно идти двумя путями: использовать специальные индикаторные вещества, которые должны быть неустойчивы в биологически активной среде (таким образом, их наличие будет индицировать отсутствие в прошедший отрезок геологического времени активного протекания биохимических процессов /Бирюкова, Орлов, 1978б/); использовать "метчики" или тестовые вещества, позволяющие свидетельствовать сохранность или малую изменяемость того компонента почв, свойства которого используются в качестве диагностического /Дергачева, Зыкина, 1979/.

Хлорофилл и его производные. Определение содержания хлорофилла и его производных - удобный и информативный признак, позволяющий свидетельствовать о сохранности органического вещества ископаемых почв. Эти вещества в качестве индикаторных были предложены О.Н. Бирюковой и Д.С. Орловым /1978б/ на основании того, что они отвечают всем необходимым условиям, которые определяют возможность использования их в качестве тестов сохранности органического вещества почв: имеют ограниченное число путей попадания в осадок (только из растительных остатков в период активного протекания процесса гумусообразования), могут быть легко обнаружены даже в малых количествах (так как имеют очень своеобразный спектр поглощения в видимой области) и являются неустойчивыми в биологически активной среде. Наличие и содержание хлорофилла может служить критерием интенсивности биологических процессов в почвах, современных и ископаемых осадках: в случае, когда почва находилась после "захоронения" в условиях биологически неактивной среды, условиях пониженной биологической активности, хлорофилл (и другие подобные ему пигменты) будет сохраняться, а в почвах с высокой биологической активностью - разрушаться.

Поскольку хлорофилл - одно из наиболее нестойких веществ, то сохранность его может свидетельствовать и о сохранности органического вещества в целом, специфическая гумусовая часть которого более устойчива и менее отзывчива к изменению среды, чем хлорофилл. Присутствие хлорофилла в ископаемой почве, несомненно, может свидетельствовать о сохранности почвенного органического вещества в целом, однако отсутствие этого индикаторного вещества не может служить критерием значительных вторичных его преобразований, поскольку может быть обусловлено изначальными условиями формирования и дальнейшего функционирования этих почв. Так, в некоторых типах современных почв, как правило, развивающихся в биологически активной среде (черноземы, каштановые почвы), хлорофилл не обнаруживается даже изначально, поэтому отсутствие его не свидетельствует о значительных преобразованиях и слабой сохранности органического вещества почв после их захоронения.

Аминокислотный состав гуминовых кислот предложен нами /Дергачева, Зыкина, 1979/ для оценки сохранности органи-

ческого вещества ископаемых почв. Поскольку спектр аминокислот, входящих конституционно в гуминовые кислоты, однотипен, аминокислоты очень устойчивы в диагенезе /Дроздова, 1977/, ископаемые почвы имеют сходный с современными качественный набор и соотношение аминокислот в гидролизуемой части гуминовых кислот /Дергачева, Зыкина, 1979, 1981б/, то можно вполне использовать в качестве критерия сохранности гуминовых кислот этот их компонент. Аналогичные показатели можно получать для фульвокислот и для органического вещества в целом. Хотя метод этот очень трудоемок.

Пигмент P_g отнесен О.Н. Бирюковой и Д.С. Орловым /1980/ также к индикаторным веществам, поскольку он очень чутко реагирует на изменение условий. Как правило, этот пигмент обнаруживается в почвах, испытывающих даже временное избыточное увлажнение, и, как указывалось выше, в гидроморфных почвах. При осушении и окультуривании почв пигмент исчезает. Аналогично хлорофиллу и его производным, наличие пигмента P_g может свидетельствовать о сохранности тех условий, которые способствовали сохранению этого тестового вещества, но отсутствие его не означает слабой сохранности и значительных преобразований органического вещества ископаемых почв, потому что в почвах автоморфных он практически не встречается. Как видно, поиск методов оценки сохранности органического вещества ископаемых почв остается злободневным вопросом.

При изучении этого вопроса наиболее надежным будет использование сочетания разных методов, направленных на выявление наиболее достоверных признаков сохранности органического вещества (путем определения его конституционных свойств) и условий функционирования системы гумусовых веществ после "захоронения" почв.

Оценивая метод познания и диагностики ископаемых почв, на основе исследований органического вещества можно отметить следующее. Среди частных методов, его составляющих, можно выделить три группы, объединяющие три типа признаков:

диагностико-генетические методы, при помощи которых получают характеристики, строго отражающие генетическую сущность ископаемых почв, направленность почвообразования, палеогеографические условия формирования и активного их функционирования, т.е. наименее изменчивые во времени признаки;

диагностико-временные методы, способствующие определению направленности изменений, происходящих после "выхода" почв из сферы активного функционирования, после их "захоронения", т.е. наиболее изменчивых во времени признаков;

методы, позволяющие получить интегральные характеристики генетико-временного состояния почв, т.е. признаки, одновременно диагностирующие свойства, обусловленные биоклиматическими условиями во время активного формирования профиля ископаемой почвы, и их временные преобразования. Как правило, это относится к тем

признакам, вторичные изменения которых не перекрывают их типовые особенности.

К первому типу признаков на данном этапе исследований с достаточной уверенностью можно отнести только соотношение в составе гумуса гуминовых кислот и фульвокислот ($C_{гк}:C_{фк}$) или (с обязательным обсуждением методик исследования и получения характеристик гуминов) групповой состав гумуса в целом.

Второй тип объединяет: показатели, характеризующие фракционный состав всех компонентов гумуса (в том числе и гуминов); характер распределения фракций гуминовых кислот с близкой молекулярной массой, степень гидролизуемости макромолекул, а также содержание углеводов и аминокислот в их гидролизуемой части.

Третий тип – комплекс показателей элементного состава и характера электронных и молекулярных спектров гуминовых кислот (т.е. во всем диапазоне волн ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областей).

Все признаки в своей совокупности представляют комплекс основных диагностических методов, способствующих познанию генетико-временного состояния системы гумусовых веществ разновозрастных ископаемых почв. И как следствие, первые из них отражают генетическую сущность, вторые индицируют временную изменчивость, а третьи являются одним из интегральных показателей генетико-временного состояния ископаемых почв. И таким образом все эти методы могут использоваться в сочетании для познания эволюции процессов почвообразования в целом. Методы оценки сохранности ископаемых почв и их компонентов, позволяющие констатировать возможную биохимическую обстановку функционирования почв после их погребения, должны выделяться в отдельную группу и применяться в зависимости от целей исследования и, особенно, при решении спорных вопросов диагностики и сохранности свойств палеопочв. Она выделяется нами как группа дополнительных методов. Однако необходимо применение еще ряда сопутствующих методов, которые должны способствовать исследованию особенностей органического вещества ископаемых почв: макро- и микроморфологическое их описание; определение отражательной способности почв; радиоуглеродное датирование почв, органического вещества и отдельных его компонентов и фракций (следует оговориться, что при изучении органического вещества ископаемых почв для решения отдельных вопросов теории гумусообразования последний метод практически обязателен лишь в том случае, если возраст почв лежит в пределах разрешимости метода радиоуглеродного датирования).

Макроморфологическая характеристика гумусового профиля ископаемых почв (т.е. почвенной толщи, сформированной при участии гумуса и находящегося в ней в той или иной форме) необходима как основа для познания особенностей генетико-временного состояния системы гумусовых веществ. Можно выделить мощность, цвет, сохранность, границы горизонтов, особенно гумусово-аккуму-

лятивного, наличие или отсутствие видимой потечности гумусовых веществ, структуру почвенных агрегатов, цвет граней структурных отдельностей и другие признаки. Макроморфологическое описание должно сочетаться с микроморфологическим, причем в последнем необходимо рассмотрение всех признаков и свойств, обусловленных присутствием гумуса, особенностями распределения его по профилю и взаимодействия его с минеральной частью почв.

В ископаемых почвах, лишенных полностью влияния современного процесса гумификации, необходим некоторый пересмотр возможности использования микроморфологических признаков, по которым в современных почвах выделяются формы гумуса /Ромашкевич, Герасимова, 1982/. Так, в палеопочвах, естественно, не могут использоваться как признаки степень разложения и количество растительных остатков, особенности органических и органоминеральных продуктов жизнедеятельности микрофлоры и педофауны, поскольку они или отсутствуют, или представлены в них в весьма ограниченных количествах и к тому же чаще сильно изменены под влиянием педометаморфизма. Растительные остатки, если и сохраняются как свидетель былой эпохи почвообразования, находятся, как правило, в обугленном состоянии /Матвиишина, 1979; Морозова, 1981/. На первый план здесь выступают формы собственно гумусовых веществ, которые могут быть представлены в различных видах, а также характер распределения гумуса и связи с минеральной частью почв. Наличие или отсутствие и особенности гумусо-глинистых натеков, скоплений, сгустков, характер и цвет гумусово-глинистой плазмы и другие признаки, характеризующие состояние гумуса в различных по генезису древних почвах, имеют большое значение для познания гумусообразования как исторического процесса. В принципе, в настоящее время выделены основные диагностические признаки микростроения органического вещества и типы гумуса для современных почв /Ярилова и др., 1974; Парфенова, Ярилова, 1977; Ромашкевич, Герасимова, 1982/ и изучены основные признаки микроморфологии гумуса ископаемых почв /Морозова, 1963, 1981; Матвиишина, 1977, 1979, 1982; Зыкина и др., 1981; и др./, однако своеобразие последних предопределяет при их изучении пересмотр информативности каждого из применяемых признаков.

Использование метода спектральной отражательной способности при исследовании ископаемых почв с вычислением различных спектрофотометрических коэффициентов: цветности, спектрального отражения, относительного поглощения света, относительной чистоты цвета, яркости, тональности, коэффициента дифференциации профиля, как отмечают Н.И. Глушанкова и Я.М. Аммосова /1974/, необходимо для изучения характера диагенетического преобразования органического вещества в палеопочвах разного возраста. Этот метод применяется для оценки окраски ископаемых почв и выявления ее связи с содержанием общего органического углерода /Бирюкова, Орлов, 1980/. При этом установлено, что вторичные преобразования гумуса не приводят к потемнению окраски гумусового гори-

зонта, отмечаемому обычно визуально. Более того, общий характер зависимости коэффициента отражения и содержания органического вещества фиксирует лишь незначительные преобразования гумусовых веществ ископаемых почв /Бирюкова, Орлов, 1980/. Для современных почв метод определения их оптических свойств описан подробно Н.А. Михайловой и Д.С. Орловым /1986/, при изучении ископаемых почв применение его пока ограничено /Глушанкова, Аммосова, 1974; Бирюкова, 1978; Бирюкова, Орлов, 1980/, однако, по нашему мнению, исследование оптических свойств не только отдельных компонентов, в частности гумусовых веществ, но и почв в целом будет способствовать накоплению сравнительных материалов о временной их изменчивости.

Что касается метода радиоуглеродного датирования, то в случае изучения ископаемых почв для целей палеогеографии и стратиграфии определение среднего времени пребывания углерода в гумусе (которое приближается к абсолютному возрасту палеопочв /Герасимов, 1969, 1970/ может служить одним из признаков для восстановления палеогеографической обстановки их формирования и, естественно, пространственной корреляции этих стратиграфических реперов. В случае познания гумусообразования как исторического процесса, радиоуглеродное датирование отдельных групп и фракций органического вещества ископаемых почв дает дополнительные материалы для познания временных трансформаций внутри системы гумусовых веществ.

Таким образом, система, т.е. взаимосвязанная совокупность основных, дополнительных и сопутствующих методов исследования органического вещества почв, может рассматриваться как единый и самостоятельный метод познания ископаемых почв.

Предложенное описание, оценка метода, естественно, соответствуют изученности органического вещества ископаемых почв на современном этапе исследований. Вполне возможно, что будут получены новые данные, которые потребуют пересмотра предложенных группировок частных методов познания системы гумусовых веществ палеопочв.

Необходимо отметить, что активизация исследований органического вещества почв, использование все более сложных методов при изучении системы гумусовых веществ, применение при этом некоторыми авторами несколько иных методологических подходов, чем в предшествующих исследованиях, могут привести к существенному пересмотру интерпретации данных и в связи с этим к значительной эволюции взглядов на различные вопросы, связанные с органическим веществом ископаемых почв. Поэтому часто выводы, имеющие теоретическое значение и в связи с этим позволяющие выделить данную работу как этапную, не находят своего полного или частичного подтверждения и развития в последующих исследованиях (например, отдельные положения И.В. Тюрина и Е.В. Тюриной /1940/). Нам представляется это вполне естественным в ходе становления, развития и оформления в самостоятельный метод познания и диагностики ископаемых почв всесторонних исследований их органического вещества.

Описание метода включает в себя последовательность операций и рекомендуемых методик, позволяющих получить всестороннюю характеристику органического вещества, на основе которой производится диагностика палеопочв и решаются вопросы теории гумусообразования, а также палеогеографии и стратиграфии исследуемой территории.

Всестороннее комплексное изучение органического вещества почв начинается с макроморфологического описания почв и вмещающих их отложений. В ряде опорных разрезов точно фиксируется положение почв, отмечается наличие и сохранность генетических горизонтов, проводится их описание (цвет, форма границ и (или) переходов между горизонтами, структура, особенности структурных отдельностей и другие признаки, которые так или иначе могут дать дополнительную информацию об органическом веществе и облегчить ее интерпретацию). Кроме того, прослеживается распространение почв на исследуемой территории при помощи дополнительных расчисток, скважин, которые позволяют проследить изменение древнего почвенного покрова в зависимости от геоморфологических условий.

В соответствии с конечными целями исследований почвенные образцы отбираются либо из опорных разрезов, в которых наиболее полно представлены хорошо сохранившиеся и наиболее развитые профили ископаемых почв, либо из нескольких разрезов на одной территории, заложенных по геоморфологическому профилю. В последнем случае некоторые почвы могут быть представлены менее сохранившимися их разностями. Более подробно этот вопрос будет рассматриваться в соответствующих главах, посвященных применению описываемого метода в познании ископаемых почв для различных целей (см. главы III и IV). Образцы почв для аналитических целей отбираются сплошной колонкой каждые 5-10 см согласно рекомендациям, предложенным для изучения современных почв В.В. Пономаревой /1955/. В ископаемых почвах при отборе образцов учитываются особенности профиля: его изрытость почвенной фауной, деформации, наличие потечностей, гумусовых языков-затеков и т.д. Иногда возникает необходимость изучения локальных участков почвенного профиля - гумусовых или других органических включений. Монолиты для микроморфологических исследований органического вещества отбираются обычным методом, описанным для ископаемых почв Ж.Н. Матвиишиной /1979/. В случае, когда исследователь имеет дело с сыпучим образцом, проводят закрепление по методике, предложенной С.В. Губиным /1973/. Рекомендации по изготовлению шлифов, их изучению и описанию имеются в ряде монографических работ /Парфенова, Ярилова, 1977; Матвиишина, 1979; Ромашкевич, Герасимова, 1982; Методическое руководство ..., 1983; и др./. Одновременно отбираются образцы почв для приготовления препаратов гумусовых веществ для аналитического исследования их состава и макроструктуры, а также радиоуглеродного датирования (где это возможно), соответственно рекомендациям Д.С. Орлова, Л.А. Гришиной /1981/ и О.А. Чичаговой /1985/. Образцы почв параллельно готовятся для исследования

общего содержания и качественного состава гумуса /Пономарева, Плотникова, 1975/, отражательной способности /Михайлова, Орлов, 1986/, ИК-спектроскопии /Применение ..., 1976/. Общее содержание углерода (гумуса) определяется по методике И.В. Тюрина, описание которой можно найти в большинстве пособий по исследованию органического вещества почв /Пономарева, Плотникова, 1975; Орлов, Гришина, 1981; и др./.

Наиболее информативной методикой изучения состава гумуса почв является схема И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой /1968/, которая описана нами с небольшими изменениями применительно к ископаемым почвам /Дергачева и др., 1984/. В ходе фракционно-группового анализа можно дополнительно получить информацию об оптических свойствах гумусовых веществ, определяя коэффициенты оптических плотностей E_C мг/мл /Пономарева, Плотникова, 1975/, $E^{0,001\%C}_{l=1\ см, \lambda - 465\ нм}$ /Орлов, Гришина, 1981/ или отношение $E_4 : E_6$ /Welte, 1955; Орлов, Гришина, 1981/. Описание характера электронных спектров растворов гуматов натрия может дать дополнительные материалы для сравнительных сопоставлений, а также зафиксировать былые стадии гидроморфизма почв (наличие максимумов, обусловленных присутствием фракции P_g). Некоторую сравнительную информацию о сложности макромолекул гумусовых кислот получить, определяя порог их коагуляции /Кононова, 1963/. Вся перечисленная информация о содержании, составе гумуса почв, свойствах гумусовых веществ получается без специального их выделения, в ходе анализа фракционно-группового или только группового состава гумуса. Для более детального исследования особенностей макромолекул гумусовых веществ, а также радиоуглеродного их датирования приготавливаются препараты отдельных компонентов гумуса /Орлов, Гришина, Ерошичева, 1969; Дергачева и др., 1984; Чичагова, 1985/.

Аналитические характеристики состава, компоновки молекул и химических их свойств получаются согласно методикам, приводимым Д.С. Орловым и Л.А. Гришиной /1981/, применительно к ископаемым почвам некоторые из них описаны нами /Дергачева и др., 1984/. Ссылки на методики, используемые нами при изучении органического вещества ископаемых почв Западной Сибири, имеются в наших более ранних работах /Дергачева, Зыкина, 1981б; Дергачева, 1984/, а также указываются в каждом конкретном случае по мере необходимости при описании отдельных свойств гумуса.

Принципы, лежащие в основе интерпретации данных

Своеобразие ископаемых почв, сочетающих в своем развитии и функционировании особенности, присущие двум разнохарактерным природным телам: почвенным и геологическим, и подчиняющихся

при этом одновременно законам их развития, требует особых подходов к интерпретации данных. При исследовании органического вещества и применении его как метода познания ископаемых почв необходимо четкое определение принципов, которые являются основой интерпретации данных, построения логических и концептуальных моделей и осуществления палеогеографических, палеоклиматических или ландшафтных реконструкций. Нам представляется, что для интерпретации данных изучения органического вещества ископаемых почв при решении вопросов общей теории гумусообразования достаточно (на данном этапе состояния науки об органическом веществе ископаемых почв) двух основных принципов: принципа системности и принципа сравнений и аналогий. В случае использования данных для палеопочвенных и других реконструкций интерпретацию материалов нужно проводить на основе большего ряда принципов: системности; сравнений и аналогий; зональности; синхронности, направленности и ритмичности /Дергачева и др., 1984/.

Принцип системности - принцип, который кладется в основу анализа любых (живых или неживых) сложных объектов природы и основывается на предпосылке, что любой сложный объект природы является системой, ибо, как подчеркивал С.Я. Оптнер /1969/, реальность существует только в форме систем.

Выделение совокупности реальных природных объектов или явлений в самостоятельную систему и ее рассмотрение может быть неоднозначным и зависит от целей исследования. Главное, что позволяет отнести определенную совокупность объектов к системе, - это наличие ряда системообразующих признаков, среди которых непременно должны быть: целостность множества взаимосвязанных элементов, составляющих систему; наличие системообразующих связей и отношений между элементами; наличие определенной упорядоченности, организации и структуры, а также определенного поведения системы; иерархичность внутренних и внешних отношений системы и т.д. /Системные исследования, 1969-1984; Исследования ..., 1969; Садовский, 1974; и др./.

Почвенный гумус рассматривается нами как сложная природная система гумусовых (педогенных) веществ /Гаджиев, Дергачева, 1982; Дергачева, 1984, 1986, 1987, 1988/. При этом необходимо подчеркнуть, что гумус понимается как совокупность только специфически почвенных образований - гумусовых веществ /Дергачева, 1984/, в отличие от распространенного сейчас в почвенной литературе понятия этого природного образования. В Толковом словаре по почвоведению /1975/ понятие "гумус" определяется как "совокупность специфических и неспецифических органических веществ почв (за исключением живых организмов и их остатков, не утративших тканевое строение)" (с. 69). Применение системного подхода к познанию гумуса почв стало возможным в последнее время в связи с установлением ряда новых фактов, характеризующих отдельные свойства этого компонента почвы, и пересмотром в связи с этим некоторых существенных положений, касающихся пространственно-временных особенностей его формиро-

вания и функционирования, а также самой системы понятий, связанной с гумусом /Дергачева, 1984, 1987, 1988/.

Гумус современных почв - система биосферного типа. Системы, так или иначе связанные с функционированием биосферы, являются сложными динамичными самоуправляемыми системами открытого типа, отличающимися спецификой составляющих элементов, особенностями связей между ними, пространственно-временными взаимоотношениями, процессами самоорганизации, саморегулирования /Одум, 1975; Титлянова, 1977; Волобуев, 1978; История ..., 1980; Джефферс, 1981; и др./.

Гумус ископаемых почв - система биосферно-геосферного типа, поскольку ее формирование и функционирование в эпоху древнего почвообразования связаны с законами развития биосферы, а в настоящее время она изолирована от влияния последней, и материально-энергетические основы ее существования весьма сильно отличаются от современных.

Изучение гумуса ископаемых почв как системы связано со значительными трудностями, вследствие того, что мы не располагаем возможностями ни прямого наблюдения, ни эксперимента. Здесь на первый план выступают логические методы исследования. Учитывая, что ископаемые почвы можно рассматривать как природные модели, как эксперимент без участия исследователя, необходимо отметить, что определенный подбор этих "моделей", отличающихся генезисом, условиями эпохи почвообразования, разным возрастом, сохранностью, условиями залегания, погребения и т.д., позволяет путем сравнений изучаемых "моделей" с современными и разновозрастными их аналогами воссоздать возможный процесс временного функционирования системы гумусовых веществ ископаемых почв.

Сравнительное сопоставление структурной организации системы гумусовых веществ почв разного возраста от наиболее древних до современных и структурно-функциональной организации последних позволяет наметить возможные пути временной изменчивости процесса гумусообразования. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы вариантов сочетания разных признаков: генезиса, возраста, условий погребения, сохранности и (или) преобразованности - было как можно больше. В конечном итоге путем логических сопоставлений можно будет составить не только прогнозные представления временной изменчивости процесса гумусообразования в современную эпоху почвообразования и возможных изменений при резкой смене одного или нескольких факторов почвообразования, но и прогноз дальнейших изменений системы гумусовых веществ ископаемых почв того или иного возраста.

Иными словами, практически возможно проследить "судьбу" системы гумусовых веществ от нуль-момента до ее "смерти", т.е. от начала формирования, через познание функционирования ее в разных условиях и временных отрезках как открытой системы, и до превращения ее в полностью изолированную систему. В основе таких исследований лежит принцип сравнений и аналогий.

Принцип сравнений и аналогий основан на концепции актуализма, которая утверждает, что любые теоретически возможные или известные процессы, протекающие в природе, могли иметь место в разные геологические отрезки времени /Дергачева и др., 1984/. Принцип сравнений и аналогий гораздо шире принципа актуализма, так как предусматривает сравнение не только объектов геологического возраста с их современными аналогами, но и объектов разного геологического возраста и допускает поиск аналогий между свойствами, присущими древним природным объектам и экспериментально полученными в процессе лабораторного или природного моделирования тех или иных процессов.

Поскольку прямое наблюдение геологических процессов, протекавших в далеком прошлом, невозможно, обычно изучают разные свойства объектов, набор и характер которых обусловливается целью исследований, и, сопоставляя изучаемые объекты с аналогичными современными, пытаются реконструировать подобные процессы, имевшие место в прошлом. Точно так же в основе изучения генезиса, процессов формирования и функционирования системы гумусовых веществ лежит принцип сравнений и аналогий, позволяющий, как было показано при описании принципа системности, в конечном итоге воссоздать подобие тех процессов, которые могли иметь место в прошлом. И хотя заключения, построенные по аналогии (т.е. построение выводов более глубокого и разностороннего сходства между объектами на основе выясненного частичного сходства между ними), не могут быть абсолютно достоверными, однако они помогают построению логических или концептуальных моделей и в конечном итоге реконструкции аналогов или подобий процессов прошлого.

Изучение признаков и свойств органического вещества ископаемых почв путем эмпирического сопоставления их характеристик с современными, выявление их аналогов - один из приемлемых, удобных и, пожалуй, пока единственно возможных приемов познания особенностей и общих закономерностей функционирования системы гумусовых веществ. Принцип сравнений и аналогий, используемый при интерпретации данных, характеризующих гумус ископаемых почв, будет в итоге способствовать решению эволюции процесса гумусообразования, познанию и генетической диагностике ископаемых почв и, как следствие, восстановлению палеогеографической и палеоклиматической обстановки их формирования.

Принцип зональности лежит в основе изучения любых природных процессов, так или иначе связанных с функционированием биосферы. В основе этого принципа лежит положение, впервые сформулированное В.В. Докучаевым /1899/: "Благодаря известному положению нашей планеты относительно Солнца, благодаря вращению Земли, ее шарообразности, климат, растительность и животные распределяются на земной поверхности с севера на юг в строго определенном порядке, с правильностью, допускающей разделение земного шара на пояса ..." (с. 16). В.В. Докучаев сопоставил почвенные генетические типы и почвенные пояса с поясами расти-

тельными, климатическими и вообще естественно-историческими, отметил их соответствие и приуроченность и выделил природные зоны. Б.Б. Полынов /1946/ подчеркивал, что явление зональности в природе надо рассматривать как широкое, хотя и не единственное, проявление более общих и сложных законов географического распределения ландшафтов и почвенных типов, но, однако, путь к выяснению таких универсальных законов лежит через докучаевское учение о зонах.

Зональность - это наиболее общая закономерность пространственного распределения естественно-исторических тел природы. Принцип зональности способствует выявлению не только общих, но и частных закономерностей географического проявления процессов и формирования свойств природных тел. Что касается современных почв, то здесь зональность в классическом его понимании относится к почвам автономных и автоморфных ландшафтов, т.е. к таким почвам, которые залегают в плакорных условиях рельефа, не подвергаются переувлажнению за счет притока грунтовых или поверхностных вод и формируются при поступлении веществ только в результате деятельности живых организмов, обитающих на поверхности данной почвы или внутри, и с атмосферными осадками. Принцип зональности в "чистом виде" применим только к почвам, залегающим в автономных и автоморфных условиях. Если же элемент рельефа подчиненный, необходимы дополнительные данные по геоморфологии ландшафта.

Широтно-полосная протяженность зон приурочена в основном к таким равнинным пространствам, каковыми являются Западно-Сибирская и Восточно-Европейская равнина, поскольку на других территориях могут иметь место иные типы зональности (например, кольцевая т.д.). Таким образом, принцип зональности способствует воссозданию отдельных процессов и явлений, протекающих в период формирования почвы как природного тела, поскольку всякие автоморфные и автономные почвы зональны по своей природе.

Процесс гумусообразования также зонален по своей природе. Это находит отражение во всех признаках и свойствах гумуса почв, начиная от его общего содержания и внутрипрофильного распределения, характеристик гумусового профиля до макромолекулярной структуры гумусовых кислот. Причем тип гумусообразования - явление классически зональное, не зависящее от местных погодных, микрорельефных и других условий. Последние являются причиной флуктуаций основных характеристик гумусового профиля, т.е. изменчивости состояний системы гумусовых веществ, но эти изменения, неодинаковость количественных показателей не выходят за пределы, характеризующие тип гумусового профиля. В каждой зоне тип гумусообразования (т.е. направленность формирования системы гумусовых веществ) различен, а значит по показателям, характеризующим типовые особенности гумуса почв, можно восстанавливать зональные условия гумусообразования. При изучении ископаемых почв основные показатели, характеризующие генетико-временное состояние системы гумусовых веществ, позволяют восстановить тип древнего гумусообразования: степной, лесостепной, лесной и т.д., что, в

свою очередь, может использоваться для различных реконструктивных построений.

Принцип синхронности, направленности и ритмичности основан на положении о том, что все глобальные климатические изменения в истории Земли, вызываемые различными причинами, протекали синхронно и имели общий характер /Эйгенсон, 1963; Зубаков, 1963; Лунсгерсгаузен, 1964; Карлстром, 1965; Волков, 1971; Монин, 1972; Величко, 1973; и др./.

В.А. Зубаков писал: "Все климатические изменения планетарно едины и взаимосвязаны. Они совершаются в определенной относительно постоянной последовательности и являются частью грандиозной иерархически соподчиненной системы ритмов" /1963, с.60/. Последние отражают повторяемость явлений, наступающих через различные промежутки времени, но на качественно ином уровне. Таким образом, в развитии природных явлений Земли закономерно прослеживается ритмичность и направленность изменений. Причем общая направленность этих изменений синхронна. Синхронность заключается в единой тенденции развития природы, обусловленной общими причинами и проявляющейся в общих чертах, закономерностях и чередовании явлений. Однако синхронность событий не означает их строгую одновременность. В зависимости от положения данного региона проявление циклических колебаний будет несколько отличаться от интенсивности и некоторой разновременности, но оставаться в целом синхронным.

Ритмичность - одна из черт направленного изменения природных условий, что нашло отражение в строении субаэральной толщи и выразилось в чередовании регионально распространенных лессовых отложений и сложно построенных педокомплексов. Каждый педокомплекс соответствовал определенной эпохе почвообразования, которые отличались различной продолжительностью, специфичностью климатических условий и особенностями гумусо- и почвообразования. Особенности климатических условий являлись, по нашему мнению, тем лимитирующим фактором, который обусловливал предельные показатели гумуса ископаемых почв. Именно поэтому даже в случае одного и того же типа гумуса ископаемых почв в разные эпохи почвообразования предельные величины, его характеризующие, могли быть разными. Это дает основания надеяться, что отдельные свойства гумуса могут использоваться для почвенных корреляций.

Таким образом, принцип синхронности, направленности и ритмичности дает возможность на основе общих закономерностей улавливать возрастные корреляциии и позволяет использовать данные, характеризующие отдельные признаки и свойства органического вещества и почв в целом для построения концептуальных моделей гумусо- и почвообразования в древние эпохи, а также способствует решению вопросов палеогеографии, палеоклиматологии и стратиграфии.

Все предложенные принципы, на основе которых проводится интерпретация материалов исследования, тесно взаимосвязаны, взаимозависимы, взаимообусловлены и представляют собой систему. В процессе накопления новых результатов изучения ископаемых

почв возможно ресширение этой системы взаимосвязанных принципов.

И наконец, нам хотелось бы подчеркнуть еще раз следующее. При любом аспекте рассмотрения органического вещества почв (диахронном или синхронном) подробное и эффективное сравнение почв по этому компоненту возможно только при применении единых методов познания и единых методик изучения. Нам предствляется, что предложенная система частных методов исследования органического вещества почв и система принципов интерпретации данных, объединенных нами в своей совокупности в один из самостоятельных методов познания ископаемых почв, будут способствовать успешному решению всех вопросов, связанных с различными палеореконструкциями и использованием их в целях изучения эволюции гумусообразования и почвообразования, а также стратиграфии четвертичных отложений.

Некоторые вопросы терминологии

Необходимость введения этого небольшого раздела обусловлена тем, что в литературе встречаются разночтения, различные толкования, понятийные нагрузки некоторых используемых нами терминов. Поэтому предлагаются рабочие формулировки отдельных понятий в том виде, как они будут трактоваться в настоящей работе.

Ископаемая почва – почва, перекрытая толщей породы, не связанной генетически с процессом ее образования, находящаяся вне зоны влияния современного процесса гумификации.

Погребенная почва – почва, перекрытая породой или другой почвой и находящаяся в зоне влияния современного процесса гумификации, т.е. функционирующая за счет вещества и энергии, поступающих в процессе разложения растительных остатков.

Органическое вещество почв – совокупность веществ биогенного происхождения. Поскольку в геологической литературе гумусовые вещества принято относить к веществам биогенной природы /Легенс, 1967; Стивенсон, Балтер, 1974/, а количества свободных индивидуальных биогенных веществ (типа аминокислот, углеводов и т.д.) в ископаемых почвах настолько малы, что практически не обнаруживаются имеющимися аналитическими методами, в настоящей работе это словосочетание используется как синоним термина "гумус".

Гумус – совокупность гумусовых веществ.

Гумусовые вещества (основные компоненты гумуса, группы гумусовых веществ) – специфические сугубо почвенные образования или химические субстанции. К ним относятся гуминовые кислоты (ГК), фульвокислоты (ФК), их органоминеральные производные и гумины (ГМ).

Гуминовые кислоты – группа высокомолекулярных азотсодержащих темноокрашенных оксикарбоновых кислот, не растворяющихся в минеральных кислотах.

Фульвокислоты – группа высокомолекулярных азотсодержащих оксикарбоновых кислот светло-желтой окраски, растворяющихся в воде и минеральных кислотах.

Гумины – гуминовые кислоты и фульвокислоты, наиболее прочно связанные с минеральной частью почвы и не переходящие в растворимое состояние при использовании общепринятых растворителей /Тюрин, Гуткина, 1940; Зырин, 1948; Найденова, 1951; Морозова, Чичагова, 1968; и др./. При описании состава гумуса ископаемых почв понятия "гумин", "негидролизуемый остаток", "нерастворимый остаток" могут употребляться как синонимы, поскольку в этих почвах, в отличие от современных, негидролизуемый остаток не содержит примесей слабогумифицированных остатков растений, а представлен только непосредственно гуминами, т.е. гумусовыми кислотами, наиболее прочно связанными с минеральной частью почв.

Гумификация – современный процесс образования молекул гумусовых кислот из продуктов разложения органических остатков. В современных почвах является одним из элементарных гумусообразовательных процессов. В ископаемых почвах отсутствует.

Гумусообразование – исторический процесс формирования и функционирования системы гумусовых веществ почв.

Система гумусовых веществ почв – совокупность гумусовых веществ в их активном взаимодействии, взаимосвязи, взаимовлиянии и, возможно, взаимопревращении, а также взаимоотношении с окружающей средой, которой присущи свои специфические качества и которые в этом активном взаимодействии обладают функцией саморегулирования, самоподдержания и самовосстановления.

Более подробное толкование рассматриваемых терминов и обоснование понятийных нагрузок имеются в работе М.И. Дергачевой /1984/.

Глава II

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ИСКОПАЕМЫХ ПОЧВ

Результаты изучения органического вещества ископаемых почв довольно широко используются для диагностики палеопочв в целях решения различных вопросов палеогеографии, палеоклиматологии, стратиграфии, ландшафтоведения. При изучении эволюции современного почвенного покрова органическое вещество разновозрастных ископаемых почв привлекается очень ограниченно, хотя диахронный аспект рассмотрения процессов почвообразования может дать большой материал и для ретроспективного, и для перспективного взглядов на законы формирования и функционирования почвенного покрова конкретной территории. Чаще в этом случае используются результаты

изучения органического вещества погребенных почв, происхождение которых связано с голоценовым отрезком антропогена.

Сравнительно недавно начато получение и привлечение материалов по характеристике органического вещества ископаемых почв для познания отдельных сторон общей теории гумификации /Бирюкова, 1978/ или теории гумусообразования /Дергачева, 1984/.

В настоящей главе предпринимается попытка свести воедино разнохарактерные данные, имеющиеся в литературе для палеопочв разных регионов страны. Основная цель, которая при этом преследуется, состоит в том, чтобы помочь сориентироваться читателям, заинтересовавшимся результатами исследований органического вещества ископаемых почв, в разнообразной по методам изучения и неоднозначной в своей методологической основе литературе. Тем более, что в последние годы наблюдается значительный рост количества публикаций по этой проблеме.

Среди работ, в которых есть материалы, характеризующие органическое вещество ископаемых почв, можно выделить три условные группы. Одна из них объединяет работы, специально посвященные результатам изучения органического вещества: в них даются очень подробные цифровой и иллюстративный материалы по количественным и качественным параметрам гумуса, а в некоторых – характеристика макромолекул гумусовых кислот /Тюрин, Тюрина, 1940; Чичагова, 1961; Глушанкова, 1971а, б; Глушанкова, Аммосова, 1974: Бирюкова, 1976; Дергачева, Зыкина, 1978, 1979, 1981б; Цацкин, 1979; Бирюкова, Орлов, 1980; и др./. Имеются работы (их мы относим ко второй группе), в которых довольно подробно представлены данные количества и качества гумуса палеопочв и (или) лёссов, хотя они посвящены исключительно проблемам восстановления палеогеографической обстановки прошлого, целям стратиграфии, ландшафтоведения или другим, более частным, связанным с ними вопросам. Органическое вещество в этих работах привлекается как один из главных методов (наряду с другими, традиционными) для диагностики ископаемых почв /Веклич и др., 1973; Добродеев, 1973, 1982; Морозова, 1981; Зыкина и др., 1981; Сычева, Ударцев, 1981; и др./. И наконец, третью группу представляют работы, в которых, как правило, указывается только содержание органического вещества и даются общие придержки соотношения гуминовых кислот и фульвокислот /Морозова, 1962, 1969; Величко, Морозова, 1972; Свиточ и др., 1972; Глушанкова, 1977; Сычева, 1979; Зыкина, 1979; Цацкин, 1980; Морозова, Сычева, 1980; и др./.

География распространения разновозрастных ископаемых почв, для которых достаточно хорошо изучено органическое вещество, хотя бы содержание и качественный состав гумуса, уже довольно широка (рис. 1). Наибольшее количество материалов относится к палеопочвам позднего плейстоцена различных регионов Советского Союза. Особенно много данных, характеризующих гумус ископаемых почв европейской территории нашей страны. Исследовано органическое вещество ископаемых почв ряда опорных стратиграфических

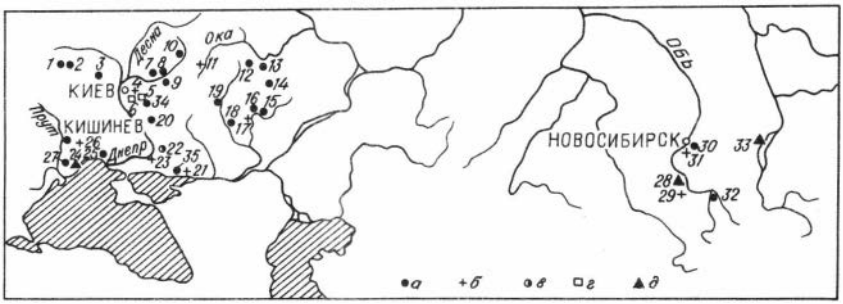

Рис. 1. Расположение разрезов с ископаемыми почвами, в которых изучалось органическое вещество.

1 – Торчин, 2 – Коршев, 3 – Басов Кут, 4 – Прилуки, 5 – Вязовок, 6 – Рожки, 7 – Мезин, 8 – Араповичи, 9 – Клепалы, 10 – Брянск, 11 – Лихвин, 12 – Михайлов, 13 – Фатьяновка, 14 – Моршанск, 15 – Борисоглебск –II, 16 – Борисоглебск –I, 17 – Новохоперск, 18 – Клепки, 19 – Хохол, 20 – Гуньки, 21 – Весело-Вознесенское, 22 – Запорожье, 23 – Васильевка, 24 – Приморское, 25 – Рыбаковка, 26 – Тирасполь, 27 – Нов. Этулия, 28 – Белово, 29 – Калистратиха, 30 – Ложок, 31 – Мраморный, 32 – Сростки, 33 – Чебаково-Балахтинская впадина, 34 – Сокиренцы, 35 – Платово.

Почвы: а – верхнего плейстоцена, б – верхнего и среднего плейстоцена, в – нижнего плейстоцена, г – среднего и нижнего плейстоцена, д – плейстоцена.

разрезов на Приднепровской и Причерноморской низменностях, в Приазовье, на Волыно-Подольской возвышенности, Окско-Донской равнине. Для Западной Сибири получены характеристики органического вещества ископаемых почв нескольких опорных разрезов Приобской увалистой и Подгорной Алтайской равнины, а также Новосибирского Приобья.

В табл. 2 представлены основные работы, в которых имеются данные, характеризующие органическое вещество разновозрастных ископаемых почв различных районов европейской части страны и Западной Сибири. Работы, специально посвященные изучению органического вещества почв, в которых нет временной привязки формирования палеопочв, не вошли в этот список /Бирюкова, 1976, 1978; Бирюкова, Орлов, 1980; и др./.

Уже имеются попытки обобщения литературных материалов, характеризующих органическое вещество ископаемых почв разных типов независимо от возраста /Бирюкова, Орлов, 1980/ или одновозрастных верхнеплейстоценовых почв Русской равнины /Морозова, 1981; Морозова, Чичагова, 1968; Чичагова, 1985/. О.Н. Бирюкова и Д.С. Орлов /1980/ провели обобщение данных состава гумуса ископаемых почв из работ тех исследователей, которыми диагностирован тип древних почв. Причем обобщению подверглись результа-

Таблица 2. Изученность органического вещества ископаемых почв

Район исследований	Разрез	Источник
Ранний плейстоцен		
Бассейн р. Орчик	Орчикова Чернетчина	/Морозова, 1971/
Приднепровье	Рожки, Вязовок, Запорожье	/Морозова, 1971; Веклич и др., 1973/
Причерноморье	Приморское	/Веклич и др., 1973/
Приобская увалистая равнина	Белово	/Глушанкова, 1971б; Свиточ и др., 1972; Разрез ..., 1978/
Средний плейстоцен		
Сано-Днестровское междуречье	Крукеницы	/Добродеев, 1971/
Приднепровье	Рожки, Вязовок, Прилуки, Васильевка	/Веклич и др., 1973; Сиренко, Матвиишина, 1975; Сиренко, 1979/
Причерноморье	Тирасполь, Приморское,	/Веклич и др., 1973/
Приазовье	Весело-Вознесенское	/Добродеев, Глушанкова, 1968; Разрез ..., 1976/
Окско-Донская равнина	Новохоперск, Лихвин	/Глушанкова, 1971а; Добродеев, 1973; Болиховская и др., 1976/
Приобская увалистая равнина	Белово, Калистратиха	/Глушанкова, 1971б; Свиточ и др., 1972; Разрез ..., 1978/
Подгорная равнина	V терраса р. Бии	/Разрез ..., 1978/
Новосибирское Приобье	Мраморный	/Дергачева, Зыкина, 1978/
Поздний плейстоцен		
Приднепровье	Брянск, Араповичи, Мезин, Клепалы, Гуньки, Сокиренцы, Прилуки, Васильевка	/Величко, Морозова, 1963, 1972; Морозова, Чичагова, 1968; Веклич и др., 1973; Сиренко, Матвиишина, 1975; Сиренко, 1979; Морозова, 1981; Чичагова, 1985/
Приазовье	Платово, Весело-Вознесенское	/Добродеев, Глушанкова, 1968; Разрез ..., 1976; Морозова, 1981/
Причерноморье	Рыбаковка, Новая Этулия, Тирасполь, Приморское	/Веклич и др., 1973; Добродеев, Дорош, 1973/
Волыно-Подольская возвышенность	Торчин, Волочиск, Басов Кут	/Цацкин, 1979; Морозова, 1981; Богуцкий, Морозова, 1981/
Окско-Донская равнина	Лихвин, Хохол, Фатьяновка, Новохоперск, Михайлов, Моршанск, Борисоглебск, Клепки	/Глушанкова, 1971а; Добродеев, 1973; Ударцев, Сычева, 1975; Болиховская и др., 1976; Сычева, 1978, 1985; Сычева, Ударцев, 1981; Морозова, 1981/
Приобская увалистая равнина	Белово, Калистратиха	/Глушанкова, 1971б; Разрез..., 1978/
Подгорная равнина	Сростки, V терраса р. Бии	/Разрез ..., 1978/
Новосибирское Приобье	Мраморный, Ложок	/Дергачева, Зыкина, 1978; Зыкина и др., 1981/

ты, характеризующие почвы разного возраста, но относящиеся к одному и тому же типу (табл. 3). Авторы приходят к выводам: четкой зависимости между содержанием и составом гумуса в ископаемых почвах нет, хотя и наблюдается некоторая тенденция изменения последнего в сторону гуматности с увеличением содержания общего органического углерода; между современными и ископаемыми почвами по составу гумуса имеются близкие аналоги.

О.А. Чичагова /1985/ обобщила имеющиеся в литературе результаты исследования гумуса ископаемых одновозрастных почв, распространенных на территории Русской равнины в позднечетвертичное время. Таблицы, в которых автор приводит отдельные показатели органического вещества почв микулинского, крутицкого и брянского времени, составлены по данным Н.И. Глушанковой /1972/, Т.Д. Морозовой и О.А. Чичаговой /1968/, С.А. Сычевой /1979/, А.И. Цацкина /1980/.

Проведенные сравнения позволили заключить, что органическое вещество почв микулинского возраста (табл. 4), формировавшихся в условиях длительного межледниковья, несет в себе черты, свойственные современным зональным почвам, что сказывается на основных его показателях, а почв крутицкой фазы - монотонность состава гумуса степного типа. В то же время почвы, сформированные в брянское время (табл. 5), оказались очень своеобразными, не имеющими себе аналогов среди современных почв и соответственно характеризующимися очень специфичным составом и свойствами гумуса. При этом отмечены фациальные отличия в составе гумуса почв этого возраста для центральных, западных и восточных районов Русской равнины, которые проявились в значительном варьировании отношения $C_{гк}:C_{фк}$ /Морозова, 1981; Чичагова, 1985/.

Нами проведено обобщение некоторых показателей группового состава гумуса ископаемых почв разных районов Советского Союза по их геологическому возрасту: в периоды раннего, среднего и позднего плейстоцена.

Сравнительные сопоставления органического вещества ископаемых почв представляют значительные трудности по ряду причин. Во-первых, нет еще однозначных корреляций между ископаемыми почвами, выделяемыми в различных регионах нашей страны. И если для позднеплейстоценовых почв эта проблема стоит не так остро, поскольку имеются отдельные данные по датированию возраста почв почти для всех районов исследований, то для среднеплейстоценовых, и, особенно, раннеплейстоценовых корреляцию почв по составу и свойствам их гумуса приходится проводить на основании выводов о времени формирования почв, представляемых каждым из авторов.

В связи с этим возникают трудности, которые мы не имеем возможности сейчас преодолеть, поскольку эта работа находится вне нашей компетенции. Именно по причине строгого следования выводам авторов о временных интервалах формирования той или иной почвы характеристики органического вещества ряда аналогичных по времени формирования почв могут попадать в разные разде-

Таблица 3. Состав органического вещества ископаемых почв /Бирюкова, Орлов, 1980/

Почва, порода	Число признаков, n	$C_{общ}$			$C_{гк} : C_{фк}$			Негидролизуемый остаток, % к $C_{общ}$			Источник
		мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн	мин.	макс.	средн.	
Мерзлотные дерновые	8	0,15	0,69	0,41	0,17	0,78	0,52	45,0	94,0	63,0	/Величко, Морозова, 1972; Морозова, 1963; Морозова, Чичагова, 1968;
Подзолисто-глеевые	1	–	–	0,34	–	–	1,00	–	–	76,3	/Глазовская, 1956/
Подзолистые	4	0,18	0,73	0,42	0,25	0,70	0,50	42,2	60,1	54,3	/Морозова, Чичагова, 1968; Добродеев, Глушанкова, 1968/
Буроземовидные	2	0,26	0,53	0,38	0,53	0,62	0,58	42,0	51,0	46,5	/Сиренко, 1974/
Бурые лесные	3	0,26	0,43	0,35	1,00	1,18	1,10	–	–	–	/Сиренко, 1974/
Серые лесные	3	0,46	0,99	0,73	0,34	1,52	1,10	31,6	43,3	35,6	/Морозова, 1963; Сиренко, 1974; Konecka-Betley, 1974/
Черноземы и черноземовидные	12	0,50	1,16	0,63	1,20	3,00	1,90	35,5	79,2	56,1	/Глазовская, 1956; Глушанкова, 1971а,б; Глушанкова, Аммосова, 1974; Морозова, 1963; Сиренко, 1974; Konecka-Betley, 1974/
Дерновые	6	0,53	1,20	0,77	1,67	2,90	2,00	21,7	79,0	48,1	/Глушанкова, 1971а, б; Глушанкова, Аммосова, 1974; Морозова, 1963; Морозова, Чичагова, 1968/
Гидроморфные почвы лугово-степных и лесостепных ландшафтов	2	0,91	1,32	1,12	0,88	1,05	0,96	57,0	70,0	64,0	/Глушанкова, 1971б; Глушанкова, Аммосова, 1974/
Иловато-болотные	1	–	–	0,64	–	–	1,30	–	–	73,9	/Глазовская, 1956/
Болотные	1	–	–	0,90	–	–	0,15	–	–	78,0	/Глушанкова, Аммосова, 1974/
Лёссы	5	0,12	0,35	0,22	0,35	0,85	0,56	27,6	85,0	58,4	/Глазовская, 1956; Добродеев, Глушанкова, 1968; Сиренко, 1974/
Темные лёссовидные суглинки	2	0,19	0,27	0,23	1,65	1,82	1,73	29,1	34,9	32,0	/Глазовская, 1956/

Примечание. Здесь и далее прочерк (–) означает отсутствие данных.

Таблица 4. Свойства гумуса почв мезинского комплекса Русской равнины /Чичагова, 1985/

Разрез	Почва	Горизонт	Гумус, %	$C_{общ}$, %	$C_{гк}:C_{фк}$	Тип гумуса	$\frac{C_{гк}}{C_{общ}} \cdot 100$	Гумин, % к $C_{общ}$	0,001% $C_{гк}$ E_{465}	Оптическая плотность
Лихвин	Крутицкая	А	0,99	0,57	1,67	Фульватно-гуматный	13,0	79,20	0,193	Очень высокая
	Микулинская	A_1A_2	0,63	0,36	0,62	Фульватный	13,2	77,38	0,106	Высокая
	(салынская)	A_2	0,31	0,18	0,47	"	16,7	74,82	0,096	"
		В	0,21	0,12	0,64	"	28,4	61,77	-	-
Михайлов	Крутицкая	A_1	0,71	0,41	1,09	Фульватно-гуматный	20,4	60,03	0,146	Высокая
Брянск		A_1	0,61	0,36	0,70	Фульватный	15,8	42,20	-	-
Араповичи		A_1	1,55	0,90	2,10	Гуматный	60,3	21,68	0,213	Очень высокая
Мезин		A_1	1,12	0,65	1,90	"	35,0	37,97	-	-
		В	0,46	0,27	0,13	Фульватный	Не опр.	Не опр.	-	-
Клепалы		A_1	1,43	0,84	3,00	Гуматный	36,6	45,05	-	-
Сокиренцы		A_1	1,45	0,67	1,54	Фульватно-гуматный	26,3	40,92	-	-
Гуньки		A_1	0,80	0,46	1,50	То же	30,9	42,76	-	-
Борисоглебск		A_1	0,93	0,54	1,69	Фульватно-гуматный	8,6	72,84	0,179	Очень высокая
Клепки		A_1	1,22	0,71	2,54	Гуматный	26,4	64,15	0,185	То же
Платово		A_1	0,71	0,41	1,35	Фульватно-гуматный	21,2	63,21	-	-
Торчин 4а-73	Микулинская (салынская)	A_1	1,14	0,66	1,80	То же	26,0	60,00	0,290	Очень высокая
		A_1A_2	0,26	0,15	1,60	"	16,0	73,40	-	-
		В	0,38	0,22	0,20	Фульватный	3,00	78,00	-	-
Торчин 4-77	Крутицкая	А	1,29	0,75	3,10	Гуматный	Не опр.	Не опр.	0,240	Очень высокая

Таблица 5. Свойства гумуса почв Брянского интервала Русской

Разрез	Гумус, %	$C_{общ}$, %	$\frac{C_{гк}}{C_{общ}} \cdot 100$	Степень гумификации	Гумин, % к $C_{общ}$	$C_{гк}:C_{фк}$
Лихвин	0,731	0,424	5,66	Очень слабая	85,75	0,66
	0,717	0,415	5,52	То же	65,86	0,19
Иванчино	0,59	0,34	Не опр.	Не опр.	Не опр.	0,28
Брянск	0,92	0,476	4,20	Очень слабая	59,03	0,17
Арапо-вичи	1,18	0,687	16,73	Слабая	40,61	0,65
Гуньки	0,97	0,56	21,43	Средняя	41,07	0,57
Калач	0,54	0,31	Не опр.	Не опр.	Не опр.	0,49
Басов Кут	0,98	0,57	10,17	Слабая	69,41	0,48

лы. Например, согласно Т.Д. Морозовой /1971/, первая доднепровская (лихвинская) почва относится к нижнечетвертичным ископаемым почвам, в то время как по стратиграфической схеме 1984 г. /Стратиграфия СССР, 1984/ равнинных территорий Советского Союза для европейской части лихвинский горизонт отнесен к среднему плейстоцену. Аналогичные названным по времени формирования педокомплексы на территории Украины (завадовский) и Западной Сибири (шипуновский) относятся исследователями также к среднему плейстоцену /Веклич и др., 1982/. Таким образом, при сопоставлении органического вещества ископаемых почв мы, используя временные отнесения авторов, тем не менее стараемся по возможности придерживаться одной стратиграфической схемы для равнинных территорий Советского Союза /Стратиграфия СССР, 1984/.

Второй причиной, затрудняющей сопоставление данных разных авторов, являются различия в методах представления цифрового материала, полноте исследования органического вещества, а также отсутствие сведений о методиках или схемах анализа состава гумуса.

Тем не менее авторы настоящей работы, хотя и сознают, что в некоторых случаях проводимые сопоставления пока могут быть несколько условны, все-таки предприняли попытку обобщения основного литературного материала по характеристике органического вещества разновозрастных ископаемых почв, которые сведены в таблицы. В них включены в основном материалы тех работ, в которых они представлены в наиболее полном виде. Не сводились результаты, данные в работах в виде иллюстраций (масштабы которых и их воспроизведение не позволяют "считывать" с них цифровые результаты) или в тексте - в виде отдельных количествен-

равнины /Чичагова, 1985/

E_{465}	0,001% $C_{гк}$	Оптическая плотность
	0,085	Высокая
	Не опр.	Не опр.
	0,135	Высокая
	0,119	"
	0,147	"
	Не опр.	Не опр.
	0,05	Низкая
	Не опр.	Не опр.

ных показателей. В ряде случаев при изучении одной и той же почвы и даже одного и того же образца ископаемых почв расхождения аналитических данных так велики, что однозначные выводы сделать практически невозможно (что отмечала Т.Д. Морозова /1971/). И наконец, в ряде случаев одни и те же результаты дублируются в нескольких работах.

Все перечисленные работы указаны в табл. 2, характеризующей представительство и изученность органического вещества разновозрастных ископаемых почв территории Советского Союза.

Ранний плейстоцен

Данных по составу и свойствам гумуса раннеплейстоценовых ископаемых почв очень немного (табл. 6, 7; рис. 2). Наиболее полно представлены материалы по органическому веществу почв Приобской увалистой равнины Западной Сибири (разрез Белово), для которых изучен не только состав гумуса, но и получены отдельные показатели, характеризующие их гуминовые кислоты /Глушанкова, Аммосова, 1974; Глушанкова, 1971б/. Имеются также отдельные результаты исследования только состава гумуса раннеплейстоценовых почв Приднепровья и Причерноморья /Веклич и др., 1973/.

Сравнительное сопоставление имеющихся данных по содержанию общего углерода, отдельных групп гумусовых веществ и их соотношению показывает, что по всем показателям почвы значительно отличаются друг от друга. Так, содержание органического вещества изменяется от 0,2-0,3 до 1,0-1,3% от веса почвы. В почвах, сформированных в разное время в течение раннего плейстоцена, на территории европейской части, по данным М.Ф. Веклич и др. /1973/, количество его не превышает 0,34% (от веса почвы), а в почвах Западной Сибири (разрез Белово) изменяется от 0,36 до 1,31%. Внутрипрофильное распределение общего углерода в одних почвах довольно равномерное (почвы Приднепровья, Белово-ПП V б), в других - с характерным накоплением органического углерода в нижней части горизонта А (Белово - ПП Va, VI, VII, VIII, IX). Не менее отличаются они и по количеству основных компонентов гумуса (гуминовых кислот и фульвокислот), а также их изменению по профилю (см. рис. 2, табл. 6).

Органическое вещество почв одного периода формирования, расположенных в разных районах европейской территории страны

Таблица 6. Состав гумуса раннеплейстоценовых ископаемых почв

Район исследований	Разрез	Авторская маркировка почвы (название, индекс)	Горизонт и (или) глубина, м	$C_{общ}$, % к почве
Причерноморье	Приморское	Лубенская, lb	–	–
			–	–
Приднепровье	Рожки	Мартоношская, mr	19,0–19,1	0,29
			19,7–19,8	0,34
			20,5–20,6	0,33
			20,6–20,7	0,33
	Вязовок	Лубенская, lb	H(I)(A)	0,30
			H_p(i)gl(AC)	0,18
			H_p(i)gl(AC)	0,18
Приобская увалистая равнина	Белово	ПП Va	A	0,416
			A	0,950
			AB	0,475
		ПП Vб	A'_1	0,475
			B_1	0,416
			B_1C	0,416
			C	0,356
		ПП VI	A	1,015
			A	1,314
			C	0,896
		ПП VII	A	0,777
			A	0,896
			C	0,657
		ПП VIII	A	0,546
			A	0,970
		ПП IX	A	0,606
			A	0,849

по литературным данным

% к $C_{общ}$			$C_{гк}:C_{фк}$	Авторская интерпретация времени формирования почв	Источник
$C_{гк}$	$C_{фк}$	$C_{гм}$			
7,4	8,7	60,0	0,86	Середина раннего плейстоцена (Палеогеографические этапы ..., 1984/	/Веклич и др., 1973/
7,7	18,8	60,0	0,41		
17,2	20,7	51,7	0,8		
20,6	17,7	44,1	1,1		
30,3	25,0	48,4	1,2		
30,3	21,2	48,4	1,4		
30,0	16,7	56,7	1,8		
11,1	11,1	61,1	1,0		
16,6	16,6	66,6	1,0		
11,53	19,72	68,75	0,58	Конец раннего – начало среднего плейстоцена /Разрез..., 1978/	/Глушанкова, 1971б/
3,05	13,69	81,26	0,40		
20,42	17,05	62,53	1,20		
20,42	17,05	62,53	1,20		
23,32	7,93	68,75	2,94		
11,54	31,25	57,21	0,40		
13,48	26,69	59,83	0,50		
14,78	13,99	71,23	1,05	Ранний плейстоцен /Разрез ..., 1978/	
11,41	10,81	77,78	1,05		
5,58	18,86	75,56	0,29		
6,43	15,53	77,99	0,41		
2,79	18,97	78,29	0,15		
3,80	22,23	73,97	0,17		
35,71	5,67	58,60	6,29	Начало раннего плейстоцена /Разрез ..., 1978/	
20,10	22,78	57,11	0,88		
7,42	5,45	87,13	1,36	Конец плиоцена – начало раннего плейстоцена /Разрез ..., 1978/	
21,20	6,47	72,32	3,27		

Таблица 7. Элементный состав гуминовых кислот раннеплейстоценовых ископаемых почв разреза Белово /Глушанкова, Аммосова, 1974/

Почва	Мас.%				Ат.%				Атомные отношения			
	C	H	O	N	C	H	O	N	C/H	C/O	C/N	H/C
ПП Va	53,88	3,39	39,28	3,45	43	32	23	2	1,34	1,86	21,2	0,74
ПП V6	54,28	3,79	38,82	3,11	44	36	17	2	1,22	2,58	22,0	0,82
ПП VI	51,43	4,02	41,82	2,73	39	36	23	2	1,08	1,69	19,5	0,92
ПП VII	46,28	4,12	46,28	3,32	35	36	26	2	0,97	1,34	17,5	1,00
ПП VIII	53,07	3,28	40,67	2,98	42	31	25	2	1,35	1,68	21,0	0,73
ПП IX	52,09	4,31	41,28	2,32	39	37	22	1	1,05	1,77	39,0	0,94

Примечание. Номера почв даны согласно ранее опубликованным работам /Глушанкова, 1971б; Разрез..., 1978/.

(лубенская почва, разрезы Приморское и Вязовок /Веклич и др., 1973/), может быть представлено разными типами (от фульватного до гуматного). Точно так же все раннеплейстоценовые почвы, вскрытые в разрезе Белово, сильно отличаются отношением $C_{гк}:C_{фк}$ (от 0,15 в горизонте А ПП VII, до 3,0 и даже более - в ПП V б, VII, IX).

К сожалению, невозможно строго сопоставить почвы по негидролизуемому остатку или гуминам, поскольку гумус почв европейской территории и Западной Сибири изучался по разным схемам. Однако в целом очень высокое содержание этого компонента гумуса (около 50% и выше) характерно для всех представленных ископаемых почв раннего плейстоцена (см. табл. 6).

Характеристики гуминовых кислот нижнечетвертичных почв получены только Н.И. Глушанковой и Я.М. Аммосовой /1974/. Данные элементного состава (разрез Белово) показывают, что этот компонент в разных почвах имеет неодинаковое содержание углерода, окисленность, соотношение основных элементов, что особенно четко выявляется при определении их атомных долей (см. табл. 7).

В общем, четко прослеживается зависимость качественного состава гумуса и степени окисленности гуминовых кислот. При фульватном составе гумуса окисленность молекул значительно выше, чем в почвах с гуматным и фульватно-гуматным (по градации

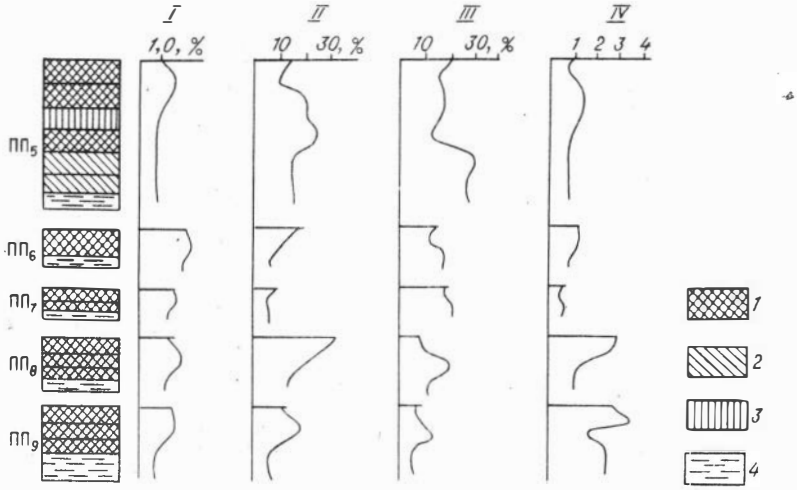

Рис. 2. Внутрипрофильное распределение основных компонентов гумуса раннеплейстоценовых почв разреза Белово /Разрез ..., 1978/.

Почвенные горизонты: 1 - А, 2 - В, 3 - АВ, 4 - С. Показатели: I - гумус общий, % к почве; II - гуминовые кислоты, % к $C_{общ}$; III - фульвокислоты, % к $C_{общ}$; IV - отношение $C_{гк}:C_{фк}$.

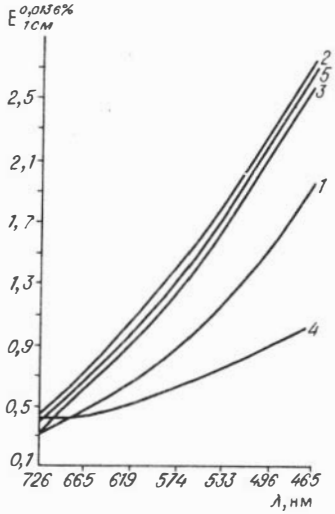

Рис. 3. Оптическая плотность гуминовых кислот раннеплейстоценовых почв разреза Белово /Глушанкова, Аммосова, 1974/.

Ископаемые почвы: 1 - Va, 2 - Vб, 3 - VI, 4 - VII, 5 - VIII.

Л.Н. Александровой /1982/) составом (соответственно почвы ПП Va, VII и ПП Vб, VI, IX). Что касается почвы ПП VIII, то по составу гумуса (соотношение $C_{гк}:C_{фк}$ больше 6,0), оптическим плотностям гуминовых кислот (рис. 3, кривая 5) и сочетанию окисленности и обуглероженности этих кислот (см. табл. 7) почва очень специфична: при значительном преобладании данного компонента гумуса показатель степени окисленности его очень высок. Оптические плотности гуминовых кислот в почвах с фульватным составом гумуса наиболее низки (см. рис. 3, кривые

1 и 4), тогда как остальные имеют более высокие (как указывают Н.И. Глушанкова и Я.М. Аммосова /1974/, от 1,79 до 2,72 при λ-465 нм для растворов с содержанием углерода 0,136 г/л) их значения и несколько иной наклон кривых светопоглощения в видимой области спектра (кривые 2, 3).

Таким образом, можно отметить, что содержание гумуса, количество и соотношение растворимых компонентов, распределение этих показателей по профилю раннеплейстоценовых почв зависят не столько от их возраста, сколько от изначального, сформированного в период активного функционирования почв, состава. Все почвы, приведенные в табл. 6, независимо от используемой методики исследования качества гумуса характеризуются высокой долей гумусовых веществ, наиболее прочно связанных с минеральной частью, т.е. гуминов.

Средний плейстоцен

География распространения среднеплейстоценовых ископаемых почв, для которых получены характеристики органического вещества, значительно шире (см. табл. 2). Данные по содержанию общего углерода, его распределению с глубиной по профилю, соотношению и доле каждого из компонентов гумуса, внутрипрофильному изменению его качества очень различны в почвах этого периода плейстоцена, причем наблюдается пространственно-временное разнообразие характеристик (табл. 8). Так, почвы, сформированные в лихвинское межледниковье (лихвинская, завадовская) в разных районах европейской территории страны, отличаются содержанием общего углерода (в среднем от 0,10 до 0,68) и долей отдельных компонентов гумуса в его составе (хотя количество гуминовых кислот и фульвокислот в этих почвах невысоко и не превышает 20-25% от $C_{общ}$). Сделать определенный вывод о содержании гуминов невозможно по причине различий в применяемых методиках, на что указывалось ранее.

По соотношению растворимых компонентов гумуса почвы очень различны: от разностей, имеющих фульватный или гуматно-фульватный состав (разрезы Крукеницы, Приморское, Лихвин), до почв с гуматным составом гумуса (разрезы Рожки, Вязовок). В общем, что вполне естественно, содержание гуминовых кислот наиболее высокое в последних разностях с гуматным составом гумуса. Определенной взаимосвязи между общим содержанием органического вещества и типом гумуса в исследованных почвах не обнаруживается.

Почвы, сформированные в более позднее время, чем предыдущие, - в днепровско-московский межстадиал /Добродеев, 1973/ и в одинцовское потепление /Болиховская и др., 1976/, в общем, в середине среднего плейстоцена (почвы новохоперская, платовская, рославльская (одинцовская), кайдакская и др.,- см. табл. 8) - по всем показателям, характеризующим содержание и групповой состав

гумуса, также неоднородны. Содержание органического углерода может быть очень низким (0,12-0,15%, разрез Лихвин) и значительным (даже более 1%, разрез Новохоперск), а характер его распределения по профилю различным: почти равномерным, убывающим и даже убывающе-возрастающим. Определенной зависимости состава гумуса от его содержания, как и в предыдущих почвах, не прослеживается. Большинство представленных почв имеют гуматный состав гумуса, за исключением почв: $ПП_3$ разреза Лихвин и $ПП_3$ разреза Белово, причем, по представлению авторов, последняя почва имеет более молодой возраст, а ее формирование проходило в конце среднего - начале позднего плейстоцена /Разрез ..., 1978/.

Сравнивая результаты изучения состава гумуса в целом для почв, сформированных в разные отрезки времени среднего плейстоцена, можно отметить следующее. Почвы, развивающиеся в период лихвинского межледниковья, т.е. в начале среднего плейстоцена, имеют значительно меньшую долю гуминовых кислот в составе гумуса, чем формирующиеся в днепровско-московский межстадиал (одинцовское потепление), равно как и различное отношение $C_{гк}:C_{фк}$ (в первых тенденция к фульватному составу, в последних преобладает гуматный).

Скорее всего, такие различия обусловлены не вторичными преобразованиями, связанными с возрастом почв, с временным их функционированием, а с биоклиматическими особенностями периода их формирования. При этом внутри каждой из эпох почвообразования главной причиной разнообразия качества гумуса являются законы их пространственного формирования (зональность, геоморфология).

Следовательно, по составу гумуса временные группы почв очень четко различаются, хотя внутри каждого из временных отрезков формировались почвы с разным типом гумуса: от фульватного до гуматного. Пожалуй, наглядно это можно продемонстрировать с помощью двух цифр - средних значений отношений $C_{гк}:C_{фк}$ в почвах каждой из временных среднеплейстоценовых групп, в которых соответственно они равны 0,69-0,70 (почва завадовская и ее временные аналоги) и 1,5-1,6 (почвы платовская, кайдакская и их временные аналоги). Эти цифры интегрируют сразу два показателя: величину отношения $C_{гк}:C_{фк}$ и изменение его по профилю, и хотя эти цифры достаточно условны, но наглядны.

Цифровых материалов, характеризующих особенности гуминовых кислот среднеплейстоценовых почв (табл. 9, 10), в литературе очень немного. Данные элементного состава и оптических свойств этого компонента гумуса имеются для почв разреза Лихвин /Глушанкова, Аммосова, 1974; Болиховская и др., 1976/, Белово /Глушанкова, Аммосова, 1974/, Мраморный /Дергачева, Зыкина, 1981б/. Последние будут рассматриваться в разделе, посвященном характеристике органического вещества ископаемых почв Западной Сибири, по материалам авторов настоящей работы.

Таблица 8. Состав гумуса среднеплейстоценовых ископаемых почв

Район исследования	Разрез	Авторская маркировка почвы (название, индекс)	Горизонт и (или) глубина, м	$C_{общ}$, % к почве
1	2	3	4	5
Сано-Днестровское междуречье	Крукеницы	Лихвинская*	A B B	0,68 0,64 0,62
Приднепровье	Рожки	Завадовская, zv	He(A) H_pi(AC)	0,26 0,27
	Вязовок	Завадовская, zv_2 zv_1	He(A) Phi(CA) 28,6	0,36 0,34 0,29
	Прилуки	Кайдакская, kd_{2b}	H(A) $H_p$gl(ACgl) Phgl(CA)	1,19 0,81 0,64
		kd_{2a}	HEgl(A_1A_2gl) Egl(A_2gl) Iegl(Bgl)	0,30 0,14 0,16
		Кайдакская, kd	HE(A_1A_2) Eh(A_2A_1) E(A_2)	0,30 0,14 0,16
	Васильевка	Кайдакская kd_{2a} kd_{2b}	11,2-11,3 12,0-12,1	0,35 0,28
		Завадовская, zv	18,6-18,7	0,20
Причерноморье	Тирасполь	Завадовская, zv	13,4-13,5 13,9-14,0 14,4-14,5 14,8-14,9	0,14 0,16 0,19 0,15
		Кайдакская, kd	Hk(A_{ca}) H_{pk}(AC_{ca}) Phk(CA_{ca})	0,34 0,31 0,26
	Приморское	Кайдакская, kd	H_k(A_{ca}) H_{pk}(AC_{ca}) P_{hk}(CA_{ca})	0,23 0,14 0,20
		Завадовская, zv_2	19,5-19,6 19,8-19,9	0,15 0,12

% к $C_{общ}$			$C_{гк}:C_{фк}$	Авторская интерпретация времени формирования почв	Источник
$C_{гк}$	$C_{фк}$	$C_{гм}$			
6	7	8	9	10	11
3,38	27,26	71,62	0,17	Лихвинское межледниковье /Добродеев, 1971/	/Добродеев, 1971/
5,47	51,41	43,12	0,10		
6,77	29,35	63,87	0,23		
15,9	15,4	46,1	1,0	Начало среднего плейстоцена /Палеогеографические этапы ..., 1984/	/Веклич и др., 1973/
18,5	14,8	40,7	1,25		
25,0	16,7	38,9	1,50		
20,6	17,6	38,2	1,17		
17,2	13,8	41,4	1,25		
56,2	19,2	14,3	2,91	Середина среднего плейстоцена /Палеогеографические этапы..., 1984/	
51,9	18,5	17,3	2,80		
35,9	18,7	39,0	1,92		
26,6	23,3	40,0	1,14		
10,2	21,3	46,8	0,48		
14,5	21,9	50,0	0,50		/Веклич и др., 1973/ /Сиренко, 1979/
26,6	23,3	40,0	1,14		
14,2	21,3	42,8	0,66		
12,5	24,9	50,0	0,50		
27,0	18,0	44,5	1,5		/Сиренко, Матвишина, 1975/
20,0	38,2	38,0	0,5		
15,0	15,8	59,8	0,9	Начало среднего плейстоцена /Палеогеографические этапы..., 1984/	/Веклич и др., 1973/
7,1	14,3	64,3	0,5		
12,5	18,7	50,0	0,7		
15,7	14,2	58,0	1,1		
6,7	13,3	60,0	0,5		
31,0	17,2	44,8	1,8	Середина среднего плейстоцена /Палеогеографические этапы ..., 1984/	
32,2	19,3	41,9	1,7		
30,8	19,2	42,3	1,6		
22,3	14,3	47,8	1,6		
23,8	17,3	45,3	1,3		
20,5	15,5	48,0	1,3		
2,7	11,3	50,0	0,24	Начало среднего плейстоцена	/Веклич и др., 1973/
13,5	24,1	50,3	0,56		

Окончание табл. 8

1	2	3	4	5
Причерноморье	Приморское	Завадовская, zv_2	20,2-20,3 20,5-20,6	0,20 0,16
Приазовье	Весело-Вознесенское	Платовская* (аналог новохоперской)	А	0,36
Окско-Донская равнина	Новохоперск	Новохоперская*	А А $C_к$	1,23 0,661 0,86
	Лихвин (Чекалин)	Рославльская (одинцовская)	A_1 A_1	0,150 0,150
		$ПП^*_3$	В(С?)	0,120
		$ПП^*_4$	A_1	0,360
		Лихвинская	A_1	0,150
		$ПП^*_5$	A_1 A_2 В	0,120 0,090 0,060
Приобская увалистая равнина	Белово	$ПП^*_3$	A_1 A_1B A_1B B_1 B_1 ВС	0,615 0,492 0,430 0,307 0,184 0,487
		$ПП^*_4$	А А B_1 B_2 ВС	0,487 0,609 0,609 0,426 0,244
		$ПП^*_3$	А	-
		$ПП^*_4$	А	0,81

Примечание. В почвах, отмеченных звездочкой, анализировался остальных по схеме И.В. Тюрина /1951б/ и ее модификациям.

6	7	8	9	10	11
13,5 18,1	17,0 21,2	35,0 43,7	0,79 0,85	/Палеогеографические этапы..., 1984/	/Веклич и др., 1973/
30,5	5,5	63,8	5,5	Днепровско-московский межстадиал /Добродеев, 1973; Разрез..., 1976/	/Добродеев, Глушанкова, 1968/
6,74 14,98 4,07	12,93 10,44 3,03	80,32 74,58 92,90	0,52 1,43 1,33	Днепровско-московский межстадиал /Добродеев, 1973/	/Добродеев, 1973/
8,00 3,33 10,00 13,33	16,00 4,66 30,00 16,94	76,00 92,00 60,00 69,72	0,5 0,71 0,33 0,78	Одинцовское потепление /Болиховская, и др., 1976/ Нет данных	/Глушанкова, 1971а/
16,66 11,11 9,98 8,00	23,33 15,55 20,02 18,00	60,00 73,33 70,00 74,00	0,71 0,71 0,49 0,44	Лихвинское межледниковье /Болиховская и др., 1976/	
16,26 20,32 23,25 16,29 27,17 10,27	20,49 11,18 40,47 49,51 50,54 26,69	63,25 68,50 36,28 34,20 22,28 63,04	0,79 1,82 0,57 0,29 0,54 0,38	Конец среднего – начало позднего плейстоцена / Разрез..., 1978/	/Глушанкова, 1971б/
20,53 24,63 24,63 11,74 20,49	13,97 12,81 8,87 19,24 33,60	65,50 62,56 66,50 69,02 45,90	1,47 1,92 2,78 0,61 0,61	Середина среднего плейстоцена /Разрез ..., 1978/	
21,5	35,0	43,5	0,61	Вероятно, аналоги вышеописанных $ПП_3$ и $ПП_4$	/Свиточ и др., 1972/
32,1	6,9	61,0	4,68		

состав гумуса по методу Кононовой – Бельчиковой /1961/, в

Таблица 9. Элементный состав гуминовых кислот среднеплейстоценовых ископаемых почв

Разрез	Почва	Мас. %				Ат. %				Атомные отношения				Источник
		C	H	O	N	C	H	O	N	C/H	C/O	C/N	H/C	
Лихвин (Чекалин)	$ПП_3$	45,32	3,68	47,93	3,07	35	34	28	2	1,02	1,25	17,5	0,97	/Болиховская и др., 1976/
Белово*	$ПП_3$	47,46	5,44	44,67	2,43	32	49	17	2	0,65	1,88	16,0	1,53	/Глушанкова, Аммосова, 1974/
	$ПП_4$	52,37	3,79	40,84	3,00	40	34	23	2	1,17	1,73	20,0	0,85	

*Здесь и в табл. 10 номера почв даны согласно работе "Разрез новейших отложений Алтая" /1978/.

Таблица 10. Оптические свойства гуминовых кислот среднеплейстоценовых ископаемых почв в видимой области спектра

Разрез	Почва	Горизонт	Значения коэффициента поглощения света $E^{0,0136\%C}$ при длине волн, нм						
			726	665	619	574	533	496	465
Белово*	$ПП_4$	A	0,25	0,45	0,62	0,82	1,13	1,45	1,90
	$ПП_3$	A	0,25	0,40	0,55	0,78	1,05	1,40	1,80
Лихвин**	$ПП_3$	A_1	0,18	0,26	0,46	0,56	0,66	1,04	1,30
		A_1	0,13	0,21	0,41	0,51	0,62	0,96	1,18

*Данные взяты из работы Н.И. Глушанковой, Я.М. Аммосовой /1974, рис. 2/.

**Данные из статьи Н.С. Болиховской и др. /1976/.

Эти немногочисленные данные позволяют отметить ту же направленность связи типа гумуса, обуглероженности молекул и оптических свойств гуминовых кислот, что и для почв нижнего плейстоцена. Так, почвы $ПП_3$ разрезов Белово и Лихвин с большим преобладанием фульвокислот в составе гумуса менее обуглерожены и, как подчеркивают авторы, имеют более низкую оптическую плотность во всем диапазоне видимой области спектра, чем гуминовые кислоты почвы $ПП_4$ разреза Белово с гуматным составом гумуса.

Таким образом, в почвах, сформированных в разные эпохи почвообразования среднего плейстоцена, состав гумуса (и соответственно свойства гуминовых кислот) одновозрастных почв изменяется в довольно широких пределах: от фульватного до гуматного. Однако можно полагать при этом, что климатические различия эпох почвообразования и являются тем лимитирующим фактором, который обусловил предельные величины гуматности (или образно говоря, "потолок" гуматности) гумуса. Именно в силу этих причин в каждой из рассматриваемых эпох почвообразования предельные величины отношения $C_{гк}:C_{фк}$ были различны.

Поздний плейстоцен

Почвы разных эпох почвообразования в период позднего плейстоцена изучены наиболее обстоятельно, не исключая и их органическое вещество. Наиболее подробно интерпретируются материалы, характеризующие гумус верхнечетвертичных почв разных районов европейской части страны (см. табл. 3). Для почв Западной Сибири в литературе имеются только данные для опорных разрезов Белово, Мраморный и Ложок /Глушанкова, 1971б; Дергачева, Зыкина, 1978; Зыкина и др., 1981/. Наибольшую представительность данных по составу и природе гумуса среди позднеплейстоценовых почв, несомненно, имеют почвы, формирование которых протекало в эпоху микулинского межледниковья и крутицкого интерстадиала. Эти ископаемые почвы очень физиономичны, т.е. имеют специфический морфологический облик, легко в связи с этим прослеживаются и определяются в природных условиях, имеют сложный полигенетичный профиль и представляют интерес из-за сложной их диагностики. Разными авторами они выделяются в мезинский /Морозова, 1981/, гороховский /Boguckij, 1972/, бердский /Зыкина и др., 1981/ и другие педокомплексы. Полигенетичные профили названных почв образовывались путем наложения более молодой почвы степного типа на более древнюю - лесного типа, причем последняя четко коррелирует с микулинским межледниковьем. Верхняя, более поздняя часть полигенетичного профиля, по данным одних авторов, формировалась во вторую, более позднюю фазу указанного межледниковья, а по мнению других - в один из ранних теплых интерстадиалов начала вюрма /Величко, Морозова, 1973, 1982/. Во всяком случае, большинство палеопедологов рассматривают ее как двучлен-

ный полигенетичный профиль, совмещающий в себе салынскую (микулинское межледниковье) и крутицкую (крутицкий интерстадиал) фазы почвообразования /Морозова, 1981; Boguckij, 1972; Богуцкий, Морозова, 1981; и др./.

В эпоху микулинского межледниковья почвообразование в различных районах протекало по-разному. Была ярко выражена широтная зональность и провинциальность почв, которые были представлены большим разнообразием типов, включая лесные, лесостепные и степные /Сычева, Ударцев, 1981; Морозова, 1981; и др./. Для крутицкого интерстадиала была характерна так называемая гиперзональная структура почвенной среды /Величко, 1973/, отражением чего является монотонный по основным свойствам почвенный покров /Морозова, 1981/.

География изученности этих почв широка, однако подходы к исследованию органического вещества различны: имеются характеристики только одного образца из гумусового горизонта (среднего для всей его толщи или отобранного на определенной глубине) или даются показатели гумуса для всей мощности выделенной полигенетичной почвы.

Пожалуй, все обсуждение данных по составу и свойствам органического вещества описываемых почв, имеющиеся в литературе, можно свести к нескольким положениям, которые в наиболее полном и обстоятельном виде представлены в работах Т.Д. Морозовой и О.А. Чичаговой /1968/, А.И. Цацкина /1979/, Т.Д. Морозовой /1981/ и О.А. Чичаговой /1985/:

состав гумуса почв микулинского межледниковья (салынская фаза), как правило, имеет низкие значения отношения $C_{гк}:C_{фк}$, большой процент негидролизуемого остатка, и в то же время высокую оптическую плотность и низкий порог коагуляции гуминовых кислот; органическое вещество этой эпохи почвообразования несет черты, свойственные современным зональным почвам, т.е. все показатели гумуса находятся в соответствии с таковыми современных аналогов по типу гумусообразования;

органическое вещество почв крутицкой фазы характеризуется однообразным на всей территории европейской части страны гуматным составом гумуса, высокой и очень высокой оптической плотностью и довольно значительным содержанием негидролизуемого остатка, что служит одним из доказательств монотонности почвообразовательных процессов на обширной территории.

Приведенные в табл. 11 данные состава гумуса почв микулинского межледниковья и крутицкого интерстадиала служат иллюстрацией этих положений. Однако их анализ позволяет все-таки отметить, что гуматность гумуса в эпоху крутицкого интерстадиала была не совсем однозначна для разных районов европейской территории. Так, в Приднепровье отношение $C_{гк}:C_{фк}$ в среднем колеблется в пределах 2,22-1,18 (или 1,70±0,52), в районе Волыно-Подольской возвышенности средние значения этого отношения и их отклонения составляют 1,79±0,68, Окско-Донской равнины - 1,38±0,69, а

в Причерноморье - 1,27±0,47. По-видимому, все-таки при всей монотонности состава гумуса, проявляющегося в его гуматности, наблюдались некоторые провинциальные особенности его качественного состава. В то же время имеющиеся материалы (см. табл. 11) позволяют наметить определенную тенденцию провинциальности состава гумуса и для почв микулинского межледниковья: для районов Волыно-Подольской возвышенности, Окско-Донской равнины и Приазовья среднестатистические данные отношения $C_{гк}:C_{фк}$ соответственно равны 0,58±0,31; 0,68±0,28 и 0,70±0,36. Однако имеющихся данных мало, чтобы судить однозначно о зональном проявлении процессов гумусообразования и привести количественные параметры состава гумуса для почв разных природных зон в описываемые эпохи почвообразования.

Хотелось бы обратить внимание на ряд показателей группового состава гумуса и связь их с процессами древнего почвообразования. Различия процессов почвообразования в разные фазы формирования полигенетичного профиля рассматриваемых почв четко выявляются в разном содержании общего углерода и соответствующем его уровню содержании гуминовых кислот. Так, почвы микулинского межледниковья имеют в два-три раза меньшие количества органического вещества в целом и меньшую (в среднем в два-пять раз) долю гуминовых кислот в его составе, чем почвы крутицкого интерстадиала. Последние при повышенном (и довольно высоком для ископаемых почв) содержании общего гумуса имеют в его составе и повышенное содержание гуминовых кислот. Такое соответствие содержания общего углерода и углерода гуминовых кислот в ископаемых почвах разных типов почвообразования отмечали многие авторы /Морозова, Чичагова, 1968; Бирюкова, Орлов, 1980; Морозова, 1981; Чичагова, 1985; и др./. Однако и внутри одной эпохи почвообразования также можно отметить некоторую тенденцию зависимости содержания общего гумуса и гуминовых кислот в его составе при сравнении среднестатистических показателей ($M \pm m$) для разных районов исследования:

Район	Общий гумус	Доля гуминовых кислот
Приднепровье	0,59±0,16	34,50±9,91
Волыно-Подольская возвышенность	0,52±0,20	28,55±7,19
Окско-Донская равнина	0,49±0,12	17,56±6,26

Таким образом, по-видимому, в каждую из эпох почвообразования даже при общей направленности имели место провинциальные количественные различия процесса гумусообразования. Во всяком случае, обобщение имеющихся материалов позволяет сделать такие предварительные выводы. В ряде работ приводится коэффициент оптической плотности гуминовых кислот, выделенных из горизонтов почв микулинского межледниковья и крутицкого интерстадиала

Таблица 11. Состав гумуса почв микулинского межледниковья и крутицкого интерстадиала

Район исследования	Разрез	Авторская маркировка почвы (название, индекс	Горизонт и (или) глубина, м	$C_{общ}$,% к почве	% к $C_{общ}$			$C_{гк}:C_{фк}$	Авторская интерпретация времени формирования почв	Источник
					$C_{гк}$	$C_{фк}$	$C_{гм}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Приднепровье	Мезин	Крутицкая	A_1	0,65	35,02	17,66	39,97	1,90	Крутицкий интерстадиал /Морозова, 1981/	/Морозова, 1981/
			A_1	0,53	31,38	16,53	43,74	1,80		
		Сальнская	B	0,27	1,85	13,33	64,44	0,13	Микулинское межледниковье	
	Клепалы	Крутицкая	A_1	0,84	36,59	11,20	45,05	3,00	Крутицкий интерстадиал	
	Сокиренцы		A_1	0,672	26,34	17,11	40,92	1,54		
	Араповичи		A_1	0,90	50,28	23,68	21,68	2,10		
	Брянск		A_1	0,36	15,80	23,50	42,20	0,70		
	Гуньки		A_1	0,46	31,47	20,50	43,27	1,50		
			A	0,466	30,90	19,93	42,70	1,50		
	Прилуки	Прилукская	H(A)	0,71	45,0	25,3	24,0	1,78	Начало позднего плейстоцена /Палеогеографические этапы..., 1984/	/Веклич и др., 1973/ /Сиренко, 1979/ /Сиренко, 1979/
			H_p (AC)	0,54	42,6	27,8	27,8	1,53		
			H(A)	0,50	46,0	30,0	30,0	1,58		
			H_p (AC)	0,64	35,9	18,7	40,6	1,92		
	Васильевка	Прилукская	9,3-9,4	0,46	21,2	16,0	50,0	1,30		/Сиренко, Матвиишина, 1975/
Вольно-Подольская возвышенность	Торчин	Крутицкая	A_1'	0,64	37,2	16,2	46,6	2,3	Крутицкий интерстадиал /Шацкин, 1979/	/Шацкин, 1979/
			A_1''	0,75	40,7	13,2	46,1	3,1		
		Сальнская	$A_{2д}$	0,13	19,2	21,5	59,3	0,9	Микулинское меж-	

			B_mG	0,14	13,6	18,6	67,8	0,7	ледниковье /Шацкин, 1979/	
			ВТМ	0,22	19,5	27,3	53,2	0,7		
	Волочиск	Крутицкая	A'_1	0,55	29,8	10,6	61,6	2,8	Крутицкий интерстадиал /Шацкин, 1979/	
			A''_1	0,51	29,6	19,8	50,6	1,5		
			A'''	0,33	33,0	13,1	53,9	2,5		
		Салынская	B	0,13	20,0	25,4	54,6	0,8	Микулинское межледниковье /Шашкин, 1979/	
			ВТМ	0,16	17,5	25,0	57,5	0,7		
		Крутицкая	A''_1	0,89	30,1	14,4	55,5	2,1	Крутицкий интерстадиал /Шацкин, 1979/	
			A''_1	0,74	32,0	16,5	51,5	1,9		
			A_1A_2	0,58	32,9	18,6	48,5	1,8		
	Торчин	Крутицкая	A_1	0,28	25,0	35	40	0,7	Крутицкий интерстадиал /Морозова, 1981/	/Богуцкий, Морозова, 1981/
			A_1	0,39	28	30	42	0,9		
			A_1	0,39	33	30	37	1,1		
		Салынская	B_t	0,22	2	19	79	0,1	Микулинское межледниковье /Морозова, 1981/	
		Крутицкая	A_1	0,64	19	14	67	1,3	Крутицкий интерстадиал /Морозова, 1981/	
			A_1	0,66	26	14	60	1,8		
			A_1	0,38	16	11	73	1,5		
			A_1A_2	0,15	16	10	74	1,6		
		Салынская	B_t	0,22	3	19	78	0,2	Микулинское межледниковье /Морозова, 1981/	
Окско-Донская равнина	Михайлов	Крутицкая	A_1	0,40	12,09	18,38	68,59	0,62	Ранневалдайское потепление /Сычева, Ударцев, 1981/	/Сычева, Ударцев, 1981/
			A'_1	0,35	11,63	18,47	69,89	0,63		
			A''_1	0,41	20,39	18,67	60,93	1,09		

Окончание табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Окско-Донская равнина	Михайлов	Салынская	A_2	0,24	15,55	16,37	68,07	0,95	Микулинское межледниковье /Сычева, Ударцев, 1981/	/Сычева, Ударцев, 1981/
			B_t	0,13	9,70	20,15	70,15	0,48		
	Моршанск	Крутицкая	A_1	0,51	15,75	15,55	68,70	1,01	Ранневалдайское потепление /Сычева, Ударцев, 1981/	
		Салынская	A_2	0,26	7,03	14,06	78,19	0,50	Микулинское межледниковье /Сычева, Ударцев, 1981/	
			B_t	0,15	6,16	10,27	83,56	0,60		
	Борисоглебск	Крутицкая	A'_1	0,49	8,64	18,52	72,84	0,47	Ранневалдайское потепление /Сычева, Ударцев, 1981/	
			A''_1	0,60	21,17	14,00	64,83	1,51		
			A''_1	0,54	22,42	13,27	64,30	1,69		
		Салынская	B_t	0,26	6,15	16,15	64,69	1,00	Микулинское межледниковье /Сычева, Ударцев, 1981/	
	Клепки	Крутицкая	A''_1	0,60	21,01	12,44	66,65	1,69	Ранневалдайское потепление /Сычева, Ударцев, 1981/	
			A''_1	0,71	26,44	10,41	64,15	2,54		
	Фатьяновка	Крутицкая	A_1	0,38	26,35	21,31	52,34	1,23	Ранневалдайское потепление /Ударцев, Сычева, 1975/	/Ударцев, Сычева, 1975/
	Хохол		A_1	0,29	18,5	15,17	66,34	1,24		
	Новохоперск	Мезинская	$A_д$	0,43	13,72	42,55	43,72	0,32	Московско-валдайское межледниковье	/Добродеев, 1973/
			A_1	0,721	13,73	1;12	75,03	1,22		
	Лихвин	$ПП_2$	A_1	0,576	13,00	7,80	79,20	1,67	Крутицкий интерстадиал /Морозова, 1981/	/Глушанкова, 1971а/
			A_1	0,636	13,20	9,42	77,38	1,40		

			A_1	0,564	16,66	8,51	74,82	1,95		
			A_1	0,450	28,36	9,85	61,77	2,87		
			A'_1	0,416	5,33	10,66	84,01	0,49		
			A'_1	0,363	3,30	5,30	93,40	0,62		
			A_2	0,178	12,92	26,96	60,11	0,47	Микулинское межледниковье /Морозова, 1981/	/Глушанкова, 1971а/
			B	0,120	5,83	9,16	85,01	0,64		
Приазовье	Весело-Вознесенское	Приазовская (ППК-3)	$A_{1д}$	0,41	13,1	40,9	46,0	0,3	Московско-валдайское межледниковье /Разрез..., 1976/	/Добродеев, Глушанкова, 1968/
			A_1	0,71	21,1	33,8	45,1	0,8		
			A_1	0,40	40,1	40,0	19,9	1,0		
	Платово	Крутицкая	A	0,41	21,22	15,57	63,21	1,38	Крутицкий интерстадиал /Морозова, 1981/	/Морозова, 1981/
Причерноморье	Тирасполь	Прилукская	8,7-8,8	0,24	16,6	20,8	54,2	0,8	Начало позднего плейстоцена /Палеогеографические этапы..., 1984/	/Веклич и др., 1973/
			9,1-9,2	0,26	23,1	19,2	38,4	1,2		
	Приморское	Прилукская	12,8-12,9	0,28	18,5	16,0	31,8	1,15		
			13,0-13,4	0,30	23,2	12,0	36,7	1,93		
	Новая Этулия	$ПП_4$	$A^*_д$	0,23	4,35	23,04	73,91	0,2	Московско-валдайское межледниковье /Добродеев, Дорош, 1973/	/Добродеев, Дорош, 1973/
			A_1	0,27	17,78	3,70	77,78	4,8		

* Пересчет данных в % к $C_{общ}$ сделан нами на основании работы О.П. Добродеева, Г.Н. Дорош /1973, табл. 15 – ПП-4/.

Таблица 12. Элементный состав гуминовых кислот позднеплейстоценовых ископаемых почв

Разрез	Почва	Мас. %				Ат. %				Атомные отношения				Источник
		C	H	O	N	C	H	O	N	C/H	C/O	C/N	H/C	
Лихвин	$ПП_1$	44,73	3,16	48,47	3,04	36	31	30	2	1,16	1,20	18,0	0,86	/Болиховская и др., 1976/
/Чекалин/	$ПП_2$ (0,4)	54,10	4,05	39,74	2,11	40	36	22	1	1,11	1,81	40,0	0,97	
	$ПП_2$ (0,7)	45,32	3,68	47,93	3,07	35	34	28	2	1,02	1,25	17,5	0,97	
Белово	$ПП_2$	45,35	3,85	48,71	2,09	35	35	28	1	1,00	1,25	17,5	1,00	/Глушанкова, Аммосова, 1974/
	$ПП_1$	52,25	3,92	41,31	2,52	39	35	23	2	1,11	1,69	19,5	0,89	

Таблица 13. Состав гумуса почв брянского интервала

Район исследования	Разрез	Авторская маркировка почвы (название, индекс)	Горизонт и (или) глубина, м	$C_{общ}$, % к почве	% к $C_{общ}$			$C_{гк}:C_{фк}$	Авторская интерпретация времени формирования почв	Источник
					$C_{гк}$	$C_{фк}$	$C_{гм}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Окско-Донская равнина	Новохоперск	Брянская	10,5	0,841	35,67	1,43	62,90	25,0	Брянский интервал /Добродеев, 1973/	/Добродеев, 1973/
	Хохол		-	0,305	12,46	24,92	62,62	0,50	Брянский интервал /Ударцев, Сычева, 1975/	/Ударцев, Сычева, 1975/
	Фатьяновка		-	0,390	11,28	25,14	63,58	0,47		
	Лихвин	$ПП_1$	A_1	0,394	2,03	4,06	93,91	0,50	Брянский интервал /Болиховская и др., 1976/	/Глушанкова, 1971а/
			A_1	0,424	5,66	8,49	85,85	0,66		
			A(B)	0,416	5,52	28,60	65,86	0,19		
Приднепровье	Брянск	Брянская	-	0,476	4,20	24,57	59,03	0,17	Брянский интервал /Морозова, 1981/	/Морозова, 1981/
	Араповичи		-	0,687	16,73	25,76	40,61	0,65		

Приднепровье	Гуньки	Брянская	–	0,56	21,43	37,50	41,07	0,57		
Приазовье	Весело-Вознесенское	ППК-2 (расклиненная)	$A_д$	0,40	36,0	30,0	34,0	1,20	Брянский интервал /Разрез..., 1976/	/Добродеев, Глушанкова, 1968/
			A_1	0,84	38,1	30,36	31,6	1,20		
			A_1	1,05	43,2	28,22	29,6	1,50		
			A_1	0,42	35,7	26,2	38,1	1,30		
Причерноморье	Новая Этулия	ПП-3*	$A_д$	0,22	6,36	7,27	86,36	0,87	Брянский межстадиал /Добродеев, Дорош, 1973/	/Добродеев, Дорош, 1973/
			$A_д$	0,22	11,36	9,09	77,27	1,25		
			A_1	0,33	20,61	0,61	78,79	34,0		
			A_1	0,41	15,61	3,85	80,49	3,76		
Волыно-Подольская возвышенность	Басов Кут	Брянская	–	0,57	10,17	21,42	69,41	0,48	Брянский интервал /Морозова, 1981/	/Морозова, 1981/
Приобская увалистая равнина	Белово	$ПП_1$	A	0,849	25,68	8,89	68,43	2,88	Начало второй половины позднего плейстоцена /Разрез..., 1978/	/Глушанкова, 1971б/
			A	0,849	23,56	8,01	68,43	2,94		
			B_1	0,303	24,75	31,68	43,56	0,78		
			B_2	0,363	13,77	19,83	66,39	0,69		
		$ПП_2$	A	0,730	6,84	27,63	65,53	0,25	Середина позднего плейстоцена /Разрез..., 1978/	
			B_1	0,365	13,70	35,61	50,69	0,38		
			B_2	0,609	16,42	19,05	64,53	0,86		
			B_2C?	0,304	24,67	34,54	40,79	0,71		

*Пересчет данных в % к $C_{общ}$ сделан нами на основании работы О.П. Добродеева, Г.Н. Дорош /1973, табл. 12, ПП-3/.

/Болиховская и др., 1976; Цацкин, 1979; Сычева, Ударцев, 1981; Морозова, 1981; Чичагова, 1985/. Исследователи отмечают соответствие высоких оптических плотностей гуминовых кислот гуматному типу гумуса и низких - фульватному /Цацкин, 1979; Болиховская и др., 1976; Глушанкова, 1977; и др./; связывают высокие оптические плотности этого компонента гумуса с их трансформацией во времени /Чичагова, 1985/. В работе Н.С. Болиховской и др. /1976/ подчеркивается, что низкая оптическая плотность гуминовых кислот ранней стадии формирования почвы $ПП_2$ (салынская фаза) сочетается с их слабой обуглероженностью и окисленностью, в то время как в более позднюю (крутицкую) стадию молекулы более высокоароматичны (табл. 12).

Впервые характеристика фракционного состава гумуса почв крутицкого интерстадиала была дана Т.Д. Морозовой и О.А. Чичаговой /1968/, которые отмечали, что в составе гумуса отсутствуют гуминовые кислоты фракции I, т.е. свободные и связанные подвижно с полуторными окислами, а также фракции III, связанные с глинными минералами.

К сожалению, материалов, характеризующих функционный состав гумуса почв микулинского межледниковья и крутицкого интерстадиала (так же как и для почв раннего и среднего плейстоцена), практически нет, а имеющиеся очень разноречивы.

Следующая эпоха почвообразования отмечается исследователями в период около 20-30 тыс. лет назад. Это время широко известно в литературе как брянский интервал, в период которого формировался почвенный покров, не имеющий себе современных аналогов /Морозова, 1981/. Данные по составу гумуса почв брянского интервала достаточно многочисленны (табл. 13), а география изученности широка (см. табл. 2).

Основная масса изученных почв характеризуется фульватным составом гумуса (Приднепровье, Окско-Донская равнина, Волыно-Подольская возвышенность, Приобская увалистая равнина - почва $ПП_2$), однако почвы более южных районов, хотя и не повсеместно, имеют гуматный состав гумуса (по градации Л.Н. Александровой /1982/) или фульватно-гуматный (по градации Л.А. Гришиной и Д.С. Орлова /1978/). Имеющихся данных пока недостаточно, чтобы говорить о возможности выделения провинции по содержанию и составу гумуса внутри одного типа гумусообразования, хотя определенная тенденция в этом направлении намечается. Так, показатели общего гумуса, содержания гуминовых кислот и отношения $C_{гк}:C_{фк}$ в районах, где почвы имеют исключительно фульватный его состав, соответственно равны для района Окско-Донской равнины 0,46 ± ± 0,21; 7,39 ± 4,36; 0,46 ± 0,17; для Приднепровья 0,49 ± 0,10; 15,64 ± 5,04; 0,57 ± 0,19. Аналогичную тенденцию можно отметить и для почв с гуматным составом гумуса. Для почв брянского интервала имеются отдельные данные (см. табл. 12), характеризующие элементный состав гуминовых кислот /Глушанкова, Аммосова 1974; Болиховская и др., 1976/ и оптические их плотности /Морозова, Чичагова, 1968; Глушанкова, Аммосова, 1974; Болихов-

ская и др., 1976, Морозова, 1981, Чичагова, 1985, и др./.

Что касается гумуса почв, сформированных в эпоху поздневалдайского межстадиала, то можно отметить, что материалов таких пока очень мало /Добродеев, Глушанкова, 1968; Добродеев, Дорош, 1973/, результаты разнородны и не позволяют сделать хоть какие-нибудь однозначные выводы. Это наименее изученная с точки зрения органического вещества эпоха почвообразования позднего плейстоцена.

Таким образом, изученность органического вещества верхнечетвертичных почв позволяет отметить, что каждая эпоха почвообразования имеет свою специфику, которая очень ярко проявляется в характерных особенностях состава и свойств гумуса. В общем, можно отметить, что органическое вещество сохраняет ряд черт, присущих ему в эпоху формирования почвенного тела, которые можно использовать для диагностики палеопочв и палеореконструкций. Содержание гумуса, количество, соотношение растворимых компонентов, распределение их по профилю зависят не от возраста ископаемой почвы, а от особенностей изначального сформированного в период активного функционирования почв состава. Определить какие-либо закономерности по содержанию гуминов в разновозрастных почвах не представляется возможным из-за несопоставимости данных, полученных с применением разных методик исследования. Имеющиеся в литературе немногочисленные материалы позволяют отметить соответствие типа гумуса и оптических свойств молекул гумусовых веществ, а также их элементного состава. Климатические условия каждой эпохи почвообразования являлись, по-видимому, тем лимитирующим фактором, который обусловил предельные величины колебаний основных показателей гумуса в течение одной эпохи почвообразования.

Дальнейшее накопление данных о гумусе ископаемых почв, разнохарактерных в своей основе, позволит, с одной стороны, подтвердить сделанные выводы, с другой - более четко определить критерии выявления генетических палеотипов гумуса и почв, проследить зональность, провинциальность процесса гумусообразования и в конечном итоге шире использовать результаты исследования для различных палеореконструкций и вопросов эволюции процессов гумусо- и почвообразования.

Глава III

ГУМУС РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ (материалы исследований)

Описание разрезов

Настоящий раздел посвящен изложению результатов изучения органического вещества плейстоценовых ископаемых почв некоторых районов Западной Сибири. Район Новосибирского Приобья, где

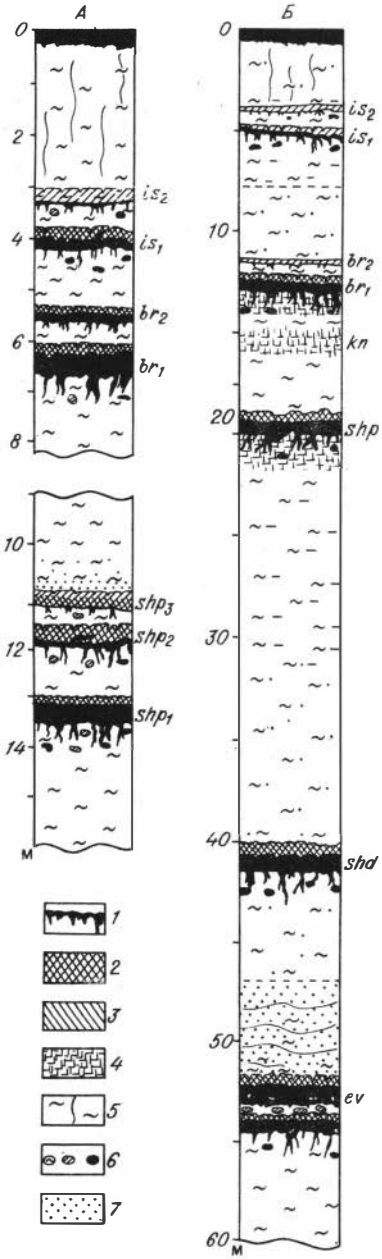

Рис. 4. Строение толщи четвертичных субаэральных отложений в районах Новосибирского (А) и Барнаульского (Б) Приобья.

1-3 - суглинок сильногумусированный (1), среднегумусированный (2) (гумусовый горизонт А), слабогумусированный (3) (осветленная часть горизонта А); 4 - иллювиальный горизонт (В); 5 - суглинок лессовидный; 6 - норы землероев; 7 - песок. Педокомплексы: is_1, is_2 - искитимский; br_1, br_2 - бердский; kn - койнихинский; shp_1, shp_2, shp_3 - шипуновский; shd - шадрихинский: ev_1, ev_2 - евсинский (выделен условно).

органическое вещество изучалось в почвах двух опорных разрезов (Ложок и Мраморный), по предложению И.А. Волкова /1971/ отнесен к стратотипическому. На этой территории почти сплошь распространены покровные лессовидные отложения и лессы, в толще которых очень ясно прослеживаются ископаемые почвы, расчленяющие их на отдельные стратиграфические горизонты. Ископаемые почвы использовались при построении стратиграфической схемы расчленения четвертичных отложений этой территории /Зыкина и др., 1981; Волков, 1983/. Район Барнаульского Приобья (опорный разрез Белово) также представляет значительный интерес для изучения климатостратиграфии субаэральной толщи плейстоцена Западной Сибири, где широко распространены в мощной толще рыхлых отложений четко прослеживаемые ископаемые почвы. Схема строения сводных разрезов четвертичных отложений в районах Новосибирского и Барнаульского

Приобья позволяет представить некоторые особенности расположения исследуемых почв в толще этих отложений (рис. 4).

Органическое вещество изучалось в ископаемых почвах, залегающих в толще субаэральных четвертичных отложений: искитимского (is), бердского (br) и шипуновского (shp) комплексов в районе Новосибирского Приобья; искитимского, бердского, койнихинского (kn), шипуновского, шадрихинского (shd) и, по-видимому, евсинского (ev) в районе Барнаульского Приобья.

Формирование этих почв происходило последовательно: искитимских в главный (позднекаргинский, брянский, раннекаргинский) интерстадиал вюрма, бердских - верхней почвы в ранний (крутицкий) интерстадиал вюрма и нижней в рисс-вюрмское (казанцевское, микулинское) межледниковье. Койнихинский педокомплекс соответствует по времени образования внутририсскому (ангальскому, одинцовскому) потеплению, шипуновский - миндель-рисскому (тобольскому, лихвинскому) межледниковью. Время формирования шадрихинских ископаемых почв - внутриминдельское потепление. Можно также отметить, что ниже последних в толще лессовидных отложений проходит главный магнитостратиграфический репер - граница Брюнес - Матуяма. Отнесение выделенных педокомплексов к указанным возрастным интервалам основано на стратиграфическом положении педокомплексов в общем строении разрезов, основных морфотипических признаках почв, биостратиграфических и палеомагнитных данных.

В опорных разрезах близ ст. Ложок и с. Шипуново Искитимского района Новосибирской области некоторые из плейстоценовых ископаемых почв имеют радиоуглеродные даты. Для искитимского педокомплекса даты лежат в пределах 35000-20000 лет назад; для верхней искитимской почвы (is_2) получены даты: 26300±700 (ИГАН-167) и 19400±800 (СОАН-164), 21700±900 (СОАН-12), первая из которых соответствует, вероятно, времени первоначального формирования этой почвы, а две остальные - времени ее вторичных изменений /Волков, 1973/. Нижняя искитимская почва (is_1) имеет даты 33100±1600 (СОАН-165) и 32780±670 (СОАН-629). Возраст бердского и шипуновского педокомплексов контролируется стратиграфическим положением почв в разрезе, биостратиграфическими данными (из суглинка, являющегося материнской породой для нижней шипуновской почвы, определены костные остатки лошади переходной от Equus stenonis к Equus caballus) и палеомагнитными данными /Поспелова, Гнибиденко, 1982; Волков и др., 1985/. Ископаемые почвы разреза Белово хорошо коррелируют с вышеохарактеризованными почвами Новосибирского Приобья на основании стратиграфического положения их в разрезе и главных морфотипических признаков и свойств. Соответственно возрасту формирования педокомплексов выделены эпохи почвообразования: позднекаргинская (is_2), раннекаргинская (is_1), раннезырянская (br_2), казанцевская (br_1),

ангальская (kn), тобольская (shp), внутришайтанская (shd) и гюнц-миндельская (ev).

Приводим описание ископаемых плейстоценовых почв Новосибирского Приобья по опорным разрезам Ложок и Мраморный и Барнаульского Приобья по опорному разрезу Белово. Последний обладает наибольшей полнотой по сравнению с другими известными разрезами плейстоценовой толщи Западной Сибири. Ископаемые почвы разрезов Ложок, Мраморный, Белово достаточно хорошо коррелируют между собой и другими соответствующими ископаемыми почвами в различных регионах Советского Союза /Веклич и др., 1982; Морозова и др., 1982; Волков, 1983/.

В районе Новосибирского Приобья искитимский педокомплекс имеет в целом небольшую мощность, представлен двумя сближенными почвами, поэтому происходит наложение горизонта С почвы is_2 на верхнюю часть профиля нижележащей почвы. В почве is_2 выделяется светло-серый с более темными гумусированными пятнами аккумулятивный горизонт мощностью до 30 см, нечетко выраженный иллювиальный и горизонт скопления карбонатов, представленных мелкими расплывчатыми пятнышками и псевдомицелием. В нижней части профиля (горизонты В и С) встречаются норы землероев размером от 8 до 12 см. Мощность профиля до нижней почвы составляет 75-80 см. Нижняя почва этого комплекса (is_1) четче дифференцирована на генетические горизонты (А, В, С). Гумусовый горизонт имеет темно-серый до черного цвет, мощность около 40 см, иллювиальный морфологически оформлен лучше, в нижней части его встречаются мелкие карбонатные пятнышки, псевдомицелий и кротовины диаметром 6-12 см.

По определению В.С. Зажигина, остатки млекопитающих из нор землероев обеих искитимских почв принадлежат родам Citellus sp., Citellus erythrogenus Brandt, Microtus sp. - обитателям открытых пространств степной зоны юга Западной Сибири. Обе почвы испытали последующее влияние холодного и влажного климата /Волков, 1971; Волков, Зыкина, 1977/, о чем свидетельствуют осветленная верхняя часть гумусового горизонта и неровная, в виде языков-затеков, его нижняя граница.

Бердский педокомплекс также состоит из двух сближенных почв, разделенных прослоем лессовидного суглинка мощностью 40-50 см. Верхняя бердская почва (br_2) имеет профиль небольшой мощности (до 70 см), дифференцированный на горизонты А, В, С. Перегнойный горизонт - темно-серый с коричневатым оттенком, более светлый в верхней части, имеет мощность 25 см и нижнюю границу в виде языков-затеков. Иллювиальный - желтовато-коричневый, более плотный, постепенно переходит в горизонт С, в котором встречаются норы землероев. Нижняя бердская почва (br_1) является наиболее физиономичной для данного педокомплекса. Ее профиль хорошо дифференцирован на генетические горизонты: мощный (до 60 см)

темно-серого цвета гумусовый, иллювиальный, подразделяющийся на два подгоризонта по цвету и плотности, и горизонт С. Гумусовый горизонт в верхней части осветлен, разбит трещинами усыхания, заполненными вышележащим суглинком, а нижняя часть его внедряется в иллювиальную толщу мощными языками-затеками. Появление последних обусловлено, по-видимому, вторичными преобразованиями почвы в последующих условиях холодного климата. В профиле почвы встречаются кротовины, в одной из которых найден скелет цокора (Myospalax myospalax), ныне обитающего на юге Западной Сибири. Эти кротовины в иллювиальном горизонте часто полностью маскируются пересекающими их гумусовыми затеками.

Шипуновский педокомплекс мощный и состоит из трех ископаемых почв, отделенных одна от другой прослоями лессовидного суглинка. Профиль верхней шипуновской почвы (shp_3) имеет мощность 50-70 см: аккумулятивный горизонт коричневато-серого цвета (25 см), осветлен в верхней части и разбит трещинами усыхания, обильно ожелезнен по трещинам и ходам корней растений, нижняя граница представлена неглубокими и тонкими затеками; иллювиальный горизонт желтовато-коричневого цвета, более плотный, без карбонатных новообразований, но с кремнеземистой присыпкой в верхней его части. В нижней толще профиля встречаются норы землероев размером от 8 до 15 см. Средняя шипуновская почва (shp_2) отличается хорошо развитым профилем до 1,5 м; серый с коричневатым оттенком перегнойный горизонт мощностью до 50 см, неясно выраженный иллювиальный и горизонт С. В двух последних встречаются карбонаты в виде расплывчатых пятнышек и псевдомицелия, а также норы землероев. Нижняя шипуновская почва (shp_1) выражена лучше двух верхних, имеет большую мощность и характеризуется трехчленным строением профиля. Выделяется темноокрашенным гумусовым горизонтом, который в нижней части имеет мощные и глубокие гумусированные языки-затеки. В горизонтах В и С встречаются пятна карбонатов и большое количество кротовин. Остатки мелких млекопитающих из нор землероев принадлежат алтайскому цокору Myospalax (Myospalax) haxm.

В полном соответствии с морфологическими признаками находится и микростроение описанных выше ископаемых почв.

Результаты микроморфологического исследования шипуновских почв свидетельствуют о хорошей агрегированности почвенной массы гумусовых горизонтов, высокой порозности, слабой ориентации глинистого вещества двух нижних почв, о появлении в верхней почве участков с оптически ориентированными глинистыми минералами.

Для нижней бердской почвы основными признаками микростроения являются: хорошая агрегированность почвенной массы, высокая порозность, губчатое строение гумусового горизонта и наличие в нем обугленных растительных остатков, довольно плотное сложение горизонта В, укрупнение агрегатов остроугольной формы в нем, появление оптически ориентированных глинистых минералов, редких натеков, обилие железисто-глинистых микроконкреций. Большинство

из названных признаков встречается в современных почвах черноземного ряда. Хорошая агрегированность, пористость горизонтов, отсутствие натечных форм глин и слабая ориентация глинистого вещества, нахождение органического вещества в скоагулированном состоянии - основные черты микростроения верхней бердской почвы. Аналогичные признаки отмечаются исследователями в современных почвах степной зоны.

Нижняя и верхняя искитимская почвы имеют в общих чертах сходную микроморфологическую характеристику, различающуюся в основном микростроением иллювиального горизонта (в нижней почве он имеет участки с параллельно-волокнистой ориентировкой глинистой плазмы) и гумусового горизонта, который имеет в нижней почве лучшую агрегированность.

Приведенные макро- и микроморфологические характеристики позволяют отметить, что почвы, составляющие описываемые педокомплексы, различаются по мощности, степени дифференциации на генетические горизонты и выраженности последних, мощности, интенсивности окраски гумусовых горизонтов и их микростроению.

В районе Барнаульского Приобья исследуемые почвы имеют следующее морфологическое строение. Искитимский педокомплекс мощностью до 2 м представлен в верхней части увала двумя ископаемыми почвами, разделенными прослоем лессовидного суглинка. Верхняя почва слабо выделяется в стенке обнажения и имеет профиль мощностью до 80 см, подразделяющийся на горизонты А, ВС, С. Гумусовый горизонт серого цвета (20 см) разбит в верхней части узкими неглубокими трещинами усыхания, в нижней - прослеживаются небольшие (до 5-7 см глубиной) гумусированные затеки, внедряющиеся в нижележащий горизонт. Иллювиальный горизонт серовато-желтого цвета нечетко выражен, в основании его прослеживается карбонатный иллювий в виде псевдомицелия и мелких пятнышек. Редко встречаются норы землероев небольшого диаметра (до 5 см). Почва содержит железисто-марганцевые конкреции в виде дробовин и марганцовистую пунктацию. Нижняя почва, в отличие от верхней, имеет профиль большей мощности (до 1,5 см), темно-серый с коричневатым оттенком гумусовый горизонт (35 см), нижняя граница которого представлена узкими и глубокими (до 50 см) гумусированными затеками. Иллювиальный горизонт серовато-коричневого цвета, лучше оструктурен. Профиль выщелочен от карбонатов на бо́льшую глубину, встречающиеся норы землероев имеют бо́льший диаметр. Горизонты почти не содержат железисто-марганцевых дробовин и марганцовистой пунктации.

На склоне увала присутствует лишь нижняя искитимская почва, отличающаяся по ряду признаков от охарактеризованной. Выше гумусового расположен осолоделый горизонт со слабым зеленоватым оттенком и неясноплитчатой структурой. Ее аккумулятивный горизонт меньше по мощности, иллювиальный - хорошо оструктурен, в нем отсутствуют пятна оглеения и ожелезнения, железисто-марганцевые дробовины, однако встречаются мелкие гипсовые и марганцовистые конкреции. Для микростроения искитимских почв харак-

терна концентрация органоглинистого вещества в простые округлые агрегаты и ооидоподобные стяжения, четче выраженные в нижней почве. Последняя более оглинена, содержит вдвое меньше минерального скелета, отмечается кольцевая ориентировка глин, свидетельствующая о некоторой подвижности органоминеральной массы. Ил скоагулирован, ориентировка глин чешуйчатая. Железо встречается в виде пятен бурого цвета, узоров по порам и микроортштейнов, в нижней почве оно более подвижно. Макро- и микропризнаки верхней почвы напоминают таковые современных почв, развивающихся в условиях степи, в нижней - умеренного степного климата.

Строение бердского педокомплекса вдоль обнажения достаточно однотипно, хотя отмечаются некоторые различия. В верхней части увала он представлен двумя ископаемыми почвами. Верхняя почва имеет небольшой мощности (до 85 см) профиль, слабо дифференцированный на генетические горизонты (А, ВС, С). Гумусовый горизонт (15 см) серый, с более темными пятнами и прослоями, мелкоязыковатой нижней границей. По данным микростроения, он имеет буровато-серый цвет, достаточно хорошо агрегирован, органическое вещество сконцентрировано в сгустках и находится в диффузном состоянии в плазме. Строение глинистого вещества мелкочешуйчатое и крапчатое. Минеральный скелет составляет 50-60% от площади шлифа. Горизонт ВС серовато-желтого цвета (30 см), слабо оструктурен. Для его микростроения характерны более крупные агрегаты, чаще остроугольной формы, чешуйчатая структура глинистого вещества, единичные железисто-марганцевые микроортштейны. В горизонте повсеместно отмечаются карбонатный псевдомицелий, мелкие пятнышки белоглазки, глеевые пятна и марганцовистая пунктация. Все это свидетельствует о большом сходстве данных почв с современными почвами черноземного типа.

Нижняя почва мощная, полигенетического строения с хорошо дифференцированным на гумусово-аккумулятивный (A_1), карбонатно-иллювиальный и иллювиально-глинистый (B_1) горизонты профилем. Горизонт A_1 темно-серого цвета, мощностью до 1 м, имеет в основании мощные гумусированные языки-затеки, глубоко внедряющиеся в нижележащую иллювиальную толщу. Почвенная масса по данным микроморфологии представлена агрегатами округлой формы и ооидами с четким контуром, включает тонкодисперсный гумус. Хорошо выраженный карбонатно-иллювиальный горизонт представлен скоплениями псевдомицелия и мелких пятнышек. Иллювиально-глинистый горизонт (B_1) имеет серовато-бурый оттенок, хорошо выраженную ореховатую структуру, не содержит карбонаты. Основными признаками микростроения его являются крупные агрегаты остроугольной, реже округлой формы, скорлуповатые и слоистые натеки буровато-коричневого цвета, включающие иногда гумусовые частицы и железо.

Вышеприведенные характеристики бердской полигенетичной почвы позволяют отметить, что в раннюю половину оптимума потепления почв развитие их происходило под влиянием процессов лессиважа,

незначительного оподзоливания и частичного оглинивания, а в поздний оптимум потепления ведущим процессом являлось гумусонакопление.

Койнихинский педокомплекс, в отличие от вышележащих, выделяется в разрезе в виде плотной, нечетко оструктуренной иллювиальной толщи коричневато-бурого цвета мощностью до 1,5 м. Возможно, что гумусовый горизонт данной почвы не сохранился, а нами обнаружена лишь ее иллювиальная толща. Микростроение ее характеризуется наличием основы коричневато-бурого цвета, равномерно пропитанной гидроокислами железа, крупных остроугольной формы агрегатов, разделенных системой извилистых пор, единичных натеков. Новообразования железа и марганца представлены микроортштейнами округлой формы небольших размеров, карбонатные - в виде скоплений крупных кристаллов кальцита, игольчатых скоплений люблинита. Вероятнее всего, основными почвообразовательными процессами данной почвы могли быть внутрипочвенное ожелезнение и некоторое иллювиирование.

Шипуновский педокомплекс наиболее четко прослеживается вдоль обнажения и является хорошим маркирующим горизонтом. Он представлен сложно построенной полигенетичной толщей, включающей в зависимости от местных условий две сближенные или совмещенные ископаемые почвы.

Строение полигенетичной почвы следующее: A_1, (A_1A_2), B_1, B_2, $C_к$. Гумусово-аккумулятивный горизонт темно-серого цвета с буроватым оттенком, мощностью до 1 м, в нижней части имеет мощные гумусированные языки-затеки шириной у основания до 15 см и глубиной до 1,5 м. Повсеместно в горизонте отмечаются мелкие марганцовистые дробовины и пунктация, а в основании слабо видна кремнеземистая присыпка (вероятно, остатки горизонта A_1A_2). Для гумусового горизонта (по микроморфологическим данным) характерен буровато-серый цвет в верхней части до серовато-бурого внизу за счет глинистой плазмы, пропитанной дисперсным железом. Гумусово-глинистая плазма стянута в округлые агрегаты и ооиды, имеющие кольцо из оптически ориентированных глинистых минералов. Глинистое вещество имеет чешуйчатую, а местами параллельно волокнистую ориентировку. В нижней части горизонт лучше агрегирован, отмечаются отмытые и обогащенные глинистым веществом участки, пропитанные дисперсным железом. Много округлых и удлиненных пор биогенного происхождения, зачастую содержащих натеки (глинистые однородные и с включением органического вещества). Из новообразований встречаются железистые пятна с четким контуром, единичные железистые, железо-марганцевые и карбонатные нодули, а также марганцовистые пленки и микрозернистый кальцит вокруг пор. Горизонт значительно оглинен (до 40% илистой фракции), в нижней части повышено содержание окиси кремния.

Лежащая ниже мощная коричневато-бурая иллювиальная толща (B_1 и B_2) характеризуется ореховатой структурой наличием глян-

цевых пленок на гранях структурных отдельностей, отсутствием карбонатных новообразований. В верхней части толщи (B_1) в виде дымчатого налета присутствует кремнеземистая присыпка, единичные марганцовистые дробовины. Элювиальный горизонт (A_2) морфологически не выделяется. По микростроению иллювиальная толща компактна, имеет бурую окраску, с глубиной переходящую в более яркую бурую, состоит из округло-уплотненных и угловатых крупных агрегатов. Почвенная масса пылевато-железисто-глинистая, скоагулированная. В ней отмечаются обособления оптически ориентированных глин, а по порам и межагрегатным промежуткам - обилие глинистых, слоистых (иногда с включением гумуса) натеков. Характерны единичные вокруглоровые выделения гидроокислов железа. В верхней части горизонта встречаются участки, обедненные глинистым веществом. Иллювиальная толща обогащена, по сравнению с выше- и нижележащими горизонтами, полуторными окислами железа и алюминия, содержание илистой фракции, кремнекислоты существенно увеличивается в верхней части толщи.

Изложенные данные свидетельствуют о возможном проявлении процессов оподзоливания и лессиважа. Видимо, формирование описанных почв в ранний оптимум потепления по своей направленности было аналогично таковому современных серых лесных почв, а во вторую половину оптимума потепления - почв, сходных с черноземами луговых степей с преобладающим процессом гумусонакопления.

Шадрихинский педокомплекс в отличие от шипуновского имеет несколько меньшую мощность и представлен ископаемой почвой с морфологически хорошо выраженным генетическим профилем (A'_1, A_1, B_1, $C_к$). Переходный к перекрывающему суглинку горизонт A'_1 желтовато-серого цвета с узкими и неглубокими гумусированными затеками в основании, содержит мелкие глеевые и железистые пятна, марганцовистую пунктацию, карбонатный псевдомицелий.

Аккумулятивный горизонт, темно-серый с буроватым оттенком, мощностью до 70 см, имеет нижнюю границу в виде небольших узких гумусированных языков-затеков, содержит в основании псевдомицелий и мелкие пятнышки белоглазки, много нор землероев различного диаметра. По данным микростроения, в этом горизонте гумусово-глинистая плазма собрана в округлые, вытянутые, редко остроугольной формы агрегаты первого-третьего порядков. Гумус находится в диффузном состоянии и скоагулирован в плазме в комочки. Отмечаются значительно оглиненные и прокрашенные гидроокислами железа околопоровые участки. К низу горизонта встречаются участки с параллельно волокнистой и вокругструктурной ориентацией глинистых минералов.

Иллювиальный горизонт яркого бурого цвета, слабо оструктурен, в верхней части содержит пятнышки белоглазки, псевдомицелий, много нор землероев. Микростроение горизонта следующее: бурая железисто-глинистая плазма оформлена в крупные округлые, чаще угловатые агрегаты, имеющие кайму из оптически ориентированных

глинистых минералов; глинистое вещество имеет параллельно волокнистую ориентировку; в плазме и вокруг пор отмечаются скопления микрозернистого кальцита, редкие плотные железистые микроортштейны и черные с буроватым оттенком пленки и ореолы.

Рассмотренные макро- и микропризнаки позволяют диагностировать эту почву как аналогичную черноземам луговых степей с ведущим процессом гумусонакопления.

Евсинский педокомплекс представлен двумя ископаемыми почвами, в отличие от всех вышележащих обладает наибольшей мощностью (до 3,5 м), интенсивно темной окраской органических горизонтов почв, их тяжелым механическим составом и повышенной плотностью. Этот педокомплекс отнесен к евсинскому условно.

Верхняя почва слабо дифференцирована на горизонты: $A_{gl,\ к}$, $C_{gl,\ к}$. Аккумулятивный – темно-серого цвета, плотный, сверху разбит сетью трещин, заполненных вышележащим суглинком, внизу с нечеткой мелкоязыковатой границей, бурно вскипает в основании, где наблюдается скопление карбонатных новообразований. Мощность горизонта составляет 1,5 м. Карбонатный горизонт желтовато-белесый, бурно вскипает, содержит в изобилии псевдомицелий, пятна различных размеров и присыпку, присутствуют пятнышки ожелезнения и норы землероев.

Характерными чертами микростроения данной почвы являются присутствие в цвете плазмы сизых тонов, концентрация органо-железисто-глинистой плазмы в округлые агрегаты, чешуйчатая и концентрическая в ооидоподобных стяжениях и микроортштейнах структура глин, наличие диффузных колец и пятен ожелезнения; марганцовистых микроортштейнов и пятен с размытыми краями, различных форм карбонатов, повсеместная пропитка плазмы микрокристаллическим кальцитом в горизонте $C_к$. Итак, по описанным макро- и микроморфологическим особенностям данная почва напоминает современные луговые почвы с доминирующими процессами гумусонакопления и оглеения.

Нижняя почва имеет профиль типа $A, B_к, C_к$ мощностью до 2 м. Гумусовый горизонт темно-серый с буроватым оттенком (50 см), с верхней неровной, перерытой норами землероев границей и нижней в виде тонких, редких и глубоких (до 1,5 м) гумусированных затеков. В основании горизонта встречаются норы землероев. Иллювиальный горизонт (B=80 см) коричневато-серого цвета, плотный, с редкими пятнышками ожелезнения, вскипает, карбонаты в виде псевдомицелия и мелких пятнышек, содержит норы землероев различного диаметра, постепенно переходит в лессовидный суглинок.

Для микростроения этой почвы характерны хорошая, сложная агрегированность почвенной массы, концентрация гумуса в изотропных сгустках, комочках, скоагулированная гумусово-глинистая плазма, чешуйчатая структура глинистого вещества, наличие редких отмытых участков, появление карбонатов в нижней части профиля.

Следует отметить, что ископаемые почвы описанных педокомп-

лексов отражают в своем строении черты финального почвообразования в условиях холодного и влажного климата при наличии мерзлоты. Это диагностируется по криогенным гумусированным языкам-затекам нижней части аккумулятивного горизонта, оглеению и осветлению верхней его части.

Содержание и распределение гумуса

Все изученные почвы, залегающие в толще субаэральных отложений в районах Новосибирского и Барнаульского Приобья, четко фиксируются по количеству гумуса, которое обычно в 3-10 раз больше, чем в лессах. В то же время содержание органического вещества в 5-10 раз меньше, чем в аккумулятивных горизонтах современных почв, и, как правило, не превышает 0,8-0,9% (табл. 14), а внутрипрофильное распределение его в разных почвах неодинаково. Связи между количеством гумуса и возрастом почв не наблюдается.

Самые древние из изученных почв - евсинские (см. рис. 4) - в аккумулятивном горизонте имеют в среднем 0,25-0,45% углерода. В почве ev_1 происходит увеличение его количества в горизонте АВ почти в два раза и затем отмечается более резкое сокращение органического вещества в нижележащей толще. В почве ev_2 распределение его равномерно убывающее во всем профиле, причем в пределах горизонта A_1 от 0,38-0,40 до 0,24-0,29%.

Более поздняя по времени формирования шадрихинская почва характеризуется почти одинаковым содержанием гумуса во всей аккумулятивной толще (0,26-0,29) и затем очень резким (в 4 раза) падением его количества с глубиной.

Почвы шипуновского педокомплекса, которые в Новосибирском Приобье представлены тремя, а в Барнаульском одной или двумя совмещенными почвами, имеют в аккумулятивных горизонтах довольно высокое для ископаемых почв содержание органического углерода (от 0,3 до 0,8%), причем во всех профилях сокращение его количества с глубиной происходит довольно постепенно. Пониженное содержание гумуса в верхней части горизонта А почв shp_3 и shp_1 разреза Мраморный (см. табл. 14), вероятно, обусловлено влиянием смены условий в конечной стадии почвообразования на более холодные и влажные и в связи с этим вымыванием части органического вещества. Вполне возможно, что на содержание огранического углерода (в % к почвенной массе) оказало влияние внедрение вышележащего лёсса с более низким содержанием гумуса и за счет этого "разбавление" его концентрации, уменьшение его доли в составе почвенной массы. Поскольку в почве kn вскрыты только горизонты В и С, то и содержание органического углерода в толще этой почвы довольно равномерное и очень низкое (0,08-0,10).

Таблица 14. Состав гумуса почв Новосибирского Приобья (по методу В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой /1968/)

Разрез, индекс почвы	Глубина, см	Горизонт	$C_{общ}$, % к почве	Гуминовые кислоты, % $C_{общ}$			Фульвокислоты, % $C_{общ}$				Растворимые вещества	Гумины	$C_{гк}:C_{фк}$
				II**	III	Сумма	Ia	II**	III	Сумма			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Новосибирское Приобье										
22, ч*в	3-15	A_1	5,65	23,4	7,8	31,2	2,6	9,7	4,7	17,0	48,2	51,8	1,84
	20-30	A_1	4,13	24,7	5,8	30,5	1,9	7,2	5,8	14,9	45,4	54,6	2,05
	35-45	AB	2,27	22,0	5,0	27,0	2,9	11,9	4,1	18,9	40,9	59,1	1,42
	50-60	B_1	0,90	15,6	0,0	15,6	7,2	3,6	7,4	18,2	33,8	66,2	0,86
	60-70	B_1	0,82	0,0	0,0	0,0	6,9	19,4	4,0	30,3	30,3	69,7	0,0
9, is_2	270-280	Лесс	0,44	8,4	5,9	14,3	3,6	12,7	3,6	19,9	34,2	65,8	0,72
	290-300	A	0,65	18,1	5,2	23,3	8,3	12,3	2,5	23,1	46,4	53,6	1,01
	310-320	A	0,71	20,7	8,6	29,3	6,1	8,6	7,7	22,4	51,7	48,3	1,30
	330-340	BC	0,39	4,4	3,6	8,0	7,6	12,9	6,1	26,6	34,6	65,4	0,30
9, is_1	390-400	A	0,64	36,4	7,7	44,1	10,0	15,9	1,4	27,3	71,4	28,6	1,61
	400-410	AB	0,48	15,6	4,4	20,0	10,6	6,5	1,2	18,3	28,3	61,7	1,09
22, is_1	340-350	A	0,69	46,2	7,7	53,9	9,7	15,0	3,8	28,5	82,4	17,6	1,88
	360-370	B	0,26	29,6	4,4	34,0	15,0	14,2	3,8	33,0	67,0	33,0	1,03
22, br_2	555-565	A	0,90	35,4	8,7	44,1	7,4	15,9	4,9	28,2	72,3	27,7	1,56
	585-595	B	0,30	24,7	0,0	24,7	15,7	8,3	12,0	36,0	60,7	39,3	0,68
22, br_1	605-615	A	0,40	39,4	0,0	39,4	18,5	12,8	1,3	32,6	72,0	28,0	1,21
	625-635	A	0,49	35,3	0,0	35,3	17,9	6,7	6,7	31,3	66,6	33,4	1,13
	645-655	A	0,49	38,9	0,0	38,9	9,4	9,1	8,5	27,0	65,9	34,1	1,44
	685-695	B	0,28	28,6	0,0	28,6	9,3	12,5	7,8	29,7	58,3	41,7	0,96
	685-695	Затек	0,47	27,4	7,0	34,4	8,3	14,7	4,7	27,7	62,1	37,9	1,24
	715-725	"	0,47	22,1	7,2	29,3	7,0	16,4	4,5	27,9	57,2	42,8	1,05
9, shp_3	1100-1110	A	0,39	22,6	12,9	35,5	6,4	22,9	1,3	30,6	66,1	33,9	1,16

	1113-1123	A	0,84	18,9	8,1	27,0	4,1	22,6	8,9	35,6	62,6	37,4	0,76
	1132-1142	B	0,57	19,3	4,9	24,2	4,9	23,5	6,6	35,0	59,2	40,8	0,70
	1150-1160	C	0,56	18,1	5,4	23,5	6,3	22,7	10,0	39,0	62,5	37,5	0,60
9, shp_2	1167-1177	A	0,80	22,4	5,8	28,2	5,7	21,2	11,3	38,2	66,4	33,6	0,74
	1189-1199	A	0,69	30,7	12,6	43,3	7,6	11,9	8,7	28,2	71,5	28,5	1,53
	1212-1224	B	0,57	23,0	10,9	33,9	6,1	38,2	4,2	48,5	81,4	18,6	0,70
9, shp_1	1310-1320	A	0,57	24,8	9,6	34,4	3,4	20,3	2,0	25,7	60,1	39,9	1,34
	1330-1340	A	0,61	34,8	7,4	42,2	4,7	25,4	1,6	31,7	73,9	26,1	1,33
	1350-1360	B	0,41	31,5	5,6	37,1	4,9	17,6	6,6	29,1	66,2	33,8	1,29
			Барнаульское Приобье										
2-34, $Ч_ю$	5-10	$A_{1к}$	2,65	26,4	13,7	40,1	3,7	13,2	12,6	29,5	69,6	30,4	1,36
	20-30	$A_{1к}$	2,57	20,1	12,0	32,1	3,1	12,0	12,0	27,1	59,2	40,8	1,18
	35-45	$AB_к$	1,00	6,8	10,8	17,6	3,1	21,2	9,0	33,3	50,9	49,1	0,53
	70-80	$B_к$	0,33	5,2	6,4	11,6	6,7	18,3	11,0	36,0	47,6	52,4	0,32
	120-130	$C_к$	0,19	0,0	0,0	0,0	9,4	21,5	10,5	41,4	41,4	58,6	0,0
	160-180	$C_к$	0,17	0,0	0,0	0,0	11,0	20,9	15,1	47,0	47,0	53,0	0,0
	280-290	Лесс	0,14	0,0	0,0	0,0	11,0	20,5	8,8	40,3	40,3	59,7	0,0
	305-315	"	0,14	0,0	0,0	0,0	13,2	29,3	10,4	52,9	52,9	47,1	0,0
9-83,	400-410	A	0,41	21,3	12,1	33,4	6,2	18,6	2,8	27,6	61,0	39,0	1,21
is_2	420-430	B	0,20	15,5	8,5	24,0	12,4	17,9	3,9	34,2	58,2	41,8	0,70
	430-440	B	0,17	4,6	4,6	9,2	16,6	30,4	9,7	56,7	65,9	34,1	0,16
	450-460	C	0,17	4,7	1,8	6,5	15,3	22,4	15,3	53,0	59,5	40,5	0,12
9-83,	490-500	A	0,26	30,0	4,4	34,4	8,5	13,0	7,4	28,9	63,3	36,7	1,19
is_1	510-520	A	0,34	24,3	7,5	31,8	8,9	10,6	7,7	27,2	59,0	41,0	1,17
	530-540	B	0,19	10,8	10,0	20,8	12,4	23,7	10,5	46,6	67,4	32,6	0,45
	560-570	B	0,18	6,5	0,0	6,5	11,3	24,8	17,0	53,1	59,6	40,4	0,12
	650-660	C	0,15	0,0	0,0	0,0	12,9	25,8	9,1	47,8	47,8	52,2	0,0
2-34,	320-330	A_1	0,33	28,1	6,7	34,8	6,9	20,1	10,8	37,8	72,6	27,4	0,92
is_1	330-340	A_1	0,29	49,5	4,6	54,1	3,5	4,6	12,3	20,4	74,5	25,5	2,65
	350-360	$B_к$	0,13	9,9	6,1	16,0	8,0	14,8	11,4	34,2	50,2	49,8	0,47

Окончание табл. 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Барнаульское Приобье										
2-34, is_1	370-380	$B_к$	0,13	6,8	0,0	6,8	9,0	26,5	18,9	54,4	61,2	38,8	0,12
	410-420	$C_к$	0,09	0,0	0,0	0,0	10,7	26,9	10,7	48,3	48,3	51,7	0,0
21-81, br_2	1170-1180	A	0,30	16,5	9,7	26,2	10,4	9,4	5,1	24,9	51,1	48,9	1,05
	1190-1200	B	0,24	13,6	5,5	19,1	11,8	7,2	10,6	29,6	48,7	51,3	0,65
	1220-1230	C	0,19	6,5	5,9	12,4	13,5	17,8	14,6	45,9	58,3	41,7	0,27
21-81, br_1	1260-1270	A	0,34	20,9	Не опр.	20,9	Не опр.	16,8	Не опр.	16,8	Не опр.		1,24
	1280-1290	A	0,29	21,5	-	21,5	"	13,3	"	13,3	-	-	1,62
	1310-1320	A	0,28	13,8	-	13,8	-	12,0	-	12,0	-	-	1,15
	1340-1350	A	0,31	27,3	-	27,3	-	22,2	-	22,2	-	-	1,23
	1380-1390	B	0,10	13,7	-	13,7	-	12,7	-	12,7	-	-	1,08
	1400-1410	B	0,11	0,0	-	0,0	-	17,7	-	17,7	-	-	0,0
2-34, br_1	1180-1190	A_1	0,22	8,8	-	8,8	-	23,2	-	23,2	-	-	0,38
	1200-1210	A_1	0,32	20,0	-	20,0	Не опр.	19,1	Не опр.	19,1	Не опр.		1,05
	1230-1240	A_1	0,35	13,7	Не опр.	13,7	-	8,5	-	8,5	-	-	1,61
	1250-1260	A_1	0,31	14,2	-	14,2	-	11,2	-	11,2	-	-	1,27
	1280-1290	A_1	0,31	12,6	Не опр.	12,6	Не опр.	10,1	Не опр.	10,1	Не опр.		1,25
	1350-1360	B	0,12	11,2	-	11,2	-	24,9	-	24,9	-	-	0,45
	1380-1390	B	0,09	0,0	-	0,0	-	29,1	-	29,1	-	-	0,0
	1470-1480	$C_к$	0,07	0,0	-	0,0	-	27,1	-	27,1	-	-	0,0
2-34, kn	1550-1560	B	0,08	0,0	0,0	0,0	11,5	23,0	12,8	47,3	47,3	52,7	0,0
	1570-1580	B	0,10	0,0	0,0	0,0	12,0	37,0	8,0	57,0	57,0	43,0	0,0
	1600-1610	B	0,10	0,0	0,0	0,0	12,1	31,3	9,0	52,4	52,4	47,6	0,0
	1620-1630	B	0,10	0,0	0,0	0,0	9,0	20,0	9,0	38,0	38,0	62,0	0,0
	1640-1650	$C_к$	0,09	0,0	0,0	0,0	8,4	24,2	9,4	42,0	42,0	58,0	0,0.
	1730-1740	$C_к$	0,09	0,0	0,0	0,0	12,3	34,8	20,2	67,3	67,3	32,7	0,0
2-34,	1900-1910	A_1	0,17	12,4	Не опр.	12,4	Не опр.	8,2	Не опр.	8,2	Не опр.		1,51

shp	1930-1940	A_1	0,16	36,7	-	36,7	-	13,9	-	13,9	-	-	2,64
	1950-1960	A_1	0,17	14,3	-	14,3	-	11,3	-	11,3	-	-	1,26
	1980-1990	A_1	0,16	18,4	-	18,4	-	13,9	-	13,9	-	-	1,32
	2030-2040	B_1	0,07	9,5	-	9,5	-	66,2	-	66,2	-	-	0,14
	2050-2060	B_1	0,06	0,0	-	0,0	-	71,2	-	71,2	-	-	0,0
	2080-2090	B_2	0,04	0,0	-	0,0	-	78,4	-	78,4	-	-	0,0
3-11, shd	1480-1490	A_1	0,26	15,6	20,2	35,8	8,2	25,6	4,9	38,7	74,5	25,5	0,92
	1500-1510	A_1	0,29	28,0	19,4	47,4	5,5	16,0	4,4	25,9	73,3	26,7	1,83
	1520-1530	A_1	0,28	26,3	13,1	39,4	6,8	8,8	1,7	17,3	56,7	43,3	2,28
	1560-1570	$B_к$	0,07	8,0	0,0	8,0	17,1	26,2	13,6	56,9	64,9	35,1	0,14
	1600-1610	$B_к$	0,07	0,0	0,0	0,0	22,1	22,1	13,5	57,7	57,7	42,3	0,0
	1670-1680	$B_к$	0,08	0,0	0,0	0,0	29,5	24,6	13,3	67,4	67,4	32,6	0,0
	1700-1710	$C_к$	0,07	0,0	0,0	0,0	27,0	26,4	17,2	70,6	70,6	29,4	0,0
2-34, ev_1	5160-5170	A_1	0,38	12,8	6,6	19,4	3,9	23,2	6,7	33,8	53,2	48,6	0,57
	5200-5210	A_1	0,40	27,9	7,5	35,4	4,0	7,5	12,7	24,2	59,6	40,4	1,46
	5220-5230	A_1	0,35	15,6	7,4	23,0	3,9	9,3	7,1	20,3	43,3	56,7	1,13
	5240-5250	A_1	0,29	18,1	9,8	27,9	5,4	18,5	6,6	30,5	58,4	41,6	0,91
	5260-5270	A_1	0,24	17,0	6,0	23,0	5,0	26,2	3,4	34,6	57,6	42,4	0,66
	5280-5290	A_1	0,29	18,5	5,6	24,1	5,3	30,6	12,1	48,0	72,1	27,9	0,50
	5310-5320	$C_к$	0,19	12,6	5,6	18,2	6,0	14,2	7,0	27,2	45,4	54,6	0,67
2-34, ev_2	5340-5350	$A_к$	0,26	15,5	8,8	24,3	5,0	14,1	4,8	23,9	48,2	51,8	1,01
	5360-5370	A	0,24	12,3	6,4	18,7	5,2	4,2	6,3	15,7	34,4	65,6	1,19
	5410-5420	$B_к$	0,47	9,7	Сл.	9,7	2,5	1,9	4,4	8,8	18,5	81,5	1,10
	5450-5460	$B_к$	0,13	3,8	0,0	3,8	6,0	24,0	9,7	39,7	43,5	56,5	0,09
	5510-5520	$C_к$	0,10	0,0	0,0	0,0	10,0	34,0	13,0	57,0	57,0	43,0	0,0

*Чернозем выщелоченный ($ч_в$), южный ($ч_ю$). Для современных почв фракции I + II.

**В ископаемых почвах фракция I отсутствует.

Почвы бердского педокомплекса различаются содержанием и распределением по профилю органического вещества. В районе Новосибирского Приобья в нижней почве (br_1) содержание гумуса мало изменяется по профилю: в пределах гумусовой толщи, включая и языки-затеки – от 0,40 до 0,49% от массы почвы, и лишь в толще горизонта В (вне затеков) составляет 0,28%. В верхней почве этого педокомплекса (br_2) содержание органического вещества наиболее высокое, резко падает вниз по профилю и оказывается в три раза ниже в горизонте С. Следует отметить, что подобное распределение валового углерода наблюдается и в почвах искитимского педокомплекса этого района исследований: содержание его в горизонтах А обеих почв составляет в среднем 0,30–0,70% и сокращается в два-три три раза в нижележащих горизонтах (см. табл. 14).

Почвы бердского педокомплекса, вскрытые в опорном разрезе Белово (Барнаульское Приобье), имеют в среднем 0,25–0,35% органического углерода в аккумулятивной толще профиля и довольно низкое его количество в горизонтах В и С (0,07–0,12). Более равномерное его распределение отличает верхнюю бердскую (и кстати, очень маломощную) почву от нижней, где в пределах горизонта А содержание гумуса изменяется незначительно, а в нижележащих – сокращается в три раза и более. Искитимские почвы, распространенные в этом районе исследований, имеют, во-первых, незначительную мощность горизонта А и, во-вторых, в среднем 0,3–0,4% органического углерода от массы почвы. Изменение гумуса с глубиной во всех почвах довольно постепенное.

Состав гумуса

Изученные ископаемые почвы неоднородны по составу гумуса, соотношению основных компонентов гумусовых веществ и распределению их по почвенному профилю (см. табл. 14).

Самая древняя из изученных почв (ev_1), вскрытая в разрезе Белово на глубине 53–55 м, характеризуется гуматным составом гумусового горизонта, постепенным снижением количества гуминовых кислот с глубиной и фульватным составом нижних горизонтов этой почвы. Верхняя почва евсинского педокомплекса имеет значительно более мощный горизонт А, в котором отношение $C_{гк}:C_{фк}$ достигает величины 1,46, постепенно снижается с глубиной и даже в горизонте С составляет 0,67, т.е. гуматный состав гумуса в аккумулятивном горизонте (верхней его части) постепенно сменяется на фульватно-гуматный и затем на фульватный. Следует отметить, что верхняя часть гумусового горизонта значительно преобразована, и поэтому соотношение гуминовых кислот и фульвокислот у них очень отличается от такового нижелещащей толщи. Если рассматривать состав гумуса этой почвы по профилю с глубиной,

включая и метаморфизированную толщу горизонта А (51,6-51,7), то он последовательно будет сменяться: от фульватного к гуматному, затем в нижней части аккумулятивной толщи - к фульватно-гуматному, а еще ниже к фульватному. В горизонте С соотношение этих компонентов гумуса несколько расширяется по сравнению с вышележащей толщей почвы в сторону преобладания гуминовых кислот. Вообще, наличие довольно большой толщи в гумусовом горизонте с соотношением $C_{гк}:C_{фк}$ значительно более 1,0 может свидетельствовать о гуматной направленности формирования системы гумусовых веществ в эпоху образования почвы ev_2. И несмотря на то, что в почве ev_1 абсолютные значения отношения $C_{гк}:C_{фк}$ несколько ниже, однако можно говорить о гуматной направленности формирования системы гумусовых веществ и в этих почвах. Но, по-видимому, климатические условия эпохи почвообразования были несколько отличны во время формирования этих почв, что и сказалось на величине абсолютных значений $C_{гк}:C_{фк}$.

Почва shd во вскрытой нами толще (разрез 3-11) залегает на глубине 14-17 м и характеризуется наличием полуметрового гумусового горизонта с гуматным составом гумуса. Так же как и в предыдущей почве, верхняя часть горизонта А несколько отличается по составу гумуса от нижележащей толщи, и поэтому отношение $C_{гк}:C_{фк}$ несколько ниже 1,0. Процесс гумусообразования, протекавший в эпоху формирования данной почвы, имел гуматную направленность, а высокие абсолютные значения отношения $C_{гк}:C_{фк}$ позволяют предполагать, что процесс почвообразования протекал в степной зоне. Изменение отношения $C_{гк}:C_{фк}$ по профилю от 1,83-2,28 до 0,14 и затем до нуля позволяет проводить аналогию с черноземами современной степной зоны.

Содержание гуминовых кислот и их внутрипрофильное изменение соответствуют типу гумусового профиля черноземов /Дергачева, 1984/, так же как и фульвокислот, а графики распределения этих компонентов по профилю имеют вид "ножниц", что для современных степных почв отмечалось ранее /Пономарева, Плотникова, 1980; Дергачева, 1984/.

Шипуновский педокомплекс в наиболее полном виде представлен в разрезе Мраморный. Здесь выделяются три почвы. Самая древняя из них (shp_1), вскрытая с глубины 13 м, характеризуется преобладанием группы гуминовых кислот над фульвокислотами во всех горизонтах почвенного профиля, хотя в верхней части горизонта А доля негидролизуемых форм гумуса несколько преобладает над гуминовыми кислотами. Отношение $C_{гк}:C_{фк}$ в пределах почвенной толщи изменяется мало (1,29-1,34). Доля гуминовых кислот во всех горизонтах значительна, а колебания по профилю невелики (34,4-42,2). Подобно изменяется с глубиной и количество фульво-

кислот: с 25,7 до 31,7%, и его можно характеризовать как возрастающе-убывающее (см. табл. 14).

Аналогичная направленность процесса гумусообразования наблюдается в современных почвах, формирующихся в условиях степи Западной Сибири, что проявляется в близких показателях соотношения основных компонентов гумуса и рапределении их по профилю исследованных ископаемых почв и современных аналогов.

В гумусовой толще средней шипуновской почвы (shp_2) величина отношения $C_{гк}:C_{фк}$ резко различна в пределах горизонта А между выше- и нижележащими слоями (0,74 и 1,53), что мы склонны объяснять сдвигом почвенных зон в заключительную стадию формирования данной почвы или изменением климатических условий в заключительную стадию развития этих почв. Содержание гуминовых кислот в среднем несколько ниже, а фульвокислот выше, чем в предыдущей почве этого комплекса.

В почве shp_3 изменение отношения $C_{гк}:C_{фк}$, так же как и общего содержания гуминовых кислот, с глубиной происходит постепенно. Отмечается более высокая доля в составе гумуса фульвокислот и увеличение их в иллювиальной толще профиля, что может свидетельствовать в пользу предположения о протекании процесса гумусообразования в более гумидных условиях, чем предыдущих почв этого почвенного комплекса.

Анализ группового состава гумуса почв шипуновского педокомплекса позволяет предполагать, что в лихвинское межледниковье происходило постепенное изменение климатических условий в сторону похолодания, и каждый последующий отрезок времени этой эпбхи почвообразования отличался от предыдущего более холодным климатом. Происходила постепенная гумидизация климата, направленность гумусообразования изменялась, и почвы, входящие в этот педокомплекс, отличаются свойствами, характерными последовательно для условий современных степи - лесостепи. Может быть именно поэтому так резко проявляется характерная в целом для лихвинского межледниковья меньшая гуматность гумуса, что отмечалось нами в предыдущей главе.

В разрезе Белово (Барнаульское Приобье) выделяется мощная толща шипуновской почвы, разнохарактерная по своей структуре и, по-видимому, разногенетичная. Вполне возможно, что мы имеем дело со сдвоенной, совмещенной в одном почвенном профиле, полигенетичной почвой (т. е. наложением одного почвообразующего процесса на другой) либо, что не менее вероятно, с почвой, не имеющей себе аналогов среди современных типов.

Мощный аккумулятивный горизонт этой почвы обладает очень высокой долей гуминовых кислот в составе гумуса, что достаточно ясно выявляется даже по данным содержания одной из их фракций, которая в средней части горизонта достигает 37%. И хотя в остальной выше- и нижележащей толще этого горизонта гуматы кальция составляют в среднем 12-18%, однако фульвокислот,

связанных с ними, еще меньше, и отношение $C_{гк}:C_{фк}$ значительно больше 1,0 (см. табл. 14). Нижняя толща характеризуется резко уменьшающимся характером распределения этого компонента гумуса по профилю: в горизонте B_1 содержится около половины от содержания в вышележащем слое, затем этот компонент гумуса практически исчезает из состава гумуса и вся мощная толща горизонтов B_2 и С содержит исключительно фульвокислоты, количество которых увеличивается с глубиной.

Таким образом, при мощном (до 1 м) гумусовом горизонте со значительным преобладанием в его пределах гуминовых кислот над фульвокислотами, отношением $C_{гк}:C_{фк}$ от 1,26 до 2,64 при резком сокращении доли гуминовых кислот с глубиной и значительном возрастании фульвокислот состав гумуса данной почвы обладает чертами сходства с мощными степными почвами черноземного типа.

Бердские почвы обоих районов исследования имеют много общего. Прежде всего во всех изученных почвах в горизонте А преобладают гуминовые кислоты. В почвах Новосибирского Приобья количество их несколько выше, чем в аналогичных по возрасту Барнаульского Приобья (даже при учете разной детальности их аналитических характеристик). В почве br_1 разреза Ложок они составляют 35-39% в горизонте А и почти такое же их количество в языках-затеках (29-34%). В этой почве доля фульвокислот с глубиной снижается от 32 до 27%, растворимость гумуса уменьшается, а содержание гуминов соответственно возрастает. Аналогичные по возрасту почвы района Барнаульского Приобья (почва br_1, вскрытая в разрезах 21-81 и 2-34) имеют довольно высокое содержание гуминовых кислот (только одна из их фракций составляет в среднем 19-20%), которые преобладают в значительной по мощности толще почв, не только в горизонте А, но и в верхней части горизонта В. Отношение $C_{гк}:C_{фк}$ в пределах гумусовой толщи всех исследованных почв этого возраста колеблется в среднем в пределах 1,2-1,6, в иллювиальной - значительно меньше 1,0. Следует обратить внимание на то, что верхняя часть горизонта В, которая морфологически выделяется довольно четко, и нижняя часть гумусового очень часто имеют близкий состав гумуса или близкие доли гуминовых кислот. Этот факт заслуживает внимания и требует объяснения, поскольку встречается при исследованиях разновозрастных ископаемых почв с разным составом гумуса. Вполне возможно, что это - влияние последующей холодной заключительной стадии развития почв, тем более, что языки-затеки, которые описаны и изучены нами в почвах br_1 Новосибирского Приобья, по мнению И.А. Волкова /1971/, обязаны своим появлением именно криогенным процессам, имевшим место именно в эту стадию их развития. При этом близость состава гумуса в горизонте А и языках-затеках позволяет предположить, что основные свойства

гумуса вполне могут сохраняться даже при действии на них криогенных процессов (см. табл. 14).

Верхняя бердская почва отличается от предыдущих более высокой долей гуминовых кислот, значительным преобладанием их над фульвокислотами и низким содержанием гуминов, что говорит о протекании процесса гумусообразования, возможно, в более теплых и сухих условиях, чем в предшествующую эпоху почвообразования. При этом, по-видимому, длительность периода формирования почвенного тела (и гумусового горизонта как частного проявления этого процесса) была незначительна, поскольку их мощность очень невелика. Отношение $C_{гк}:C_{фк}$ этой почвы по абсолютным величинам характерно для почв степи - лесостепи современных условий, однако для отдифференцирования этих почв и отнесения их более точно к тому или иному типу почвообразования необходимы дополнительные исследования гумуса почв на уровне свойств макромолекул его основных компонентов.

Аккумуляция гуминовых кислот в почвах is_1 оказалась еще выше, чем в описанных почвах бердского педокомплекса обоих районов исследования, и составляет в гумусовом горизонте в среднем 35-50%, в иллювиальном - 10-30%, причем в почвах Новосибирского Приобья она несколько выше, чем в остальных. Содержание фульвокислот ниже, чем гуминовых, гумины в аккумулятивных горизонтах всех почв составляют небольшую долю. Отношение $C_{гк}:C_{фк}$ в этих почвах очень высокое (в горизонте A_1 до 1,88-2,65). В разрезе 9-83 вскрытая нами почва этого возраста отличается фульватно-гуматным составом гумуса с соотношением гуминовых кислот к фульвокислотам - 1,17-1,19.

Верхняя искитимская почва (is_2) в горизонте А содержит в среднем 20-30% гуминовых кислот. Ниже по профилю доля их участия в формировании состава гумуса резко сокращается, и в горизонте С они практически не обнаруживаются. Количество фульвокислот во всех горизонтах почвенного профиля всех исследованных почв близко (20-26%). Соотношение основных компонентов свидетельствует о гуматном составе гумуса в аккумулятивной толще, фульватном - в горизонтах В и ВС, а $C_{гк}:C_{фк}$ равно соответственно: в Новосибирском Приобье - 1,30 и 0,30, в Барнаульском Приобье - 1,46 и 0,13. Таким образом, отношение $C_{гк}:C_{фк}$ закономерно изменяется в ряду исследованных разновозрастных ископаемых почв и в преобладающих случаях их характеристики совпадают или очень близки к таковым для современных почв, формирующихся и развивающихся в условиях степи - лесостепи Западной Сибири.

Фракционный состав гумуса позволяет отметить ряд общих для всех изученных почв свойств. Во-первых, ни одна из исследованных ископаемых почв разного возраста не содержит, по нашим данным, гуминовых кислот фракции I, т. е. гуминовых кислот свобод-

ных или подвижно связанных с полуторными окислами. Практически бурые гуминовые кислоты не удалось обнаружить даже в почвах с фульватным или гуматно-фульватным составом гумуса. Во-вторых, основную долю гумусовых кислот составляют гуматы кальция и связанные с ними фульвокислоты (фракция II, черные гуминовые кислоты). Содержание гуминовых кислот фракции III колеблется незначительно и во всех почвах составляет в среднем 10-15%. Количество негидролизуемых форм гумусовых кислот не зависит от возраста почв. Фракция фульвокислот Ia, т.е. свободных или подвижно связанных с полуторными окислами, в преобладающем большинстве случаев по профилю распределяется равномерно и лишь в отдельных случаях (например, почва shd) наблюдается некоторое ее накопление в иллювиальном горизонте и ниже. Изменение соотношения между фракциями гуминовых кислот или фульвокислот (а в будущем, при накоплении достаточного количества материалов и гуминов) представляет очень большой интерес с точки зрения познания возможных превращений внутри системы гумусовых веществ почв в процессе ее функционирования после захоронения. Это будет способствовать изучению процессуальной стороны гумусообразования, а именно познанию генетико-временных аспектов этого процесса.

С точки зрения диагностики типа гумусообразования, типа почвообразования или типа (подтипа) почв фракционный состав гумуса не играет существенной роли. Для этой цели вполне достаточно показателей его группового состава.

Некоторые особенности макромолекул гуминовых кислот

В настоящее время установлено, что не только состав гумуса, но и состав и свойства гуминовых кислот являются функцией биоклиматических условий гумусообразования и почвообразования в целом /Тюрин, 1937, 1949, 1951а; Бельчикова, 1951; Кононова, 1951, 1956, 1963; Орлов, 1970, 1974, 1977; и др./.

Выяснение особенностей макромолекул гумусовых кислот ископаемых почв, находящихся практически вне зоны влияния современного процесса гумификации, представляет интерес при решении вопросов, связанных с различными аспектами процесса гумусообразования: изучения возможной длительности сохранения химического статуса гумусовых кислот, их химических свойств, от которых зависит поддержание стационарного состояния системы гумусовых веществ почв, направленности изменений в результате вторичных преобразований, а также эволюции системы гумусовых веществ в длительные геологические отрезки времени. От биоклиматических условий зависят многие свойства гуминовых кислот: химический их состав (т.е. соотношение элементов в молекулах); соотношение негидролизуемой и гидролизуемой частей (т.е. компоновка макромолекул); состав и свойства компонентов ароматической и алифатической их частей молекулярно-массовое распределение макромолекул (т.е. соотношение гуминовых кислот с разной молекулярной массой);

оптические и другие свойства. Практически гуминовые кислоты наиболее четко отражают в своем составе, структуре и свойствах зональные особенности процесса гумусообразования и, как следствие, почвообразования.

По мнению Н.И. Глушанковой и Я.М. Аммосовой /1974/, фульвокислоты, выделенные из разных ископаемых почв, очень мало отличаются по своим свойствам, поэтому использование их элементного состава и оптических свойств не рационально. В то же время гуминовые кислоты как наиболее специфичный компонент для каждого типа почв отражают типовые и зональные особенности гумуса, и поэтому их изучение может дать очень большую информацию для диагностики почв и, как следствие, для палеореконструкций. Ряд признаков дает ценную информацию для диагностики вторичных изменений, которые происходят с момента захоронения почв, другие – для генетической диагностики. Всестороннее исследование химического состава, соотношения макромолекул разных молекулярных масс, оптических и реакционных свойств, а также качественного состава гидролизуемой и негидролизуемой частей молекул позволяет:

убедиться в том, что из ископаемых почв выделены именно гумусовые кислоты, путем сопоставления признаков, диагностирующих этот класс веществ с переменным составом /Орлов, 1974/, с полученными для разновозрастных ископаемых почв;

определить степень сохранности и (или) преобразованности молекул под влиянием времени;

определить типовые особенности макромолекул гуминовых кислот, направленность процесса гумусообразования, и в случае, если почвы автономны и автоморфны, диагностировать их на уровне типа.

Поскольку в ископаемых почвах бурые гуминовые кислоты, как правило, отсутствуют или содержатся в ничтожных количествах, а черные гуминовые кислоты или гуматы кальция наиболее устойчивы к диагенетическим преобразованиям /Чичагова, Черкинский, 1979/, изучался именно этот компонент системы гумусовых веществ с точки зрения состава и свойств его макромолекул.

Полученные данные показывают, что выделенные общепринятыми методами, предназначенными для экстрагирования из почв гуминовых кислот, вещества имеют показатели, которые лежат в пределах, предусмотренных для гуминовых кислот (табл. 15). Мотив построения инфракрасных и электронных спектров вполне отвечает характеристикам, присущим классу гумусовых веществ (рис. 5,6). Согласно признакам и градациям, предложенным Д.С. Орловым /1974/ для отнесения органических веществ к классу гумусовых, можно вполне утверждать, что из разновозрастных ископаемых почв выделены именно гуминовые кислоты (табл. 16). Рассмотрим их характеристики.

Элементный состав гуминовых кислот, как показывают полученные данные (см. табл. 16), не зависит от возраста почв, а свидетельствует о различных условиях их формирования, что проявляется в разной степени окисленности, обуглероженности, ароматичности молекул.

Таблица 15. Вероятные пределы средних значений некоторых диагностических показателей гуминовых кислот (по Д.С. Орлову, Л.А. Гришиной /1981/) и соответствующие характеристики гуминовых кислот ископаемых почв

Ископаемые почвы (индекс)	Мас. %		Выход БПК*, % к препарату	Негидролизуемый N, % к общему N
	C	N		
	Диагностические показатели			
	46-61	3-6	7-26	25-65
	Новосибирское Приобье			
is_1	51,4	2,7	Не опр.	Не опр.
is_1	51,1	2,9	32,8	"
is_1	51,1	3,0	Не опр.	63,9
br_2	54,3	3,9	"	Не опр.
br_2	54,8	3,5	34,0	"
br_1	50,1	3,0	Не опр.	"
br_1	49,2	2,9	"	60,0
shp_1	58,9	2,8	35,6	66,4
	Барнаульское Приобье			
is_1	52,8	2,8	Не опр.	
is_1	51,9	2,9	"	
br_2	54,8	3,3	"	
br_2	55,0	3,7	"	
shp_2	49,3	2,0	"	
ev_1	53,6	Не опр.	"	

*БПК - бензолполикарбоновые кислоты.

В районе Новосибирского Приобья изучены гуминовые кислоты почв разных педокомплексов, выделенные из образцов, взятых в разных разрезах. Только для шипуновских почв получены результаты, характеризующие одну, причем самую древнюю из них, почву (shp_1). Гуминовые кислоты этой почвы оказались самыми обуглероженными, ароматичными и наименее окисленными из всего ряда изученных почв. Содержание углерода в гуминовых кислотах верх-

Таблица 16. Элементный состав гуминовых кислот ископаемых почв

Индекс	Мас. %				Ат. %				Атомные отношения		
	C	H	N	O	C	H	N	O	H/C	C/N	O/C
	Новосибирское Приобье										
is_2	50,9	4,6	3,5	41,4	36	39	2	23	1,08	18,0	0,64
is_1	51,4	2,7	2,7	43,2	44	27	2	27	0,61	22,0	0,61
is_1	51,1	4,1	3,0	41,8	38	36	2	24	0,95	19,0	0,63
is_1	51,1	4,3	3,0	41,6	38	37	2	23	0,97	19,0	0,60
br_2	54,3	4,9	3,9	36,9	38	40	2	20	1,05	19,0	0,53
br_2	54,8	4,3	3,5	37,4	40	38	2	20	0,95	20,0	0,50
br_1	50,1	5,0	3,0	41,9	35	41	2	22	1,17	17,5	0,63
br_1	49,2	5,2	2,9	42,7	34	42	2	22	1,23	17,0	0,65
shp_1	58,9	2,5	2,8	35,8	50	25	2	23	0,50	25,0	0,46
	Барнаульское Приобье										
is_1	52,8	3,8	2,8	40,6	40	35	2	23	0,87	20,0	0,57
is_1	52,0	3,9	3,0	41,1	39	35	2	24	0,89	19,5	0,61
br_2	54,8	4,9	3,3	37,0	38	41	2	19	1,08	19,0	0,50
br_1	55,1	4,8	3,8	36,3	39	40	2	19	1,03	19,5	0,49
shp*	49,4	3,8	2,0	44,8	38	35	1	26	0,92	-	0,68

*Образец из нижней части горизонта А, глубина 19,8-19,9 м.

ней бердской почвы составляет в среднем 54-55%, а в нижней - 49-50%. Можно отметить несколько меньшую обуглероженность молекул нижней бердской почвы, большую окисленность и повышенное содержание водорода. В современных почвах при изменении условий от более сухих, аридных, к более гумидным обуглероженность обычно уменьшается, а окисленность гуминовых кислот возрастает /Орлов, 1974/.

Отношение H/C, косвенно свидетельствующее об ароматичности молекул, так как зависит от доли в них конденсированных структур, при смене условий от теплых и сухих к более влажным и холодным обычно снижается /Кононова, 1963; Орлов, 1974/. Таким образом, элементный состав гуминовых кислот бердских почв показывает, что нижняя почва развивалась в более гумидных, по сравнению с

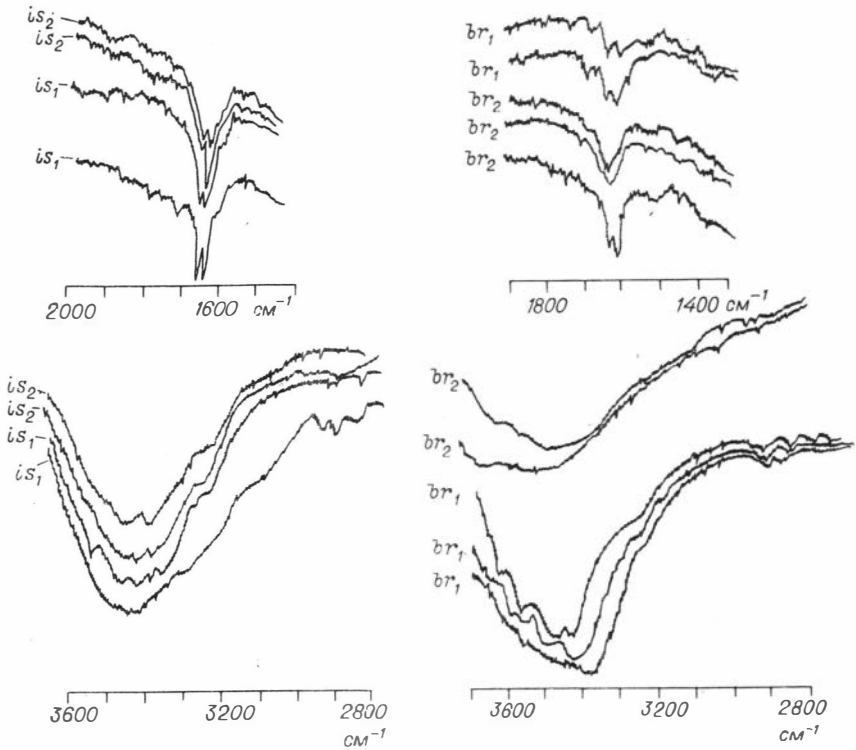

Рис. 5. Инфракрасные спектры гуминовых кислот позднеплейстоценовых ископаемых почв Новосибирского Приобья. Обозначения педокомплексов см. на рис. 4.

верхней, условиях, а гумусообразование протекало в последней по степному типу, поскольку близкие характеристики имеют гуминовые кислоты современных почв степной зоны (имеется в виду фракция II, гуматы кальция). Общее содержание углерода в гуминовых кислотах искитимских почв Новосибирского Приобья ниже, чем в предыдущих (около 51%). Отношение H/C колеблется от 0,61 до 1,08. При сравнении нижней и верхней искитимских почв можно отметить несколько большее содержание азота, меньшую окисленность и бо́льшую конденсированность молекул нижней почвы этого педокомплекса (см. табл. 16).

Шипуновская почва Барнаульского Приобья имеет в нижней части гумусового горизонта гуминовые кислоты, которые характеризуются низкой обуглероженностью, минимальным количеством азота, высокой окисленностью. Эти результаты представляют большой интерес с точки зрения диагностики шипуновской почвы разреза Белово. Судя по морфологии, эта почва вполне могла быть двух-

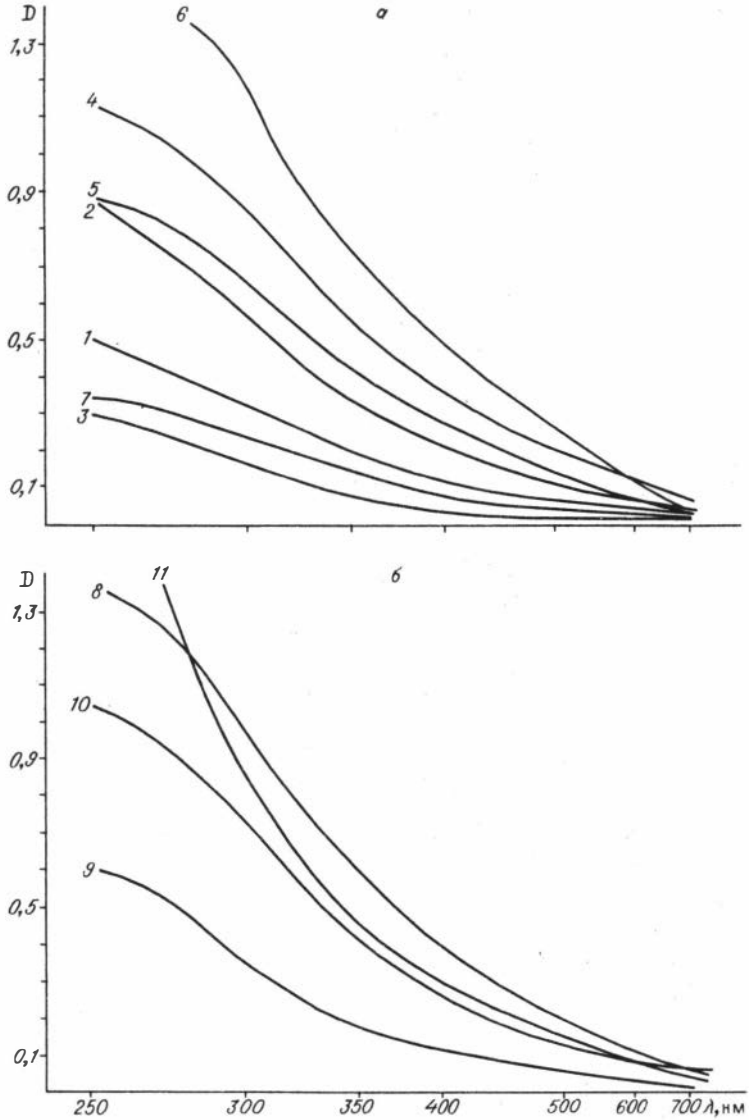

Рис. 6. Электронные спектры гуминовых кислот разновозрастных ископаемых почв искитимского (а) и бердского (б) педокомплексов Новосибирского Приобья.

Горизонт А: 1,2 - is_2; 4-6 - is_1; 8 - br_2; 10, 11 - br_1; горизонт В: 3 - is_2; 7 - is_1; 9 - br_2.

фазной, совмещающей в одном профиле почвы степного (верхняя часть) и лесного типов почвообразования. Данные соотношения основных компонентов гумуса показали, что в период формирования верхней толщи почвы (той, которая сейчас выделяется как мощный гумусовый горизонт) гумусообразование протекало по степному типу. Нижняя толща имеет гуматно-фульватный и фульватный составы гумуса, что может быть признаком многих гумусовых профилей. Установленная низкая степень обуглероженности, ароматичности молекул гуминовых кислот, выделенных из нижней части горизонта А (на контакте с горизонтом В), свидетельствуют в пользу двухфазности формирования шипуновской почвы в разрезе Белово.

Почвы бердского и искитимского педокомплексов, распространенные в районе Барнаульского Приобья, изучены с точки зрения химического состава гуминовых кислот очень ограниченно (имеются данные только для почв br_2, br_1 и is_1). Они характеризуются достаточно высокой обуглероженностью молекул, причем последние имеют бо́льшую степень ароматичности, чем гуминовые кислоты из бердских почв, отношение Н/С в них соответственно равно 0,89-0,87 и 1,08-1,03).

Инфракрасные спектры гуминовых кислот, выделенных из горизонта А только верхнечетвертичных почв Новосибирского Приобья, позволяют отметить общий мотив их построения и сходство со спектрами этого компонента гумуса современных почв /Дергачева, Зыкина, 1981б/. Различия между исследованными гуминовыми кислотами выражаются в основном в интенсивности отдельных полос, по которым можно судить о большем или меньшем присутствии тех или иных групп ароматической или алифатической части молекул, оценить долю вклада в построение гуминовых кислот отдельных группировок и отметить наличие некоторых типов связей между отдельными компонентами макромолекул.

Инфракрасные спектры гуминовых кислот почв бердского комплекса, выделенных из их аккумулятивных горизонтов, не позволяют отметить существенных различий в построении молекул, однако можно отметить несколько большую интенсивность полос поглощения в области 2940-2860 $см^{-1}$ в гуминовых кислотах нижней почвы, которые в спектрах этого компонента гумуса верхней почвы выделяются крайне слабо, что может быть обусловлено большей долей периферии в первых по сравнению со вторыми (см. рис. 5).

В инфракрасных спектрах гуминовых кислот обеих почв четко выделяются полосы 1650, 1630 $см^{-1}$ и в виде слабого уступа 1610 $см^{-1}$. Можно отметить только слабое поглощение около 1540-1550 $см^{-1}$ в верхней почве, которое в нижней становится еще слабее. Это согласуется с меньшей интенсивностью полосы Амид I в нижней почве и меньшим содержанием азота в их молекулах. В то же время по сравнению с нижней почвой в гуминовых кислотах верхней несколько усилена полоса 1710-1725 $см^{-1}$, что

объясняется повышенным содержанием групп СООН в этих кислотах. Увеличение их возможно обусловлено повышенным содержанием углеводов в гуминовых кислотах верхней бердской почвы.

Сравнение инфракрасных спектров гуминовых кислот из гумусового горизонта обеих искитимских почв позволяет отметить следующие различия: большую интенсивность полос в области 3000-3500 и 2920-2860 $см^{-1}$ (что свидетельствует о более развитой периферической части макромолекул гуминовых кислот) и более интенсивную полосу 1700 $см^{-1}$ (что, как и в предыдущем случае, может быть обусловлено несколько бо́льшим содержанием углеводов в их молекулах). Предварительные данные показывают, что особых различий в инфракрасных спектрах гуминовых кислот одновозрастных почв разных районов исследования не обнаруживается. Необходимо отметить, что небольшое содержание углеводов в гуминовых кислотах почв подтверждается слабым проявлением полосы поглощения 1700 (1720) $см^{-1}$, обусловленной колебаниями групп СООН /Орлов, 1974/, которая во всех изученных почвах фиксируется только в виде очень слабого уступа. В их ИК-спектрах гуминовых кислот очень четко, как и в случае бердских почв, выражены полосы 1650, 1630, а также 1610 $см^{-1}$. Последняя проявляется в виде четкого уступа.

Электронные спектры поглощения гуминовых кислот в ультрафиолетовой и видимой частях спектра характеризуются кривыми, показывающими, что происходит постепенное снижение интенсивности поглощения света с увеличением длины волны от 200 до 800 нм. Наклон кривых, абсолютные величины оптических плотностей при конкретных длинах волн позволяют выявить некоторые особенности отдельных гуминовых кислот, выделенных из разных типов почв, т. е. проследить за изменением их строения в связи с различными условиями гумусо- и почвообразования. Условия протекания процесса гумусообразования обусловливают различия в оптических свойствах гуминовых кислот: в более сухих и теплых условиях образуются кислоты, имеющие хорошо сформированное ядро и небольшую периферическую часть, а при гумидизации условий доля алифатических группировок возрастает, что сказывается на уменьшении абсолютных значений коэффициента оптической плотности $E^{0,001\%C}$. Нами вычислялся коэффициент оптической плотности при λ - 454 нм.

Спектральные кривые ископаемых почв представлены на рис. 6, 7 и имеют в общем вид, характерный для гуминовых кислот разных типов почв, в которых фракция P_g содержится в небольших количествах или отсутствует. Все спектры гуминовых кислот почв Новосибирского Приобья, как правило, не имеют максимумов при λ - 269, 450, 570, 610 нм, как и некоторые верхнечетвертичные почвы Барнаульского Приобья. Почва ev_2 этого же района исследований имеет четкий, хотя и не очень интенсивный максимум, особенно видимый в области длин волн - 450-500 нм.

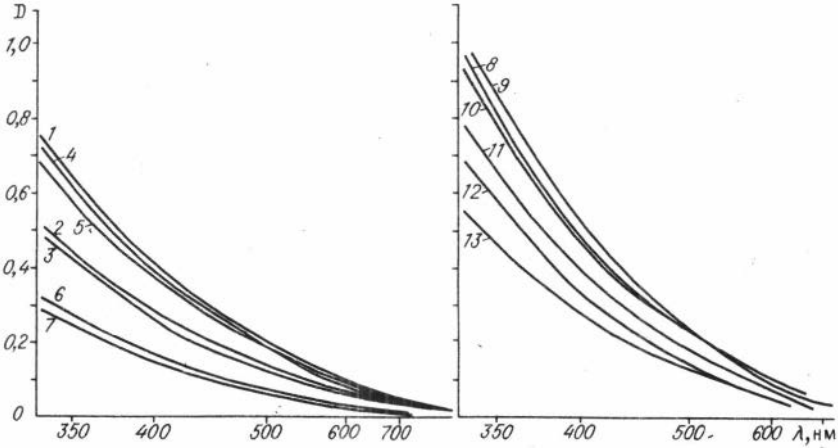

Рис. 7. Электронные спектры в видимой области гуминовых кислот Барнаульского Приобья.

1, 2 – is_1; 3–5 – br_1; 6, 7 – kn; 8–10 – shp; 11–13 – shd.

Гуминовые кислоты, выделенные из разновозрастных почв Новосибирского Приобья, с точки зрения их оптических свойств можно характеризовать следующим образом. Гуминовые кислоты верхней искитимской почвы имеют более низкую оптическую плотность во всем диапазоне волн, чем таковые нижней почвы (см. рис. 6,а), что, во-первых, свидетельствует о большей доле участия боковых алифатических группировок в построении молекул, т.е. об их меньшей ароматичности и, во-вторых, о четкой корреляции данных соотношения компонентов в составе гумуса со свойствами гуминовых кислот, в том числе оптическими. В верхней почве наблюдается некоторое повышение оптической плотности в нижней части горизонта А, что, как уже было отмечено, характерно для условий современной лесостепи. Очень большие отличия оптических свойств гуминовых кислот между искитимскими почвами проявляются в величине коэффициента $E^{0,001\%C}$. Для гуминовых кислот нижней почвы он очень высок, значительно выше по абсолютным значениям, чем для бердских почв, что может свидетельствовать о большей ароматичности макромолекул исследуемых почв (табл. 17).

Что касается гуминовых кислот, выделенных из разновозрастных ископаемых почв района Барнаульского Приобья, то и здесь наблюдается полное соответствие их оптических и других свойств условиям формирования. Гуминовые кислоты из мощного гумусового горизонта шадрихинской почвы имеют самые высокие коэффициенты оптических плотностей, намного превышающие значения, определенные для современных почв. В шипуновской почве гуминовые кислоты, выделенные из нижней части горизонта А, имеют более низкие абсолютные значения этого коэффициента (см. табл. 17). В койни-

Таблица 17. Коэффициент оптической плотности гуминовых кислот разновозрастных ископаемых почв Западной Сибири

Почва (индекс)	Горизонт	Глубина, см	$E^{0,001\%C}_{\lambda\ -454\text{нм}}$
		Новосибирское Приобье	
is_2	A	290-300	0,10
	A	310-320	0,16
	B	330-340	0,02
is_1	A	390-400	0,27
	A	400-410	0,19
is_1	A	340-350	0,36
	B	360-370	0,05
br_2	A	555-565	0,29
br_1	A	625-635	0,20
	A	620-630	0,38
shp	A	1330-1340	0,28
		Барнаульское Приобье	
is_1	A	320-330	0,29
	A	330-340	0,20
br_2	A	1170-1180	0,30
br_1	A	1150-1160	0,18
	A	1180-1190	0,28
	A	1200-1210	0,27
kn	B*	1550-1560	0,10
	B*	1570-1580	0,12
shp	A	1930-1940	0,32
	A	1930-1940	0,27
	A	1980-1990	0,19
shd	A	1480-1490	0,33
	A	1520-1530	0,36

*Оптические свойства щелочного раствора гумусовых кислот.

хинской почве гуминовые кислоты отсутствуют, а ее низкие оптические плотности щелочных экстратов практически характеризуют фульвокислоты. Гуминовые кислоты почв is_1, br_2 и br_1 также характеризуются значительными величинами $E^{0,001\%C}$, которые по абсолютным значениям близки к таковым современных почв степных пространств, но все-таки несколько выше их. На основании

описанных свойств можно отметить довольно значительную конденсированность молекул нижней искитимской и верхней бердской почв и несколько меньшую, но также значительную - нижней бердской.

Различия в структуре разновозрастных гуминовых кислот, выявленные по их химическому составу и оптическим свойствам, подтверждаются и данными, характеризующими соотношение гидролизуемой (периферической) и негидролизуемой ("ядерной") частей молекул (табл. 18). Негидролизуемая часть гуминовых кислот верхней бердской почвы больше, чем нижней. В последней с глубиной доля негидролизуемой части возрастает, а гидролизуемой - уменьшается, что согласуется с изменением величины коэффициента оптической плотности (см. табл. 17,18). В нижней искитимской почве гидролизуемая часть гуминовых кислот составляет всего 20-21%, т.е. 1/5 часть молекулы, тогда как в верхней - доля алифатических цепей увеличивается до 33%, или 1/3 веса молекулы (см. табл.18). Гидролизуемая часть гуминовых кислот включает в себя структурные компоненты периферической части молекулы, из которых изучены углеводы и аминокислоты (последние - только для позднеплейстоценовых почв Новосибирского Приобья).

По содержанию углеводов гуминовые кислоты ископаемых почв резко отличаются от современных. В последних общее содержание углеводов составляет от 5 до 20% /Садовникова, Орлов, 1976; Дергачева, Кузьмина, 1979/, тогда как в ископаемых разновозрастных плейстоценовых почвах - только 0,12-0,90% от веса препарата (табл. 19). По-видимому, при разложении гумусовых кислот в ископаемых почвах после их погребения углеводы, как самые необходимые для микроорганизмов вещества, поддерживающие их жизнедеятельность, реализуются в первую очередь. Поэтому доля участия углеводов в построении макромолекул гуминовых кислот из продуктов распада самих молекул гумусовых кислот резко сокращается. Отмечается довольно четкая тенденция уменьшения их количества с увеличением возраста почв. Можно полагать, что поскольку полисахариды представлены преимущественно периферическими цепочками /Садовникова, Орлов, 1976/, то в ископаемых почвах они прежде всего используются микроорганизмами в качестве энергетического и трофического материала.

Определение в гидролизатах гуминовых кислот почв Новосибирского Приобья качественного набора аминокислот показало, что ископаемые почвы в этом отношении близки к современным и имеют довольно сходный набор аминокислот (см. табл. 18). Если в современных почвах различного генезиса обнаруживается в среднем 15-20 аминокислот, то в ископаемых нами определено 12-14 /Дергачева, Зыкина, 1979/. Авторы, исследующие аминокислотный состав гуминовых кислот, единодушно отмечают однотипность аминокислотного состава гуминовых кислот современных почв разного генезиса, и большинство данных свидетельствуют о том, что количество (набор) аминокислот чаще всего включает не более 18-20. Учитывая эту однотипность набора аминокислот современных и ископаемых почв, широкий набор аминокислот в ископаемых почвах,

Таблица 18. Аминокислотный состав гуминовых кислот ископаемых позднеплейстоценовых почв Новосибирского Приобья

Показатель	Индекс почвы, разрез							
	is_2, 9	is_1, 9	is_1, 22	br_2, 23	br_1, 23	br_1, 39	is_2, 9	br_1, 39
Гидролизуемая часть ГК	33,1	24,1	20,2	14,3	32,0	27,3	33,1	27,3
Негидролизуемая часть ГК	66,9	78,6	79,8	85,7	68,0	72,7	66,9	72,7
Аминокислоты:								
лизин	+	+	+	+	+	+	6,8	3,7
гистидин	–	–	–	–	–	–	0,0	0,0
аргинин	+	–	–	–	–	–	2,9	0,0
аспарагиновая кислота	+	+	+	+	+	+	9,2	3,9
треонин	+	+	+	+	+	+	2,8	1,1
серин	+	+	+	+	+	+	3,0	1,3
глутаминовая кислота	+	+	+	+	+	+	7,0	3,0
пролин	–	–	–	–	–	–	0,0	0,0
глицин	+	+	+	+	+	+	4,2	1,7
аланин	+	–	–	+	+	+	2,7	1,2
валин	+	+	+	+	+	+	1,9	0,5
метионин	+	+	+	+	–	–	Сл.	0,0
изолейцин	+	+	+	+	+	+	2,0	0,9
лейцин	+	+	+	+	+	+	2,3	1,1
тирозин	+	+	+	+	+	+	2,0	0,7
фенилаланин	+	+	+	+	+	+	2,9	2,1

Примечание. Плюс указывает на присутствие аминокислот, минус – на отсутствие.

Таблица 19. Общее содержание углеводов в гуминовых кислотах ископаемых почв (среднее из трех определений)

Индекс почвы	Опорный разрез	Горизонт	Глубина, см	Общее количество углеводов в % к массе беззольного препарата
is_2	Мраморный	A	290-300-	0,91
		A	310-320	0,30
is_1		A	390-400	0,50
		AB	400-410	0,41
is_1	Ложок	A	340-350	0,73
		B	360-370	0,53
br_2		A	555-565	0,52
		A	625-635	0,36
br_1		A	620-630	0,38
shp	Мраморный	A	1330-1340	0,16
is_1	Белово	A	320-330	0,62
		A	330-340	0,40
br_1		A	1150-1160	0,60
		A	1180-1190	0,38
br_1		A	1280-1290	0,44
		A	1310-1320	0,21
kn		B	1560-1570	0,12
shp		A	1930-1940	0,20

сходный с таковым современных, а также очень большую устойчивость аминокислот в диагенезе, позволяющую обнаруживать их даже в древнеосадочных отложениях /Дроздова, 1977/, нами использовался характер набора аминокислот, входящих конституционно в состав молекул гуминовых кислот, в качестве критерия их сохранности и как следствие сохранности органического вещества в целом /Дергачева, Зыкина, 1979/. Полученные данные позволяют нам считать, что гуминовые кислоты, а также гумус в целом не претерпели существенных изменений в процессе длительного функционирования почв после их захоронения, а следовательно, предложенные нами показатели вполне можно использовать для генетической диагностики почв.

Что касается количественного содержания аминокислот, то сохранность их несколько меньше, хотя в общем сокращение количеств каждой отдельной аминокислоты происходит в долевом отношении почти одинаково и, по нашим данным, составляет для почвы is_2 40-50% к исходному (т. е. к содержанию их в современных почвах степи и лесостепи Западной Сибири), а для самой древней из исследованных ископаемых почв br_1 - 20-30% (см. табл. 18). По-видимому, вторичные преобразования оказывают влияние скорее на количество аминокислот, чем на их качественный состав.

Таким образом, приведенные выше материалы и их осмысление позволяют подтвердить, с одной стороны, что мы имеем дело с гуминовыми кислотами – специфическими почвенными образованиями, с другой – что эти кислоты довольно хорошо сохраняются в процессе функционирования системы гумусовых веществ в длительные геологические отрезки времени.

В общем, сравнивая представленные характеристики состава гумуса почв, изменения его свойств по профилям, а также особенности строения молекул гуминовых кислот, для почв Новосибирского Приобья можно отметить, что основные характеристики гумуса почв shp_1, br_2, is_1 сходны с таковыми современных почв, развивающихся в условиях очень теплого и сухого климата степных пространств Западной Сибири и, пожалуй, аналогичны характеристикам органического вещества черноземов. Почвы shp_3, br_1, is_2, отличаясь от предыдущих меньшей конденсированностью молекул, более развитой алифатической частью, большей окисленностью гуминовых кислот, а также меньшими отношениями $C_{гк}:C_{фк}$ и содержанием гуматов кальция, иным характером распределения по профилю основных компонентов гумусовых веществ, вероятно формировались в условиях более гумидного климата лесостепи, и их характеристики вполне соответствуют таковым для органического вещества темно-серых почв или черноземов лесостепных пространств Западной Сибири. Почва shp_2 испытала, по-видимому, влияние смены климатических условий, что сказалось на значительном различии верхней и нижней частей гумусового горизонта по всем характеристикам гумуса. Аналогичное явление наблюдается в настоящее время в дерново-подзолистых остаточно-гумусовых почвах южной тайги Западной Сибири.

Для почв Барнаульского Приобья можно отметить, что основные характеристики гумуса и гуминовых кислот почв is_1, is_2, br_2, shd, верхняя часть shp и, по-видимому, ev_1 соответствуют аналогам, формирующимся в степных условиях, тогда как почвы br_1 и, возможно, нижняя часть шипуновской формировались в более гумидных условиях. Что касается почвы ev_2, то она по всем признакам могла формироваться в гидроморфных условиях древних степных пространств, поскольку именно в этой почве наблюдается мощная гумусовая толща, присутствует в ощутимых количествах фракция P_g и гумусообразование имеет гуматную направленность.

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть, что гумус ископаемых почв имеет вполне устойчивые характеристики, которые мало изменяются в длительном временном существовании почв, позволяют говорить о значительной устойчивости основных показателей в течение геологических отрезков времени и подтверждают

возможность использования их для диагностики как генетической принадлежности почв, так и их диагенетических преобразований.

Глава IV

ЗНАЧЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ИСКОПАЕМЫХ ПОЧВ В ВОПРОСАХ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЙ

Изучение особенностей формирования природной среды в былые геологические эпохи и ее изменений во времени необходимо для обоснованных прогнозных оценок развития ландшафта той или иной территории в целях охраны и рациональной эксплуатации любых природных ресурсов. При этом должен использоваться весь комплекс методов, имеющихся в арсенале исследователя.

В настоящей главе освещаются только вопросы, касающиеся значения (или доли вклада) исследований органического вещества в воссоздании древней природной обстановки. При этом мы не преследуем цель восстановления по имеющимся данным полной картины палеогеографической или палеоклиматической обстановки исследуемых районов Западной Сибири в каждую из эпох почвообразования, а стремимся лишь показать применимость описанной и рекомендуемой нами системы методов исследования и принципов интерпретации материалов. Поэтому мы предлагаем лишь несколько примеров возможного использования органического вещества как метода познания и диагностики ископаемых почв для палеопочвоведения, палеогеографических и палеоклиматических реконструкций.

Палеопедологический метод в последнее время стал одним из основных в познании и воссоздании природной обстановки древних эпох почвообразования. Почва как биосферное образование представляет собой тело, с одной стороны, интегрирующее действия всех природных факторов-почвообразователей, с другой – являющееся продуктом взаимодействия органического вещества и минеральной основы. При этом органическое вещество – компонент почв, который представляет ведущее начало в процессах их функционирования /Дергачева, 1987/. В каждой биоклиматической зоне почвенные процессы отличаются некоторыми особенностями, что отражается на составе и свойствах гумусовых веществ /Дергачева, 1984/.

В основе большинства палеореконструкций, связанных с воссозданием природной среды (будь то палеоклиматы, палеогеографическая обстановка в целом, древние почвенные покровы или ландшафты), лежат, прежде всего, палеопочвенные реконструкции. В зависимости от целей исследования их можно проводить на разном уровне. В случае воссоздания древнего почвенного покрова данной территории необходима очень подробная детальная генетическая

диагностика почв на уровне типа и подтипа. В настоящее время – это трудноразрешимый вопрос по ряду причин. Во-первых, древние почвы могли не иметь аналогов среди современных типов, поскольку количественные проявления действий факторов-почвообразователей (т.е. интенсивность каждого из них) могли быть иными, а значит и интегральное действие их могло быть также не одинаковым, что и отражалось на специфике почв на уровне низких таксономических рангов. При этом, естественно, направленность почвообразовательных процессов должна была быть аналогичной современным согласно законам формирования и развития почв как природного тела. Кроме того, на формирование почв на уровне типа и подтипа кроме зональных условий могут оказывать влияние также и местные условия (положение по катене, местный водный и температурный режим, состав минеральной толщи и т.д.). Во-вторых, большинство признаков, используемых при диагностике современных почв на уровне типа и подтипа, в древних почвах изменяются под действием педометаморфизма, а степень изменения этих признаков со временем пока количественно не определяема. В основе же классификации современных почв на низких таксономических рангах лежат именно количественные показатели, интегрально отражающие протекание одного-двух или даже нескольких процессов. И наконец, в-третьих, пока мы можем достаточно уверенно реконструировать только те древние почвы, которые развивались в автоморфных и автономных условиях, поскольку именно в этом случае все признаки почв являются функцией биоклиматических условий природной зоны, в которой протекало ее формирование, в наиболее классическом, идеальном, виде.

Именно эти трудности побудили многих исследователей относиться с осторожностью к определению типа и подтипа древних почв и проводить в них диагностику только отдельных элементарных почвообразовательных процессов /Морозова, 1975, 1981; Зыкина и др., 1981; Дергачева и др., 1984/.

Таким образом, для реконструкции древнего почвенного покрова любой из эпох почвообразования необходимо не только всестороннее знание генетической типологии почв, но и параллельное изучение древнего рельефа конкретной территории.

Иначе обстоит дело при воссоздании палеогеографической и палеоклиматической обстановки прошлого. В этом случае реконструкция почв может проводиться на другом уровне. Можно ограничиться диагностикой любой конкретной почвы или нескольких почв изучаемой территории и эпохи почвообразования, причем в данной ситуации положение почвы по рельефу играет не такую значительную роль, как в первом случае. Диагностируя конкретную почву, определяя все возможные ее свойства, мы уже можем делать выводы о том, что:

почвы с подобными свойствами могут быть приурочены к определенной зоне;

сочетание выявленных свойств ископаемых почв можно обнаружить в характеристиках определенных типов современных почв, т. е.

выявить их аналоги; при этом, если допустить, что исследуемая почва развивалась в тех же условиях, что и современный аналог, то можно определить тип и даже, вероятно, подтип некоторых почв и, конечно, биоклиматическую зону их формирования. Эта аналогия возможна, поскольку, как известно, любая почва несет в себе признаки, являющиеся отражением именно биоклиматической обстановки ее формирования, а набор типов и подтипов почв в каждой природной зоне вполне определенен.

Важно при этом суметь выделить в современных почвах признаки, четко отражающие именно биоклиматическую (зональную) обстановку их формирования и не зависящую от местных условий, и в ископаемых почвах выявить среди этих признаков те, которые менее всего подвержены диагенетическим преобразованиям. Именно такими признаками современных почв являются состав и свойства гумуса и отдельных его компонентов, ибо процесс гумусообразования зонален и направленность формирования гумуса с тем или иным составом зависит только от условий зоны, в которой протекало формирование данной почвы /Дергачева, 1984, 1988/. В то же время в ископаемых почвах признаки, связанные с органическим веществом почв, могут сохраняться на первоначальном уровне в течение длительных геологических отрезков времени, что подробно обсуждалось в предыдущих главах. Поэтому в случае палеогеографических и палеоклиматических реконструкций часто необходимым и достаточным условием является всестороннее исследование органического вещества, которое может выступать как самостоятельный метод познания и диагностики ископаемых почв.

Вообще попытки использования отдельных показателей органического вещества ископаемых почв как самостоятельного метода для палеогеографических и палеоклиматических реконструкций предпринимались /Бирюкова, 1978; Бирюкова, Орлов, 1978а, 1980; Орлов, Бирюкова, 1979; Орлов и др., 1979/. Они основывались на двух предпосылках: 1) органическое вещество погребенных почв и ископаемых осадков сохраняет состав и свойства неопределенно долгое время вследствие их консервации в среде с сильно пониженной биологической активностью, которая создается при погребении почв; 2) процесс гумификации*, состав и свойства гумуса в геологические эпохи были аналогичны современным. Поэтому О.Н. Бирюкова и Д.С. Орлов /1978а, 1980/ предложили использовать для диагностики ископаемых почв гумусные показатели зонально-генетического ряда современных почв и соответствующие им показатели продолжительности периода биологической активности (рис. 8). Под периодом биологической активности авторы понима-

---

* Процесс гумификации при этом понимается шире, чем авторами настоящей работы, т.е. как процесс формирования молекул гумусовых кислот из разлагающихся органических остатков и их дальнейшего преобразования, вплоть до полной минерализации.

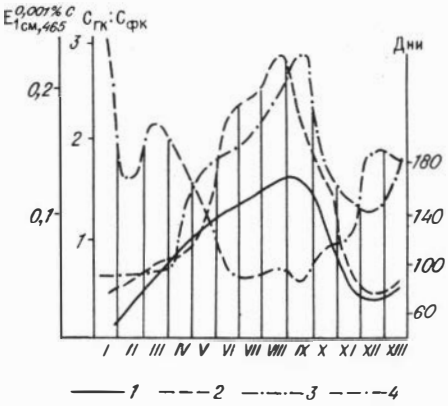

Рис. 8. Гумусные показатели почв зонально-генетического ряда и продолжительность периода биологической активности /Бирюкова, 1978/.

1 – продолжительность периода биологической активности; 2 – отношение $C_{гк}:C_{фк}$; 3 – оптические плотности гуминовых кислот; 4 – относительное содержание липидов.

Почвы: I – тундровые, II – глеево-подзолистые, болотно-подзолистые, III – подзолистые и подзолы, IV – дерново-подзолистые, V – серые лесные, VI – черноземы выщелоченные, VII – черноземы типичные, VIII – черноземы обыкновенные, IX – черноземы южные, X – каштановые, XI – бурые полупустынные, XII – серо-бурые, XIII – сероземы северные малокарбонатные.

ют сумму дней с температурой выше 10°С за вычетом дней с запасом продуктивной влаги менее 1-2%. Сохранность органического вещества ископаемых почв определяется по наличию в почвенной толще хлорофилла – тестового вещества, очень неустойчивого в окислительной обстановке. Если хлорофилл имеется в толще ископаемой почвы или осадка, значит и органическое вещество, которое более устойчиво в природных условиях, сохраняется неизменным /Бирюкова, Орлов, 1978/. Безусловно, наличие хлорофилла может свидетельствовать о сохранности органического вещества, однако, как было показано выше, в почвах, первоначально формировавшихся в биологически активной среде (например, черноземах, каштановых и др.), этот признак не обнаруживается изначально. В то же время количество гумуса в ископаемых почвах (даже там, где обнаружен хлорофилл) в десятки раз меньше, чем в современных.

В целом, соглашаясь с О.Н. Бирюковой и Д.С. Орловым, хотелось бы подчеркнуть отдельные моменты, которые, как нам представляется, являются существенными для понимания излагаемой нами концепции.

В свете развиваемых одним из авторов взглядов на гумус как природную систему биосферного типа гумус почв не является консервативным образованием, а представляет собой открытую систему, функционирующую в определенном (стационарном) режиме /Дергачева, 1984/. Как было описано в предыдущей главе, при захоронении почв и отчуждении их от поверхности, являющейся дневной по отношению к данной почве, процессы гумификации начинают играть все меньшую роль в поддержании ее вещественно-энергетического статуса, и в итоге ископаемые почвы оказывают-

ся лишенными влияния продуктов гумификации. В этом случае источником вещества для системы гумусовых веществ служат продукты деструкции самого же гумуса, за счет которых система пытается сохранить свой статус. Поэтому соотношение компонентов в системе, а также их свойства могут не изменяться в течение длительного времени, оставаясь на определенном уровне. Это вполне естественно, потому что свойством, а еще точнее существом, любой природной системы, связанной в своем функционировании так или иначе с биосферой, является способность сохранять свою структуру. Окислительно-восстановительная обстановка, безусловно, играет при этом значительную роль, но оказывает влияние только на интенсивность протекания процессов (т.е. в конечном итоге на длительность поддержания системы в стационарном состоянии).

Тогда, в свете изложенных взглядов наличие хлорофилла в той или иной ископаемой почве (что, напомним, определяет обстановку с низкой биологической активностью) будет свидетельствовать лишь о том, что данная почва сможет "работать" в стационарном режиме более длительное время, чем в том случае, если бы эта почва оказалась в обстановке большей биологической активности. В то же время отсутствие хлорофилла (например, в ископаемой почве черноземного типа) не свидетельствует о высоком уровне биологической активности, поскольку хлорофилл в этих почвах отсутствовал изначально.

Формирование и функционирование системы гумусовых веществ (т.е. процесс гумусообразования) в каждой природной зоне имеют определенную направленность, что отражается на соотношении основных компонентов в системе и, в частности, на отношении $C_{гк}:C_{фк}$. Эта направленность обусловлена биоклиматической обстановкой и сохраняется после захоронения почв до тех пор, пока существует поступление в систему веществ и энергии, достаточное для поддержания ее статуса.

Следовательно, соотношение компонентов гумуса и их свойства в ископаемых почвах могут сохраняться очень длительные геологические отрезки времени за счет функционирования системы в постоянном режиме.

Хотелось бы обратить внимание еще на одно обстоятельство. Количество общего углерода в ископаемых почвах в десятки раз меньше, чем в современных. По-видимому, если бы органическое вещество в ископаемых почвах консервировалось, то и общее содержание углерода должно было оставаться на том же уровне или, в крайнем случае, снижаться на 10-15% (т.е. на количество углерода, приходящееся на неспецифические органические вещества, которые, как известно, утилизируются микроорганизмами в первую очередь).

Поэтому возникает вопрос: почему неустойчивое в биологически активной среде вещество, каким является хлорофилл, сохраняется, а более устойчивые (термодинамически устойчивые, как отмечают О.Н. Бирюкова и Д.С. Орлов /1980/) гумусовые вещества

разлагаются? Или почему при таком значительном разложении гумуса в некоторых почвах сохраняется хлорофилл?

С точки зрения функционирования гумуса как системы эти обстоятельства не вступают в противоречие, поскольку продукты деструкции и полного разложения самих же гумусовых веществ могут служить источником вещества и энергии для поддержания системы гумусовых веществ в устойчивом режиме. В этом случае количество гумуса с течением времени уменьшается, а его статус как системы, т. е. соотношение основных компонентов, сохраняется. На возможность новообразования одних групп соединений за счет продуктов неполного разложения других обращали внимание еще И.В. Тюрин и Е.И. Тюрина /1940/.

Было бы очень заманчиво иметь простой (в виде взаимозависимых эталонных кривых) способ диагностики ископаемых почв на уровне типа и подтипа, но, к сожалению, довольно часто в практике изучения ископаемых почв сталкиваешься с такими цифровыми результатами, которые лежат за пределами показателей, предлагаемых как среднестатистические параметры для основных типов современных зональных почв. Причем часто они превышают предельные величины в два и даже более раз (см. табл. 6-13). И не только в этом случае затруднена диагностика почв. Обобщая данные состава гумуса для каждой эпохи почвообразования (см. гл. II), мы обнаружили, что интервалы изменений отношения $C_{гк}:C_{фк}$ в разные эпохи почвообразования сильно отличаются. Так, например, две эпохи почвообразования среднего плейстоцена (лихвинское межледниковье и одинцовское потепление) отличаются интервалами, в которых лежат величины отношения $C_{гк}:C_{фк}$. Причем в обе эпохи формировались почвы с разным составом гумуса: от гуматного до фульватного, но при этом предельные величины этих отношений неоднозначны. Если для почв лихвинского межледниковья изменения $C_{гк}:C_{фк}$ лежат в пределах 0,10-1,50, то для почв одинцовского потепления - от 0,50 до 2,91 (данные в обоих случаях для горизонтов A_1), причем для последних в литературе имеются данные отношения $C_{гк}:C_{фк}$, превышающие 4,5-5,0 (см. табл. 8).

Если провести прямые, ограничивающие предельные величины этого показателя, как это представлено на рис. 9, то окажется, что в каждую эпоху почвообразования могли формироваться только те типы почв, среднестатистические величины отношения $C_{гк}:C_{фк}$ которых лежат в этих пределах. Возникает вопрос: значит ли это, что в эпоху лихвинского межледниковья совершенно отсутствовали черноземы или эти типы почв были просто своеобразны по соотношению в составе гумуса основных компонентов? Вполне можно допустить, что в эпоху лихвинского межледниковья все же существовали черноземы, но предельные величины отношения содержания гуминовых кислот и фульвокислот лимитировались своеобразными

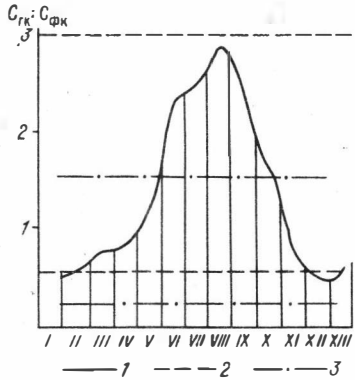

Рис. 9. Пределы отношения $C_{гк}:C_{фк}$ в эпохи почвообразования среднего плейстоцена (обозн. почв I – XIII см. на рис. 8).

1 – отношение $C_{гк}:C_{фк}$ в зонально-генетическом ряду почв /Бирюкова, 1978/; 2, 3 – верхний и нижний пределы абсолютных значений отношения $C_{гк}:C_{фк}$: 2 – в эпоху одинцовского потепления, 3 – в эпоху лихвинского межледниковья.

климатическими условиями этой эпохи гумусо- и почвообразования. Это можно предположить, учитывая существующие провинциальные различия в характеристиках гумуса черноземов разных провинций Советского Союза. Хорошо известно, что отношение $C_{гк}:C_{фк}$ изменяется в сторону увеличения у одних и тех же подтипов черноземов в пределах нашей страны с запада на восток и что эти отношения в почвах Западной Сибири отличаются от аналогов европейской территории Союза /Пономарева, Плотникова, 1980; Дергачева, 1984/.

Таким образом, существуют определенные трудности, с которыми встречается исследователь при диагностике ископаемых почв на низком таксономическом ранге, если диагностика основывается только на величине соотношения основных компонентов гумуса, и в частности, на отношении $C_{гк}:C_{фк}$.

В связи с этим встает вопрос о дальнейшей разработке метода познания и диагностики ископаемых почв на основе изучения органического вещества.

Принципиальное отличие в нашем подходе к использованию органического вещества как самостоятельного метода для палеореконструкций состоит:

во-первых, в ином понимании сущности процессов гумификации и гумусообразования и понятия "гумус" /Дергачева, 1984/;

во-вторых, в применении для целей диагностики разработанной нами системы методов исследования и принципов интерпретации материалов;

в-третьих, в рассмотрении гумуса ископаемых почв как биосферно-геосферной системы, которая в своем эволюционном развитии прошла путь от открытой природной системы биосферного типа, какой она была в эпоху формирования почвенного тела от нуль-момента до климаксного ее состояния, до состояния открыто-закрытой системы биосферно-геосферного типа, основные свойства которой являются одновременно отражением генетико-временного ее состояния. Система гумусовых веществ почв, будучи сформированной при непос-

редственном участии органического вещества бисферы после захоронения почв отложениями вышележащих осадков продолжает в ископаемом состоянии функционировать без притока веществ и энергии из биосферы только за счет "внутренних ресурсов". Именно с этих позиций объяснимы многие свойства органического вещества ископаемых почв, которые используются при их познании и диагностике.

Практически, нами применение исследований органического вещества как самостоятельного метода для целей палеогеографии и других палеореконструкций, основывается на следующих положениях:

состав и свойства гумуса отражают биоклиматические условия его формирования, процесс гумусообразования зонален;

в связи с тем, что гумус представляет собой систему, он может в процессе ее функционирования поддерживать соотношение компонентов и основные их свойства в течение длительных геологических отрезков времени;

используя принцип сравнений и аналогий и располагая характеристиками гумуса ископаемых почв разного возраста, сформированных в неизвестных нам условиях, и современных почв зонального типа, можно восстановить типы гумусообразования и почвообразования (а также в случае, если исследователь имеет дело с автоморфными и автономными ископаемыми почвами, и вероятные их типы);

климатические условия являются лимитирующим фактором, который определяет не только зональность проявления процессов гумусообразования в течение одной эпохи почвообразования, но и предельные значения соотношения основных компонентов гумуса (отражением чего может, в частности, служить показатель $C_{гк}:C_{фк}$), т. е. статус системы.

Согласно предложенной нами группировке признаков и свойств гумусовых веществ, они делятся на три группы, каждая из которых диагностирует либо генетическую принадлежность, либо диагенетические изменения, либо генетико-временное состояние системы гумусовых веществ. Естественно, что эти группы свойств и признаков взаимосвязаны и взаимопроникаемы, т.е. одновременно могут служить и для других целей. Например, при использовании группового состава гумуса при диагностике почв на уровне типа или диагностике типа почвообразования одновременно можно оценить состояние системы гумусовых веществ, что имеет большое значение при решении вопросов временного функционирования этой системы; в то же время признаки, основное назначение которых диагностировать изменения, происходящие в гумусовых веществах в геологические отрезки времени, могут свидетельствовать в пользу сохранности того или иного компонента гумуса и т.д.

Выделенные группы, что вполне очевидно, условны, но каждая из них несет основную нагрузку при проведении той или иной диагностики, а в совокупности они служат очень надежной основой для познания и диагностики типов гумусо- и почвообразования.

Несмотря на описанные выше сложности при диагностике почв на низком таксономическом уровне на основе отношения $C_{гк}:C_{фк}$,

все же этот показатель является одним из достаточно надежных, когда речь идет о диагностике типа гумусообразования, а также типа почвообразования, и как следствие, о применимости его для палеогеографических и палеоклиматических реконструкций.

Такие признаки, как гидролизуемость молекул гуминовых кислот и фульвокислот, состав компонентов макромолекул гумусовых веществ (в том числе их углеводные и аминокислотные характеристики) и молекулярно-массовое распределение макромолекул, могут служить для оценки временной изменчивости гумусовых веществ. В то же время элементный состав и оптические свойства, характер инфракрасных и электронных спектров макромолекул гумусовых кислот отражают генетико-временное состояние системы гумусовых веществ ископаемых почв, и, поскольку временная изменчивость признаков не перекрывает их генетических особенностей, эти характеристики можно использовать при генетической диагностике ископаемых почв.

Рассмотрим на примере верхнеплейстоценовых почв Новосибирского Приобья применимость исследований органического вещества ископаемых почв как самостоятельного метода, позволяющего в конечном итоге проводить палеореконструкции.

Ход логического анализа таков:

1. Рассматриваем данные соотношения основных компонентов гумуса (в случае сравнения результатов группового состава гумуса, полученных с применением разных методик исследования, только отношения $C_{гк}:C_{фк}$) и пытаемся восстановить возможные варианты типа гумуса, типа гумусообразования, типа почвообразования и типа (а может быть подтипа) исследуемых почв.

2. Анализируем характер электронных спектров гуминовых кислот, фиксируем наличие или отсутствие в них пиков при длинах волн: 430, 448, 568, 613 нм, присутствие которых обусловливается наличием фракции P_g, и делаем заключение о возможном гидроморфизме почв или отсутствии такового. В последнем случае можно допустить, что почвы развивались в автономных и автоморфных условиях и, скорее всего, не в тундровой и лесной зонах. В почвах тундры и лесотундры фракция P_g встречается почти повсеместно, а в почвах лесной зоны – в гидроморфных или испытывающих длительный период временного избыточного увлажнения /Орлов, 1974/.

3. Снимаем количественные показатели оптических плотностей при λ – 465 и 665 нм и вычисляем коэффициенты оптической плотности $E^{0,00\%СГК}_{1=1\,см,\lambda-465\,нм}$ или E_C мг/мл, или рассчитываем коэффициент $E_4:E_6$ ($E_{465}:E_{665}$). Последний дает нам определенное представление о различии в наклоне кривых изменения оптических плотностей по отношению оси абсцисс, что зависит от соотношения в молекулах гумусовых кислот их периферической и центральной, так называемой "ядерной", частей. Можно для более

четкого представления о различиях в характере электронных спектров ввести несколько отношений оптических плотностей при определенных длинах волн, как это предлагает Дж. Сальфельд /Salfeld, 1971/: $D_{400}:D_{500}$; $D_{500}:D_{600}$; $D_{600}:D_{700}$. Затем делаем заключение о возможной степени конденсированности молекул гуминовых кислот, которая закономерно изменяется в сторону увеличения от почв тундровой и лесной зон к степной. В случае, если получены низкие коэффициенты оптических плотностей, можно сразу исключить возможность формирования почв в сухих и теплых условиях степи и предположить, что формирование почв шло в гумидных условиях. Величина коэффициента оптической плотности с течением времени может увеличиваться /Дергачева, 1984/, значит низкие ее значения позволяют нам уверенно исключить те условия, при которых формируются конденсированные высокооптически плотные гуминовые кислоты.

4. Снимаем инфракрасные спектры гуминовых кислот и, используя методы расчета интенсивности полос, определения их конфигурации /Глебовская, 1971; Применение ..., 1976/, проводим сравнительное сопоставление наличия и интенсивности полос, обусловленных алифатическими и ароматическими группировками. Эти показатели не могут использоваться самостоятельно, но дают нам дополнительные доказательства генетической принадлежности гуминовых кислот к определенному типу и уверенность в выводах, сделанных на основе рассмотренных выше признаков.

5. Анализируем результаты элементного состава гуминовых кислот. Обуглероженность, окисленность их молекул, соотношение основных элементов в их составе зависят от условий формирования гумусовых веществ, и поэтому гуминовые кислоты с определенным соотношением отдельных элементов могут формироваться только в той или иной зоне. Так, гуминовые кислоты с преобладанием в молекулах доли водорода над углеродом не могут быть сформированы в условиях степи, поскольку, как установлено /Орлов, 1974/, почвы, распространенные в этой зоне, как правило, имеют абсолютные величины отношений H:C меньше 1,0.

Вообще, применение совокупности разных показателей позволяет с большей уверенностью проводить диагностику почв и (или) биоклиматических условий их формирования. Диагностика типов почв или типов почвообразования и условий формирования почв проводится как бы методом исключения: например, если отношение $C_{гк}:C_{фк}$ меньше 1,0, то исключается возможность формирования почвы в оптимальных условиях степи, а можно полагать, что эти почвы были приурочены к лесной или лесостепной зонам. Оптические плотности и наклон кривых по отношению к оси абсцисс, т. е. характер электронных спектров, помогут решить вопрос в пользу лесной или лесостепной зоны: в лесной зоне оптические плотности гуминовых кислот значительно ниже по абсолютным значениям; спектры имеют более крутой наклон кривых по отношению к оси абсцисс и, следовательно, бо́льшие величины отношения $E_4:E_6$,

чем в почвах лесостепи. И наконец, элементный состав позволит уточнить диагностику: гуминовые кислоты лесной зоны менее обуглерожены, более окислены и отношения атомных долей водорода и углерода (H:C) в молекулах, как правило, больше 1,0. Для современных почв зонально-генетического ряда среднестатистические величины основных показателей можно найти в работах Д.С. Орлова /1974/ и О.Н. Бирюковой и Д.С. Орлова /1980/, для почв Западной Сибири в монографии М.И. Дергачевой /1984/.

Сравнительное сопоставление инфракрасных спектров гуминовых кислот диагностируемой почвы с аналогами может оказать помощь в уточнении условий формирования исследуемой почвы, а также уточнить возможность отнесения данной почвы к той или иной зоне формирования или к тому или иному типу: в лесной зоне интенсивность полос поглощения алифатических групп всегда выше и в то же время ароматическая часть молекул выражена слабее, что сказывается на интенсивности полос поглощения групп C=C, C-O и др. И так, последовательно переходя от одного признака к другому, можно методом исключения отграничить биоклиматическую зону, в которой могла формироваться и развиваться почва. После этого мы можем с большей уверенностью отграничить типы почв, которые характерны для этой зоны и к которым (одному из которых) могла относиться эта диагностируемая почва. Далее по характеру электронных спектров можно предположить характер увлажнения исследуемой почвы, а в случае отсутствия признаков гидроморфизма, более уверенно отнести искомую почву к зональному типу.

Проилюстрируем это на примере почв искитимского и бердского педокомплексов Новосибирского Приобья. Данные почвы очень подробно охарактеризованы в гл. II, (см. табл. 14-19, рис. 5-7).

Соотношение основных компонентов гумуса и, в частности, отношение $C_{гк}:C_{фк}$ в почвах искитимского и бердского педокомплексов, вскрытых в разных разрезах на территории Новосибирского Приобья, позволяет отметить, что

это отношение по абсолютным величинам в разных почвах неодинаково, так же как и внутрипрофильное изменение соотношения основных компонентов гумуса неоднозначно;

если принимать во внимание только величины отношения $C_{гк}:C_{фк}$ в гумусовой толще почв, то почвы br_2 и is_1 имеют гуматный состав гумуса, т. е. довольно значительное преобладание гуминовых кислот, что характерно для почв, развивающихся в условиях теплого и сухого климата; процесс гумусообразования при этом, по-видимому, может быть аналогичен тому, который имеет место в степной зоне современных территорий Западной Сибири, поскольку именно современные степные почвы, которые формируются и функционируют в условиях теплого и сухого климата, имеют гуматную направленность формирования системы гумусовых веществ;

в то же время почвы br_1 и is_2 имеют фульватно-гуматный состав или тип гумуса, и гуминовые кислоты, хотя и преобладают

в них, однако незначительно (величина отношения $C_{гк}:C_{фк}$ составляет в среднем 1,0-1,2);

почвы, имеющие фульватно-гуматный состав гумуса (br_1 и is_2), формировались в условиях, близких к современным условиям лесостепи, поскольку направленность процесса гумусообразования, т. е. формирования системы гумусовых веществ почв с преобладанием в ее составе гуминовых кислот при сравнительно большой доле фульвокислот, характерна для почв современных условий лесостепи;

изменение этого отношения в почвах со степной направленностью гумусообразования с глубиной по профилю происходит постепенно, а в почвах, формирующихся в более гумидных условиях, чем предыдущие, например, лесостепи, часто может быть возрастающе-убывающее, т. е. наблюдаться увеличение абсолютных значений отношения $C_{гк}:C_{фк}$ в средней части профиля, что вообще характерно для почв современной лесостепной зоны.

Таким образом, анализ данных только по соотношению основных компонентов гумуса в его составе позволяет определить возможную направленность древнего процесса гумусообразования.

Для дальнейшей диагностики и более надежного их отнесения к тому или иному типу почвообразования и, возможно, типу почв необходимо выявить некоторые особенности гумусовых кислот.

Характер электронных спектров (см. рис. 6) показывает, что явных признаков гидроморфизма в этих почвах нет. Спектры имеют монотонный характер, и пиков, характерных для фракции P_g, не обнаруживается, т. е. можно допустить, что данные почвы формировались в автоморфных условиях. Характер инфракрасных спектров у этих почв также одинаков, они имеют общий абрис, общий набор полос поглощения (см. рис. 5), однако интенсивность полос различна. В почвах степного ряда (br_2 и is_1) интенсивность полос поглащения в областях 3000-3500 и 2920-2860, а также 1050-1250 $см^{-1}$ значительно меньше, чем в почвах лесостепного ряда (почвы is_2 и br_1).

Коэффициент оптической плотности гуминовых кислот показывает, что почвы br_2 и is_1 имеют более высокие их абсолютные значения (0,27-0,36), чем почвы br_1 и is_2 (0,10-0,20), что подтверждает вывод о формировании первых почв в более сухих и теплых условиях степи, поскольку именно аналогичные современные почвы имеют высокие значения коэффициента оптической плотности (см. табл. 18).. Анализ всех имеющихся в литературе данных по характеристике оптических свойств гуминовых кислот ископаемых почв черноземного (степного) и подзолистого (лесного) рядов позволяет отметить, что предельные абсолютные величины (в пересчете на $E^{0,001\%C}$) для первых почв составляют 0,103-0,309, а в среднем 0,183±0,54, тогда как для почв подзолистого ряда - 0,085-0,131 при среднестатистической величине, равной 0,093±0,024.

Проведенную диагностику подтверждают данные элементного состава гуминовых кислот (см. табл. 16), показывающие, что в почвах br_2 и is_1 они имеют большую обуглероженность, чем в верхней искитимской и нижней бердской почвах. Соотношение элементов в молекулах позволяет говорить о более сухих и теплых условиях формирования макромолекул гуминовых кислот в первых почвах, поскольку аналогичные показатели характеризуют гуминовые кислоты почв, распространенных в степной зоне. Допустив, что почвы развивались в автоморфных условиях, можно почвы br_2 и is_1 отнести к типу черноземов.

Следует отметить, что при диагностике верхнеплейстоценовых ископаемых почв Новосибирского Приобья не встречается значительных трудностей, поскольку все данные предполагают хорошую сохранность почв (см. главы II и III), отсутствие свидетельств их гидромофности и ярко выраженное сочетание количественных показателей по зональному типу, т. е. в данном случае мы не сталкиваемся, к сожалению, со спорными вопросами. Изученные нами территории Новосибирского Приобья и Барнаульского Приобья в течение четвертичного периода характеризуются в основном лесостепной - степной направленностью почвообразовательного процесса. И если в отдельные эпохи почвообразования процесс формирования почв имел иную (например, лесную) направленность, то, как правило, на данной территории на эту толщу почвы накладывался более поздний этап почвообразования (степной или лесостепной). И в этом случае выделить лесную стадию гумусо- и почвообразования на основе только органического вещества бывает затруднительно. Другое дело, когда лесная стадия почвообразования накладывается на степную или лесостепную. В этом случае полигенетичный профиль сохраняет обе толщи почв с присущими им характерными чертами органического вещества т. е. в первом случае последующий процесс почвообразования как бы "поглощает" типические черты макромолекул гумусовых веществ предыдущей лесной стадии, поскольку абсолютные величины показателей гумуса почв степной направленности почвообразования значительно выше, чем таковые лесной. Теоретически возможно отделить показатели, характеризующие молекулы гуминовых кислот лесной стадии почвообразования от наложенной позднее степной, однако необходим поиск методов исследования определенных наиболее характерных свойств, присущих только гуминовым кислотам той или иной направленности гумусо- и почвообразования. Авторами проводится подобная работа, однако мы считаем преждевременным предлагать вниманию читателей предварительные ее результаты.

Таким образом, для проведения палеореконструкций органическое вещество может служить одним из самостоятельных методов. Этот метод познания и диагностики ископаемых почв состоит из системы частных методов изучения свойств органического вещества и принципов интерпретации материалов исследования. Каждый из применяемых признаков или показателей, характеризующих гумус ископаемых почв, может дать определенную информацию,

которая затем служит для целей палеореконструкций. Диагностику почв можно проводить методом исключения, переходя от характеристик состава гумуса к показателям, характеризующим макромолекулы гуминовых кислот. Наибольшую нагрузку при палеореконструкциях несет первая и третья группы методов и признаков гумуса почв, которые отражают либо только генетические особенности гумуса, направленность процесса гумусообразования, либо генетико-временное состояние системы гумусовых веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая работа преследовала одну цель: показать необходимость и возможность использования исследований органического вещества как самостоятельного метода познания и диагностики ископаемых почв, а также его становление и развитие. Необходимость всестороннего исследования палеопочв остро ощущается многими специалистами, связанными с воссозданием древней природной обстановки и использованием этих реконструкций для прогнозных оценок развития ландшафта. При этом необходим такой метод, который позволял бы диагностировать палеопочвы на высоком уровне достаточно достоверно, а также был бы применим для палеореконструкций и в самостоятельном виде. Именно таким методом, позволяющим диагностировать тип почв, тип почвообразования, и является система методов исследования органического вещества ископаемых почв. Однако для ряда палеореконструкций характеристики органического вещества позволяют диагностировать условия формирования и развития почв, не определяя их типа. Это оказалось возможным, поскольку процесс гумусообразования зонален. Состав и свойства его компонентов отражают зональные условия их формирования, и сочетание (именно сочетание) отдельных признаков, характеризующих гумус разных почв, наиболее всего отражает их зональные особенности. Таким образом, изучение ископаемых почв с точки зрения особенностей их системы гумусовых веществ представляет наибольший интерес.

Однако в познании органического вещества ископаемых почв есть еще один аспект: это вопросы, связанные с функционированием системы гумусовых веществ во времени, в том числе в процессе длительного временного развития почв в геологические отрезки времени. И в этом отношении ископаемые разновозрастные и разногенетичные почвы – благодатный материал для подобных реконструктивных построений процесса эволюции системы гумусовых веществ в период после "выхода" почвы из зоны активного протекания процесса гумификации и процесса современного почвообразования, т. е. из зоны влияния на них продуктов почвообразования. Всестороннее познание органического вещества ископаемых почв позволит решить многие частные вопросы эволюции процесса гумусообразования, и в конечном итоге, эволюции почвообразования, почв, почвенного покрова и ландшафта в целом.

Предложенный нами метод познания и диагностики ископаемых почв состоит из системы частных методов изучения свойств органического вещества и принципов интерпретации материалов исследования.

Каждый из применяемых методов позволяет получить показатели, которые в том или ином сочетании служат не только для диагностики палеопочв (и затем последовательно для воссоздания географической среды их формирования), но и в определенной совокупности для воссоздания биоклиматических условий прошлого и таким образом зоны, в которой протекал в былые эпохи почвообразовательный процесс. Система взаимосвязанных и взаимозависимых принципов интепретации материалов позволяет подходить к познанию всех вопросов, связанных с изучением природной среды, с единых позиций. Наибольшую нагрузку при палеореконструкциях несут первая и третья группы признаков, отражающие в совокупности генетико-временное состояние системы гумусовых веществ в настоящий момент времени в почвах, которые функционировали после захоронения разные отрезки геологического времени. При изучении эволюционной стороны процесса гумусообразования вторая группа признаков, позволяющая выявить и изучить временные изменения, происходящие в системе гумусовых веществ, имеет не менее важное значение. Эти же признаки, или отдельные из них, могут использоваться для установления сохранности органического вещества во времени.

Особенно стоит обратить внимание на один из признаков, характеризующих соотношение компонентов в системе гумусовых веществ ископаемых почв (отношение $C_{гк}:C_{фк}$), поскольку в практике палеопочвоведения он используется чаще всего для диагностики древних почв. Имея данные соотношения гуминовых кислот и фульвокислот в составе гумуса ископаемых почв, можно твердо определить тип гумусообразования по одному из его интегральных показателей – типу гумуса в аккумулятивной толще почвы (степной – тип гумуса гуматный, лесной – гуматно-фульватный и фульватный, лесостепной – фульватно-гуматный и т.д.); классифицировать ископаемые почвы на низких таксономических рангах, хотя это и представляет большие трудности, поскольку тип и подтип почв могут зависеть не только от зональных, но и от местных условий их формирования. Однако почвы автоморфных и автономных условий формирования можно диагностировать на уровне типа.

На основании этого признака гумуса можно с достаточной достоверностью диагностировать физико-географическую обстановку: степь, лес, лесостепь и т.д., так как процесс гумусообразования зонален, и направленность формирования системы гумусовых веществ в каждой зоне вполне определенна.

Абсолютные значения отношения $C_{гк}:C_{фк}$ необходимо применять с осторожностью при диагностике типа почв, поскольку 1) в древние времена могло не быть аналогов современным почвам; 2) один и тот же тип почв мог иметь разные величины этого

отношения в разные эпохи почвообразования в силу особенностей климатических условий, которые могли влиять на предельные величины отношений $C_{гк}:C_{фк}$ (или глубину гумификации, по Д.С. Орлову /1977/); 3) флуктуации показателей состава гумуса могут иметь место не только в современных почвах, но и в ископаемых: в первых причиной выступает открытость системы, т. е. непрерывное поступление в нее биогенных веществ и практическое фиксирование ее состояния в процессе наших исследований на разных этапах, разных стадиях этого процесса; в ископаемых почвах причиной флуктуации могут быть различия в протекании диагенетических процессов, которые зависят от местных окислительно-восстановительных условий.

Использование среднестатистических данных, характеризующих гумус современных почв, и в том числе кривой изменения отношения $C_{гк}:C_{фк}$ в зависимости от существующей в каждой зоне биологической активности почв, возможно только в целях определения типа гумусообразования и зоны формирования ископаемых почв.

Требуется дифференцированный подход к палеореконструкциям. Если проводить реконструкции древнего почвенного покрова, то необходима диагностика типа и подтипа почв, а значит знание геоморфологии территории и положения почвы по рельефу, либо твердая уверенность, что почвы автономны и автоморфны. Если восстанавливается географическая среда, биоклиматическая обстановка, то достаточно знать направленность процесса гумусообразования, отражением чего является тип гумуса.

Для проведения корреляции необходимо иметь как можно большее количество результатов для данной эпохи почвообразования, чтобы иметь возможность определить предельные величины соотношения основных компонентов в системе, и как частный случай соотношения гуминовых кислот и фульвокислот, поскольку в каждую эпоху почвообразования в силу климатических особенностей пределы гуматности и фульватности гумуса были, очевидно, специфичными.

В связи с начинающейся геологической съемкой масштаба 1 : 50 000, при которой большое внимание будет уделяться вопросам расчленения субаэральных толщ, важное значение приобретает единая система принципов и методов диагностики и познания ископаемых почв. Авторам хотелось бы надеяться, что предложенный ими самостоятельный метод познания и диагностики палеопочв на основе всесторонних исследований органического вещества и принципы интерпретации результатов будут способствовать выполнению этой важной государственной проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. - Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. - 287 с.

Александрова Л.Н. Проблемы гумуса в почвообразовании и плодородии почв. - Л.: ЛСХИ, 1982. - 30 с.

Алиев С.А. Условия накопления и природа органического вещества почв.- Баку: Элм, 1966. - 280 с.

Алиев С.А. Метод изучения энергетики органического вещества почв // Почвоведение. - 1972. - № 9. - С. 147-151.

Алиев С.А. Биоэнергетика органического вещества почв. - Баку: Элм, 1973. - 66 с.

Алиев С.А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. - Баку: Элм, 1978. - 253 с.

Бельчикова Н.П. Некоторые закономерности содержания, состава гумуса и свойств гуминовых кислот в главнейших группах почв Союза ССР // Работы по органическому веществу почвы. - М.: Изд-во АН СССР, 1951. - С. 33-50.

Бельчикова Н.П., Кононова М.М. Электронные спектры поглощения гумусовых веществ почвы // Органическое вещество целинных и освоенных почв. - М.: Наука, 1972. - С. 256-259.

Бирюкова О.Н. Погребенные почвы Чебаково-Балахтинской впадины как показатель условий формирования лессовых отложений // Вестн. МГУ. Геология. - 1976. - № 6. - С. 74-81.

Бирюкова О.Н. Органическое вещество погребенных почв лессовых отложений, его значение для общей теории гумификации и палеопочвенных реконструкций: Автореф. дис... канд. биол. наук. - М., 1978. - 26 с.

Бирюкова О.Н., Орлов Д.С. Период биологической активности почв и его связь с групповым составом гумуса // Научные доклады высшей школы. Биол. науки. - 1978а. - № 4. - С. 115-119.

Бирюкова О.Н., Орлов Д.С. О содержании хлорофилла в современных и погребенных почвах и ископаемых осадках // Научные доклады высшей школы. Биол. науки. - 1978б. - № 6. - С. 119-122.

Бирюкова О.Н., Орлов Д.С. Состав и свойства органического вещества погребенных почв // Почвоведение. - 1980. - № 9. - С. 49-66.

Богуцкий А.Б., Морозова Т.Д. О строении гороховского ископаемого почвенного комплекса на Волынской возвышенности и его возрастных аналогов в Польше // Вопросы палеогеографии плейстоцена ледниковых и перигляциальных областей. - М.: Наука, 1981. - С. 128-151.

Болиховская Н.С., Глушанкова Н.И., Ренгартен Н.В., Судакова Н.Г. Погребенные почвы лихвинского (чекалинского) разреза // Бюл. комиссии по изучению четвертичного периода. - 1976. - № 45. - С. 30-44.

Веклич М.Ф., Сиренко Н.А., Дубняк В.А. и др. Розвиток грунтив Украины у пизьному кайнозою. - Киев: Наук. думка, 1973. - 210 с.

Веклич М.Ф., Сиренко Н.А., Волков И.А., Зыкина В.С. Этапы формирования четвертичной субаэральной толщи Украины и юго-восточной части Западно-Сибирской равнины // XI Международный конгресс ИНКВА: Тезисы докладов. - М., 1982. - Т. 3. - С. 70-71.

Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. - М.: Наука, 1973. - 256 с.

Величко А.А., Морозова Т.Д. Микулинская ископаемая почва, ее особенности и стратиграфическое значение // Антропоген Русской равнины и его стратиграфические компоненты. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - С.100-146.

Величко А.А., Морозова Т.Д. Брянская ископаемая почва, ее стратиграфическое значение и природные условия формирования // Лессы, погребенные почвы и криогенные явления на Русской равнине. - М.: Наука, 1972. - С. 41-114.

Величко А.А., Морозова Т.Д. Древние почвы // Палеогеография Европы в позднем плейстоцене. Реконструкции и модели. - М., 1973. - С. 161-181.

Величко А.А., Морозова Т.Д. Почвенный покров микулинского межледниковья и брянского интервала // Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет (Атлас-монография). - М.: Наука, 1982. - С. 81-92.

Волков И.А. Позднечетвертичная субаэральная формация. - М.: Наука, 1971. - 254 с.

Волков И.А. Палеогеографическое значение некоторых радиокарбоновых датировок на юге Западной Сибири // Геология и геофизика. - 1973. - № 2. - С. 3-8.

Волков И.А. Состояние и перспективы развития стратиграфии четвертичных отложений // Геология и геофизика. - 1983. - № 2. - С. 30-39.

Волков И.А., Зыкина В.С. Ископаемые почвы в разрезе покровных отложений Новосибирского Приобья // Геология и геофизика. - 1977. - № 7. - С. 83-94.

Волков И.А., Зыкина В.С., Семенов В.В. Нижняя граница четвертичных систем в субаэральной толще Западной Сибири // Стратиграфия пограничных отложений неогена и антропогена Сибири. - Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1985. - С. 72-84.

Волобуев В.Р. Почвы и климат. - Баку: Элм, 1953. - 320 с.

Волобуев В.Р. Использование данных группового и фракционного состава для диагностики почв // Почвоведение. - 1968. - № 8. - С. 27-50.

Волобуев В.Р. Система почв мира. - Баку: Элм, 1973. - 308 с.

Волобуев В.Р. Опыт рассмотрения почвенно-генетических вопросов с применением системного подхода // Журн. общей биологии. - 1978. - Т. XXXIX, № 5. - С. 645-656.

Гаджиев И.М., Дергачева М.И. О некоторых свойствах системы гумусовых веществ // Особенности формирования и использования почв Сибири и Дальнего Востока. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. - С. 103-112.

Герасимов И.П. Древние почвенные и элювиальные образования и их значение для палеогеографии четвертичного периода. - М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1946. - С. 207-224.

Герасимов И.П. Погребенные почвы и их палеогеографическое значение // Материалы Всесоюзного совещания по изучению четвертичного периода.- М.: Изд-во АН СССР, 1961. - Т. 1. - С. 224-231.

Герасимов И.П. Абсолютный и относительный возраст почвы // Почвоведение. - 1969. - № 5. - С. 27-32.

Герасимов И.П. Современные представления о возрасте почв // Изв. АН СССР. Сер. биол. - 1970. - № 3. - С. 356-363.

Герасимов И.П. Система фундаментальных генетических понятий, которую следует включить в содержание современного докучаевского почвоведения (к 100-летию "Русского чернозема") // Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1983. - № 4. - С. 5-16.

Глазовская М.А. Погребенные почвы, методы их изучения и их палеогеографическое значение // Вопросы географии. - М.,Л., 1956. - С. 59-68.

Глебовская Е.А. Применение ИК-спектрометрии в исследованиях битумов и смол. - Л.: Недра. Ленингр. отд-ние, 1971. - 212 с.

Глушанкова Н.И. Особенности группового состава гумуса погребенных почв лихвинского разреза // Вестн. МГУ. Сер. Б. География. - 1971а. - № 5. - С. 109-113.

Глушанкова Н.И. О составе гумуса погребенных почв Приобского степного плато в разрезе Белово // Вестн. МГУ. Сер. Б. География. - 1971б. - № 3. - С. 104-108.

Глушанкова Н.И. Органическое вещество погребенных почв новейших отложений и его палеогеографическое значение: Автореф. дис.... канд. биол. наук. - М., 1972. - 25 с.

Глушанкова Н.И. Характеристика органического вещества ископаемых почв // Палеогеографические основы рационального использования естественных ресурсов. - Киев: Наук. думка, 1977. - Ч. 1. - С.113-115.

Глушанкова Н.И., Аммосова Я.М. К методике изучения органического вещества погребенных почв // Сборник трудов молодых ученых географического факультета МГУ. - М.: Изд-во МГУ, 1973. - С. 17-21.

Глушанкова Н.И., Аммосова Я.М. К познанию свойств органического вещества погребенных почв // Органическое вещество современных ископаемых осадков и методы его изучения. - М.: Наука, 1974. - С. 190-208.

Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. - М.: Изд-во МГУ, 1986. - 243 с.

Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. - М.: Наука, 1978. - С. 42-47.

Губин С.В. Полевое закрепление образцов почв легкого механического состава и с рыхлой структурой для микроморфологических исследований// Почвоведение. - 1973. - № 8. - С. 147-148.

Дегенс Э. Геохимия осадочных образований / Пер. с англ. - М.: Мир, 1967. - 299 с.

Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. - 155 с.

Дергачева М.И. Гумус как система // Тезисы докладов юбелейной конференции, посвященной столетию кафедры почвоведения ЛГУ. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1986. - С. 25.

Дергачева М.И. Некоторые аспекты изучения гумуса как системы // Вестн. ВАСХНИЛ. - 1987. - Вып. 4.

Дергачева М.И. Система гумусовых веществ почв. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988.

Дергачева М.И., Зыкина В.С. Органическое вещество из двух позднечетвертичных педокомплексов Новосибирской области // Тезисы докладов на V съезде почвоведов. - Минск, 1977. - Вып. 4. - С. 180.

Дергачева М.И., Зыкина В.С. Состав гумуса плейстоценовых ископаемых почв Новосибирского Приобья // Геология и геофизика. - 1978. - № 12. - С. 81-92.

Дергачева М.И., Зыкина В.С. Аминокислотный состав гуминовых кислот позднеплейстоценовых ископаемых почв Новосибирского Приобья // Геология и геофизика. - 1979. - № 6. - С. 115-118.

Дергачева М.И., Зыкина В.С. Некоторые черты строения гуминовых кислот современных и ископаемых почв // Химия гумусовых кислот, их роль в природе и перспективы использования в народном хозяйстве. - Тюмень: Тюменск. с.-х. ин-т, 1981а. - С. 20.
Дергачева М.И., Зыкина В.С. Гуминовые кислоты верхнечетвертичных ископаемых почв // Верхнечетвертичные отложения и ископаемые почвы Новосибирского Приобья. - М.: Наука, 1981б. - С. 152-165.
Дергачева М.И., Зыкина В.С., Волков И.А. Проблемы и методы изучения ископаемых почв. - Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1984. - 80 с.
Дергачева М.И., Кузьмина Э.Ф. Спектральные характеристики гумусовых кислот почв Алтайского края // Свойства почв таежной и лесостепной зон Западной Сибири. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. - С. 88-96.
Детерман Г. Гель-хроматография. - М.: Мир, 1970. - 252 с.
Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии / Пер. с англ. - М.: Мир, 1981. - 256 с.
Добродеев О.П. Лихвинская погребенная почва Сано-Днестровского междуречья // Вестн. МГУ. Сер. геогр. - 1971. - № 3. - С. 108-112.
Добродеев О.П. Ископаемые почвы в разрезе плейстоценовых отложений у г. Новохоперска // Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. - М.: Изд-во МГУ, 1973. - Сб. 4. - С. 122-133.
Добродеев О.П. Особенности почвообразования во внеледниковой области Русской равнины в эпоху плейстоценовых оледенений // Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. - М.: Изд-во МГУ, 1982.- Сб. 8. - С. 45-54.
Добродеев О.П., Глушанкова Н.И. Палеогеографическое значение состава гумуса погребенных почв и новейших отложений // Вестн. МГУ. Сер. геогр. - 1968. - № 1. - С. 80-87.
Добродеев О.П., Дорош Г.Н. История почвообразования юго-запада Русской равнины в плейстоцене // Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. - М.: Изд-во МГУ, 1973. - Сб. 5. - С. 207-240.
Докучаев В.В. Русский чернозем. - Спб., 1883. - 376 с.
Докучаев В.В. К вопросу о переоценке земель Европейской и Азиатской России с классификацией почв. - Спб., 1898. - 376 с.
Докучаев В.В. К учению о зонах природы. - Спб., 1899. - 28 с.
Драгунов С.С., Желоховцева Н.М., Стрелкова Е.И. Сравнительное исследование почвенных и торфяных гуминовых кислот // Почвоведение. - 1948. - № 7. - С. 409-420.
Дроздова Т.В. Геохимия аминокислот. - М.: Наука, 1977. - 199 с.
Заславский Е.М. О понятии "гуминовые кислоты" // Накопление и преобразование седикахитов. - М.: Наука, 1979. - С. 217-222.
Зубаков В.А. Проблемы геологической синхронизации и климатостратиграфии // Сов. геология. - 1963. - № 8. - С. 49-66.
Зыкина В.С. Верхнечетвертичные ископаемые почвы Новосибирского Приобья, их стратиграфическое и палеогеографическое значение. - Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. - Новосибирск, 1979. - 22 с.
Зыкина В.С., Волков И.А., Дергачева М.И. Верхнечетвертичные отложения и ископаемые почвы Новосибирского Приобья. - М.: Наука, 1981. - 203 с.
Зырин Н.Г. Гумин органического вещества // Вестн. МГУ. - 1948. - № 1. - С. 16-20.
Зырин Н.Г., Овчинникова М.Ф., Орлов Д.С. Аминокислотный состав гуминовых кислот и фульвокислот некоторых типов почв // Агрохимия. - 1964. - № 4. - С. 108-120.

Исследования по общей теории систем. - М.: Прогресс, 1969. - 538 с.
История и методология естественных наук. - М.: Изд-во МГУ, 1980. - Вып. XXIV: Почвоведение. - 164 с.
Карлстром Г. Данные о четвертичном оледенении в северной части Тихого океана и планетарные изменения климата // Антропогеновый период в Арктике и Субарктике. - М.: Недра, 1965. - С. 211-233.
Карпухин А.И. Обоснование применения систематизированной гелевой хроматографии в почвенных исследованиях // Изв. ТСХА. - 1984. - Вып. 2. - С. 62-69.
Ковда В.А. Основы учения о почвах. - М.: Наука, 1973. - Т. II.- 467 с.
Кононова М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. - М.: Изд-во АН СССР, 1951. - 390 с.
Кононова М.М. Гумус главнейших типов почв СССР, его природа и пути образования // Почвоведение. - 1956. - № 3. - С. 18-30.
Кононова М.М. Органическое вещество почв. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 314 с.
Кононова М.М. Процессы превращения органического вещества и их связь с плодородием почвы // Почвоведение. - 1968. - № 8. - С. 17-22.
Кононова М.М., Бельчикова Н.П. Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв // Почвоведение. - 1961. - № 10. - С. 75-87.
Косыгин Ю.А. Методологические вопросы системных исследований // Геотектоника. - 1970. - № 2. - С. 20-29.
Крокос В.И. Палеопедология и ее значение // Сборник памяти акад. Тутковского. - Киев, 1931. - Т. 1. - С. 163-186.
Крыстанов С.А. Характеристика органического вещества основных типов почв Северной Болгарии // Органическое вещество целинных и освоенных почв. - М.: Наука, 1972. - С. 110-141.
Кузьмина Э.Ф. Аминокислотная характеристика периферической части молекул гуминовых кислот почв // Химия гумусовых кислот, их роль в природе и перспективы использования в народном хозяйстве. - Тюмень: Тюменск. с.-х. ин-т, 1981. - С. 24.
Ливеровский Ю.А. Палеопочвоведение (некоторые проблемы, использованные в палеогеографическом и стратиграфическом аспектах) // Вестн. МГУ. Сер. V. Геогр. - 1973. - № 4. - С. 28-34.
Лунсгергаузен Г.Ф. О периодических изменениях климата в геологическом прошлом Земли // Земля во Вселенной. - М.: Мысль, 1964. - С. 260-277.
Матвиишина Ж.Н. Микроморфологический анализ и возможность его использования при палеогеографических реконструкциях // Теоретические и прикладные проблемы палеогеографии. - Киев: Наук. думка, 1977.- С. 48-61.
Матвиишина Ж.Н. Применение микроморфологического анализа в изучении ископаемых почв и почвенных пород // Методика палеопедологических исследований. - Киев: Наук. думка, 1979. - С. 218-255.
Матвиишина Ж.Н. Микроморфология плейстоценовых почв Украины. - Киев: Наук. думка, 1982. - 144 с.
Методика палеопедологических исследований. - Киев: Наук. думка, 1979.- 272 с.
Методологическое руководство по микроморфологии почв. - М.: Изд-во МГУ, 1983. - 80 с.
Михайлова Н.А., Орлов Д.С. Оптические свойства почв и почвенных компонентов. - М.: Наука, 1986. - 118 с.
Мовсисян Е.М. Методика изучения гумуса и результаты его применения к почвам Араратской равнины. - Ереван, 1959. - 123 с.

Монин А.С. Вращение Земли и климат. - Л.: Гидрометеоиздат, 1972. - С. 112.
Морозова Т.Д. Ископаемые почвы валдайского интерстадиала // Докл. АН СССР. - 1962. - Т. 143, № 2. - С. 405-408.
Морозова Т.Д. Строение древних почв и закономерности их географического распространения в различные эпохи почвообразования верхнего плейстоцена // Почвоведение. - 1963. - № 12. - С. 26-37.
Морозова Т.Д. Верхнеплейстоценовые ископаемые почвы Восточной Европы // Лесс - перигляциал - палеолит на территории Средней и Восточной Европы. - М.: Наука, 1969. - С. 563-571.
Морозова Т.Д. Нижнечетвертичные ископаемые почвы в лессах Среднего Приднепровья // Почвоведение. - 1971. - № 4. - С. 3-16.
Морозова Т.Д. Особенности диагностики генезиса ископаемых почв // Проблемы региональной и общей палеогеографии лессовых и перигляциальных областей. - М.: Наука, 1975. - С. 122-134.
Морозова Т.Д. Развитие почвенного покрова Европы в позднем плейстоцене. - М.: Наука, 1981. - 281 с.
Морозова Т.Д., Богуцкий А.Б., Волков И.А. и др. Лессы и ископаемые почвы позднего плейстоцена на территории СССР // XI Международный конгресс ИНКВА: Тезисы докладов. - М., 1982. - Т. 3. - С. 229-230.
Морозова Т.Д., Сычева С.А. Плейстоценовые почвы районов днепровского и донского ледниковых языков // Возраст и распространение максимального оледенения Восточной Европы. - М.: Наука, 1980. - С. 98-107.
Морозова Т.Д., Чичагова О.А. Исследования гумуса ископаемых почв и их значение для палеогеографии // Почвоведение. - 1968. - № 6. - С. 34-44.
Морозова Т.Д., Чичагова О.А. Особенности органического вещества ископаемых почв в связи с их генезисом и диагенезом // Тезисы докладов VI Всесоюзного семинара "Органическое вещество в современных и ископаемых осадках". - М.: Изд-во МГУ, 1979. - С. 68-69.
Найденова О.А. К вопросу о природе гуминов почвенного гумуса // Уч. зап. МГУ. - 1951. - № 140, вып. 27. - С. 69-85.
Одум Ю. Основы экологии / Пер. с англ. - М.: Мир, 1975. - 740 с.
Оптнер С.Я. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. - М.: Наука, 1969. - 202 с.
Орлов Д.С. Спектрофотометрический анализ гумусовых веществ // Почвоведение. - 1966. - № 11. - С. 84-95.
Орлов Д.С. Особенности спектров поглощения и распространение гуминовых кислот Р-типа в почвах СССР // Почвоведение. - 1968. - № 10. - С. 49-60.
Орлов Д.С. Элементный состав и степень окисленности гумусовых кислот // Научные доклады Высшей школы. Биологические науки. - 1970. - № 1. - С. 5-20.
Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв. - М.: Изд-во МГУ, 1974. - 333 с.
Орлов Д.С. Вопросы идентификации и номенклатуры гумусовых веществ // Почвоведение. - 1975. - № 2. - С. 48-60.
Орлов Д.С. Кинетическая теория гумификации и схема вероятного строения гуминовых кислот // Научные доклады Высшей школы. Биологические науки. - 1977. - № 9. - С. 5-16.
Орлов Д.С. Теоретические и прикладные проблемы химии гумусовых веществ // Итоги науки и техники, почвоведения и агрохимии. - М., 1979. - Т. 2. - С. 58-132.

Орлов Д.С., Бирюкова О.Н. Возможности использования гумусовых показателей погребенных почв и ископаемых осадков для палеопочвенных и палеоклиматических реконструкций // Органическое вещество в современных и ископаемых осадках (седикахиты). - М.: Изд-во МГУ, 1979. - С. 72-73.

Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Садовникова Л.К., Фридланд Е.В. Использование группового состава гумуса и некоторых биохимических показателей для диагностики почв // Почвоведение. - 1979. - № 4. - С. 10-22.

Орлов Д.С., Гришина Л.А., Ерошичева Н.Л. Практикум по биохимии гумуса. - М.: Изд-во МГУ, 1969. - 155 с.

Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. - М.: Изд-во МГУ, 1981. - 271 с.

Палеогеография Европы в позднем плейстоцене. - М.: ИГАН СССР, 1973. - 259 с.

Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет. - М.: Наука, 1982. - 156 с.

Палеогеографические этапы и детальное стратиграфическое расчленение плейстоцена Украины. - Киев: Наук. думка, 1984. - 28 с.

Парфенова Е.И., Ярилова Е.А. Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении. - М.: Наука, 1977. - 198 с.

Плюснин И.И. Ископаемые почвы и вопросы палеопочвоведения // Бюл. комиссии по изучению четвертичного периода. - 1975. - № 44. - С. 3-18.

Полынов Б.Б. В.В. Докучаев и география. - М.: Изд-во АН СССР, 1946. - 84 с.

Пономарева В.В. К вопросу о роли растительности в подзолообразовании // Почвоведение. - 1955. - № 8. - С. 1-12.

Пономарева В.В. О географических закономерностях гумусообразования // Доклады VI Международного конгресса почвоведов. - М.: Изд-во АН СССР, 1956. - С. 20-26.

Пономарева В.В. К методике изучения состава гумуса по схеме И.В. Тюрина // Почвоведение. - 1957. - № 3. - С. 66-71.

Пономарева В.В. Теория подзолообразовательного процесса. - М.; Л.: Наука, 1964. - 379 с.

Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов // Почвоведение. - 1968. - № 11. - С. 104-117.

Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах. - Л.: Почвенный музей им. В.В. Докучаева, 1975. - 105 с.

Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. - Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. - 221 с.

Поспелова Г.А., Гнибиденко З.Н. Магнитостратиграфические разрезы неогеновых и четвертичных отложений Северной Азии и Юго-Восточной Европы и проблемы их корреляции // Геофизические методы в региональной геологии. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. - С. 76-94.

Применение метода инфракрасной спектроскопии в почвоведении. - М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1976. - 71 с.

Разрез новейших отложений Северо-Восточного Приазовья. - М.: Изд-во МГУ, 1976. - 159 с.

Разрез новейших отложений Алтая. - М.: Изд-во МГУ, 1978. - 208 с.

Ромашкевич А.И., Герасимова И.М. Микроморфология и диагностика почвообразования. - М.: Наука, 1982. - 125 с.

Руэ Р. Палеопочвоведение четвертичного периода // Четвертичный период в США. - М.: Мир, 1968. - Т. 1. - С. 502-515.
Садовникова Л.К., Орлов Д.С. Групповой состав гумуса почв зонального ряда и роль углеводов в формировании различных фракций // Вестн. МГУ. Биология, почвоведение. - 1976. - № 5. - С. 53-65.
Садовский В.Н. Основание общей теории систем. - М.: Наука, 1974. - 279 с.
Свиточ А.А., Боярская Т.Д., Воскресенская Т.Н. и др. Некоторые результаты изучения разреза Белово (Приобское степное плато) // Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. - М.: Изд-во МГУ, 1972. - Сб. 3. - С. 203-215.
Седлецкий И.Д. Почвообразование и углеобразование. Проблемы советского почвоведения. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1936. - Сб. 1. - С. 125-134.
Сибирцев Н.М. Краткий обзор главнейших почвенных типов России // Зап. Новоалекс. ин-та. - Спб., 1898. - Т. II.
Сиренко Н.А. Некоторые вопросы методики палеопедологических исследований // Палеопедология. - Киев: Наук. думка, 1974. - С. 15-27.
Сиренко Н.А. Изучение ископаемых почвенных образований педологическими методами // Методика палеопедологических исследований. - Киев: Наук. думка, 1979. - С. 114-156.
Сіренко Н.О., Матвіішина Ж.М. Особливості антропогенового грунтоутворення в районі Каховської зрошувальної системи // Фіз. географ. і геоморфол. - Київ: Вища школа. - 1975. - Вып. 14. - С. 93-102.
Системные исследования. Методологические проблемы: Ежегодник 1969-1984. - М.: Всесоюзный НИИ системного исследования (до 1979 г. Институт естествознания и техники).
Стивенсон Ф.Дж., Балтер Дж. Х.А. Химия гуминовых кислот и родственных пигментов // Органическая геохимия / Пер. с англ. - Л.: Недра. Ленингр. отд-ние, 1974. - С. 389-412.
Стратиграфия СССР. - М.: Недра, 1984. - Полутом 2: Четвертичная система. - 556 с.
Сычева С.А. Почвы мезинского комплекса Окско-Донской равнины // Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1978. - № 3. - С. 81-92.
Сычева С.А. Плейстоценовые ископаемые почвы Окско-Донской равнины: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. - М.: ИГАН СССР, 1979. - 19 с.
Сычева С.А. О географии и развитии мезинского педокомплекса Окско-Донской равнины // Почвоведение. - 1985. - № 8. - С. 26-37.
Сычева С.А., Ударцев В.П. Особенности развития почв мезинского комплекса Окско-Донской равнины // Вопросы палеогеографии плейстоцена ледниковых и перигляциальных областей. - М.: Наука, 1981. - С. 151-180.
Титлянова А.А. Биологический круговорот углерода в травяных геоценозах. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. -218 с.
Толковый словарь по почвоведению // Под ред. А.А. Роде. - М.: Наука, 1975. - 286 с.
Тюрин И.В. Материалы по сравнительному изучению методов определения органического углерода в почвах. Методы определения общего органического углерода и углекислоты карбонатов // Проблемы советского почвоведения. - 1936. - Сб. 2. - С. 121-150.
Тюрин И.В. Органическое вещество почв. - М.; Л.: Сельхозгиз, 1937. - 287 с.
Тюрин И.В. Географические закономерности гумусообразования // Труды юбилейной сессии, посвященной столетию со дня рождения В.В. Докучаева. - М.: Изд-во АН СССР, 1949. - С. 85-101.

Тюрин И.В. Некоторые результаты работ по сравнительному изучению состава гумуса в почвах СССР // Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. - М.: Изд-во АН СССР, 1951а. - Т. 38. - С. 22-32.
Тюрин И.В. К методике анализа для сравнительного изучения состава почвенного перегноя или гумуса // Работы по органическому веществу почвы. - М.: Изд-во АН СССР, 1951б. - С. 5-21.
Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. - М.: Наука, 1965. - 320 с.
Тюрин И.В., Гуткина Е.Л. Материалы по изучению природы "гуминов" черноземов // Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева, 1940. - Т. 23. - С. 41-57.
Тюрин И.В., Тюрина Е.В. О составе гумуса в ископаемых почвах // Почвоведение. - 1940. - № 2. - С. 10-22.
Ударцев В.П., Сычева С.А. Верхнеплейстоценовые лессы и погребенные почвы Окско-Донской равнины // Проблемы региональной и общей палеогеографии лессовых перигляциальных областей. - М., 1975. - С. 26-42.
Цацкин А.И. Опыт изучения древних структур почвенного покрова на примере верхнеплейстоценовых почв юго-запада Русской равнины // Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1979. - № 6. - С. 89-97.
Цацкин А.И. Палеопедологические реконструкции для позднего плейстоцена юго-запада Русской равнины: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. - М.: ИГАН СССР, 1980. - 24 с.
Чалышев В.И. Методика изучения ископаемых почв. - М.: Недра, 1978. - 72 с.
Чичагова О.А. О составе гумуса погребенных почв различных типов почвообразования // Географические сообщения. - М., 1961. - Вып. 2. - С. 74-76.
Чичагова О.А. Радиоуглеродное датирование гумуса почв. - М.: Наука, 1985. - 155 с.
Чичагова О.А., Аммосова Я.М., Милановский Е.Ю. К вопросу о сохранности и преобразованности органического вещества разновозрастных ископаемых почв // Тезисы докладов V съезда Всесоюзного общества почвоведов. - Минск, 1977. - Вып. 2. - С. 153-154.
Чичагова О.А., Черкинский А.Е. Радиоуглеродные исследования органического вещества и возраста почв // Научные доклады Высшей школы. Биол. науки. - 1979. - № 8. - С. 5-18.
Эйгенсон М.С. Солнце, погода, климат. - Л.: Гидрометеоиздат, 1963. - 274 с.
Юхнин А.А., Заславский Е.М., Аммосова Я.М. Определение углеводов в почвах и почвенных компонентах // Научные доклады Высшей школы. Биол. науки. - 1973. - № 5. - С. 131-135.
Ярилова Е.А., Целищева Л.К., Федоров К.Н. Микроморфологическая диагностика некоторых элементарных почвообразовательных процессов в почвах основных природных зон СССР // Труды X Международного конгресса почвоведов. - М., 1974. - Т. 7. - С. 190-197.
Banerjee S.K. Comparativ stadies of the spectral properties and colloidal behaviour of the hydrolysed and unhydrolysed humic acids // J. Indian Soc. Soil Sci. - 1974. - Vol. 22, N 2. - P. 113-120.
Boguckij A. Stratigrafia lessow Wyzyny Wolynskiej // Przewednik sympozjum krajowege Litologia i stratigrafia lessow w Polsce. - Warszawa, 1972.
Domke K. Charakterisierung "breiter" und "gebundener" Grauhuminsäuren and Braunhuminsäurenmittels chemischer und physikalischer Methoden // Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenk. - 1972. - Vol. 16, N 6. - S. 423-434.

Felbeck G.T. Structural hypotheses of soil humic acids // Soil Sci. - 1971. - Vol. 111, N 1. - P. 42-49.
Kleinhempel D. Die Pflanzenhuminsäuren // Albrecht - Thaer-Archiv. - 1967. - Vol. 119, N 1. - P. 24-33.
Konke H., Stuff R.G., Miller P.A. Quantitative relations between climate and soil formation // Z. Pflanzenernähr. und Bodenkunde. - 1968. - Vol. 119. - N 1. - S. 24-33.
Konecka-Betley K. Distribution and transformations of organic matter in fossile soils among loesses // Rocz. glebozn. - 1974. - Vol. 25, Dod. - P. 207-215.
Kumada K. Absorption spectra of humic acids // Soil and Plant Food. - 1955. - Vol. 1, N 1. - P. 29-30.
Kumada K., Hurst H.M. Green humic acid and ist possible origin as a fungal metabolite // Nature. - 1967. - Vol. 214, N 5088. - P. 631-633.
Kumada K., Sato O. The chemical natur of the green fraction of P-type humic acid. // Soil Sci. and Plant Nutr. - 1967a. - Vol. 13, N 4. - P. 121-122.
Kumada K., Sato O. Studies on the chemical properties of P-type humic acid // Studies about humus. Frans. Intern. Sympos. "Humus et Planta IV ". - Prague, 1967b.
Kumada K., Sato O., Ohsuma J., Ohta S. Humus composition of mountain soils in central Japan with special reference of the distribution of P-type humus acid. // Soil Sci. and Plant Nutr. - 1967. - Vol. 13, N 5. - P. 151-158.
Petruzzelli G., Guidi G., La Marca M. Determinazione degli amino-acidi nella sostanza organica del terreno // Nuovo-chim. - 1974. - Vol. 50, N 5. - P. 82-88.
Salfeld J. Optical measurements on humus sustems // Studies about humus. Erans. Intern. Sumpos. "Humus et Planta V". - Prague, 1967. - P. 257.
Sklodowski P. Characteristics of adsorption spectra in infrared of humic acids isolated from black earth // Rocz. glebozn. - 1974. - Vol. 25, Dod. - P. 75-89.
Sowden J., Schnitzer M., Griffith S. The distribution of nitrogen some highly organic tropical volcanic soils // Soil Biol. and Biochem. - 1976. - Vol. 8, N 1. - P. 55-60.
Tan K.H., Clark F.E. Polysaccharide constituents in fulvic and humic acids extracted from soil // Geoderma. - 1969. - Vol. 2, N 3. - P. 245-255.
Tsutsuki K., Kuwatsuka S. Chemical studies on soil humic acids. III. Nitrogen distribution in humic acids // Soil Sci. and Plant Nutr. - 1978. - Vol. 24, N 4. - P. 561-570.
Vallantyne J.K. Pyroliysis proline, leucine, arginine and lysine in aquous solution // Geochim. et cosmochim. acta. - 1968. - Vol. 32, N 12.
Welte E. Neuere Ergebnisse der Humusforschung // Angew. Chem. - 1955. - Vol. 67, N 5. - S. 153-155.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
Введение 5

Глава I. Проблемы и методы изучения органического вещества ископаемых почв 10

Исследование органического вещества как метод познания и диагностики ископаемых почв . . . . . –
Принципы, лежащие в основе интепретации данных 32
Некоторые вопросы терминологии 38

Глава II. Состояние изученности органического вещества ископаемых почв 39

Глава III. Гумус разновозрастных ископаемых почв юго-восточной части Западно-Сибирской равнины (материалы исследований) 69

Описание разрезов . . . . . –
Содержание и распределение гумуса 79
Состав гумуса 84
Некоторые особенности макромолекул гуминовых кислот 89

Глава IV. Значение органического вещества ископаемых почв в вопросах палеореконструкций 103

Заключение 116
Литература 119

Научное издание

Дергачева Мария Ивановна
Зыкина Валентина Семеновна

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ИСКОПАЕМЫХ ПОЧВ

Редактор издательства Л.М. Акентьева
Художественный редактор М.Ф. Глазырина
Технический редактор Н.М. Остроумова
Корректоры О.А. Шабалина, Т.Ф. Погиблова

ИБ № 34188

Сдано в набор 10.11.87. Подписано к печати 14.03.88. МН-02576. Формат 60x90 1/16. Бумага офсетная. Офсетная печать. Усл. печ. л. Усл. кр.-отт. 8,3. Уч.-изд. л. 10. Тираж 850 экз. Заказ № 1230. Цена 1 р. 80 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Наука", Сибирское отделение. 630099, Новосибирск, ул. Советская, 18.

4-я типография издательства "Наука". 630077, Новосибирск, ул. Станиславского, 25.