



ЦИКЛИЧНОСТЬ  
НОВЕЙШИХ  
СУБАЭРАЛЬНЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

# ЦИКЛИЧНОСТЬ НОВЕЙШИХ СУБАЭРАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Научные и прикладные аспекты проблемы

Ответственный редактор.  
д-р геол.-мин. наук И.А. Волков



НОВОСИБИРСК  
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1987

УДК 552.142+552.524+551.79

Цикличность новейших субаэральных отложений (научные и прикладные аспекты проблемы). – Новосибирск: Наука, 1987.

В сборнике впервые рассмотрены теоретические и практические вопросы, связанные с исследованием цикличности субаэральных отложений (теория, методология и методика изучения). Описаны закономерности строения и формирования равнинной территории страны в районах распределения субаэральных явлений. Дается оценка практической значимости исследования цикличности лесовых толщ для инженерной геологии, грунтоведения и др.

Представляет интерес для инженеров-геологов, геологов-четвертичников, стратиграфов и географов.

Рецензенты С.Б. Шацкий, Г.Ф. Букреева

Редакционная коллегия:

д-ра геол.-мин. наук Ю.Н. Карогодин, Н.И. Кригер,  
В.Т. Трофимов, В.С. Волкова, канд. геол.-мин. наук  
А.Е. Шавич

## ЦИКЛИЧНОСТЬ НОВЕЙШИХ СУБАЭРАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

### Научные и прикладные аспекты проблемы

Утверждено к печати Институтом геологии и геофизики СО АН СССР

Редактор издательства А.М. Самсоненко. Художественный редактор М.Ф. Глазырина. Художник Н.А. Пискун. Технический редактор Н.М. Остроумова. Корректоры И.А. Шаврина, С.В. Блинова

ИБ № 30241

Сдано в набор 23.03.87. Подписано к печати 30.06.87. МН-02067. Формат 60 x 90 1/16. Бумага офсетная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 9. Усл. кр.-отт. 9,3. Уч.-изд. л. 10,5. Тираж 850 экз. Заказ № 706. Цена 2 руб.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Наука", Сибирское отделение. 630099, Новосибирск, 99, Советская, 18.

4-я типография издательства "Наука". 630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25.

Цикличность строения древних толщ, отражающая неравномерный или прерывистый характер осадконакопления, изучается во многих геологических учреждениях страны. Важная роль в этой работе принадлежит Институту геологии и геофизики СО АН СССР и другим геологическим организациям Сибири, которые на богатейшем сибирском геологическом материале разрабатывают многие вопросы названной проблемы.

Среди разнообразных направлений познания геологической цикличности в последние два десятилетия зародилась и интенсивно развивается ветвь – изучение цикличности новейших субаэральных образований, которому способствуют успехи общей стратиграфии, палеогеографии и интенсивные работы по изучению инженерно-геологических и строительных свойств субаэральной толши.

В 1980 г. был опубликован сборник статей "Цикличность формирования субаэральных пород", в котором обобщены материалы, доложенные на всесоюзной конференции по изучению цикличности субаэральных пород. Накопившиеся новые данные требовали обсуждения. С этой целью в 1984 г. в Полтаве состоялась Всесоюзная конференция "Использование принципов цикличности для расчленения лёссовых отложений в практических целях". На ней, наряду с теоретическими вопросами, обсуждались практические аспекты проблемы. Толща новейших лёссовых отложений имеет весьма сложное и в то же время закономерное строение, отражающее направленность и неравномерность процесса седиментации. Этим предопределяются многие особенности физико-химических, инженерно-геологических свойств различных компонентов данной толши.

В сборник вошли статьи, затрагивающие три главных направления проблемы цикличности толщ лёссовых и иных субаэральных отложений: методологическое, стратиграфо-палеогеографическое и инженерно-геологическое. В статьях первого направления обосновывается положение о том, что толщи лёссовых отложений различных регионов страны состоят из налегающих друг на друга циклитов, отражающих закономерное чередование определенных условий осадконакопления. Материалы второго направления показывают, что толщи лёссовых отложений являются очень важным источником разнообразной информации по стратиграфическому расчленению континентальных образований позднего кайнозоя и палеографии этого отрезка геологической истории. Эта информация будет существенно способствовать

дальнейшему развитию геологии позднего кайнозоя в целом. Статьи третьего направления наиболее многочисленны. В них показано, что лессы, лессовидные отложения и иные породы субаэрального генезиса весьма разнообразны по своим физическим и химическим характеристикам. Это разнообразие отражает различия в характере седиментации разных циклитов и их компонентов в сложно построенной толще субаэральных пород и характер вторичных процессов, проявлявшихся уже после накопления осадка.

Позднекайнозойские породы лессового ряда в нашей стране занимают огромные территории. Они ярко отражают многие особенности осадконакопления и палеогеографию ближайшего геологического прошлого. Велико их значение и для решения многих практических вопросов. Главной особенностью толщи лессовых пород является ее циклическое строение. Дальнейшее изучение его представляет собой важную задачу познания геологических образований позднего кайнозоя. Материалы сборника отражают определенный этап этого изучения.

И.А. Волков

Ю.Н. Карогодин

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

## ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЛЕССОВЫХ ЦИКЛИТОВ

До недавнего времени лессовые толщи считались монотонными, однородными, неслоистыми. Признак монотонности принимался чуть ли не за важнейшее их свойство.

Однако в последние десять лет наряду с интенсивным (и экстенсивным) развитием исследований по цикличности осадконакопления углубленно стали изучаться с этих позиций и лессы. Состоялись две крупные конференции (Новосибирск, 1978 г., Полтава, 1983 г.), на которых вопросы цикличности лессовых толщ были одними из главных предметов обсуждения. На Всесоюзной конференции "Цикличность осадконакопления и закономерности размещения залежей углеводородов" (Новосибирск, 1985 г.) работала специальная секция, где проблемы лессовых образований были также в центре внимания. В настоящее время можно констатировать, что эта проблема значительно продвинулась вперед в решении целого ряда вопросов. Однако некоторые из них по-прежнему остаются нерешенными. Автором предпринята попытка рассмотреть такие вопросы в свете общих методологических и теоретических разработок седиментационной цикличности.

Известно, что одна из отличительных особенностей современного подхода к изучению слоевых ассоциаций осадочной оболочки Земли (литмосферы) – использование принципов системной методологии /Карогодин, 1983; Трофимук и др., 1983/. Важнейшими из них являются принципы целостности и изоморфизма, субординации и координации, элементарности и структурности и др. (рис. 1).

В связи с весьма различным общим пониманием (и толкованием) системы (среди методологов) определим свое отношение к ней.

Нами уже отмечалось /Трофимук и др., 1983/, что среди множества толкований понятия "система" имеется два диаметрально противоположных. Представители одного из них принимают системы не как нечто реально и объективно существующее (явления, процессы, тела и т.д.) в природе и обществе, а лишь как "познавательные конструкции", абстрактные модели /Методы теоретической геологии, 1978/, специфические способы "организации знаний о реальности" /Емельянов, Напельбаум, 1981/.

В другом толковании система понимается более широко. Это и реально существующие явления, процессы, тела, и познавательные концептуальные модели /Гвишиани, 1979; и др./ Нам представляется более конструктивным последнее понимание системы. Однако оно требует классификации систем по самым общим основаниям. Такая попытка построить "рабочую" классификацию по наиболее общим основаниям была нами уже предпринята /Карогодин, 1985а, б/ (рис. 2).

В методологическом плане весьма важно различать реальные и концептуальные слоевые системы, а среди тех и других – целостные и суммативные. При этом, конечно, мы отдаем себе отчет, что

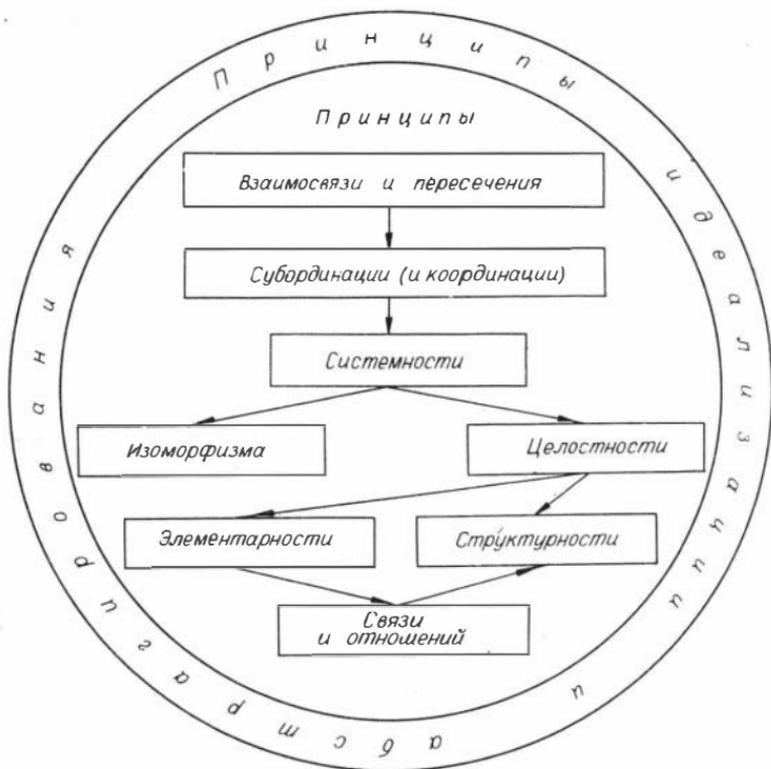


Рис. 1. Принципы системной методологии, их субординация и координация.

понятие целостности относительное. Целостные системы в одном отношении, по одним признакам не будут целостными, по другим – наоборот. Поэтому очень важно, чтобы системообразующее свойство было существенным, связанным с природой объекта. В качестве такого свойства принята связь элементов (слоев, слоевых ассоциаций) во времени, отражающая в направленности и непрерывности изменения существенных свойств от элемента к элементу (от слоя к слою, от слоевой ассоциации к слоевой ассоциации во временном, в вертикальном разрезе).

В соответствии с принятым в качестве системообразующего свойства признаком были разработаны правила выделения целостных слоевых систем /Карогодин, 1980; и др./ Они позволили выделять слоевые системы, циклиты однотипно и однозначно, т.е. вариант расчленения разреза на циклиты (как целостные слоевые системы) может быть только один. Это весьма важно в теоретико-познавательном плане. Вариантов членения одного и того же разреза на номинальные (концептуальные) слоевые системы (а тем более не системы, а просто объекты исследования) множество. И это тоже

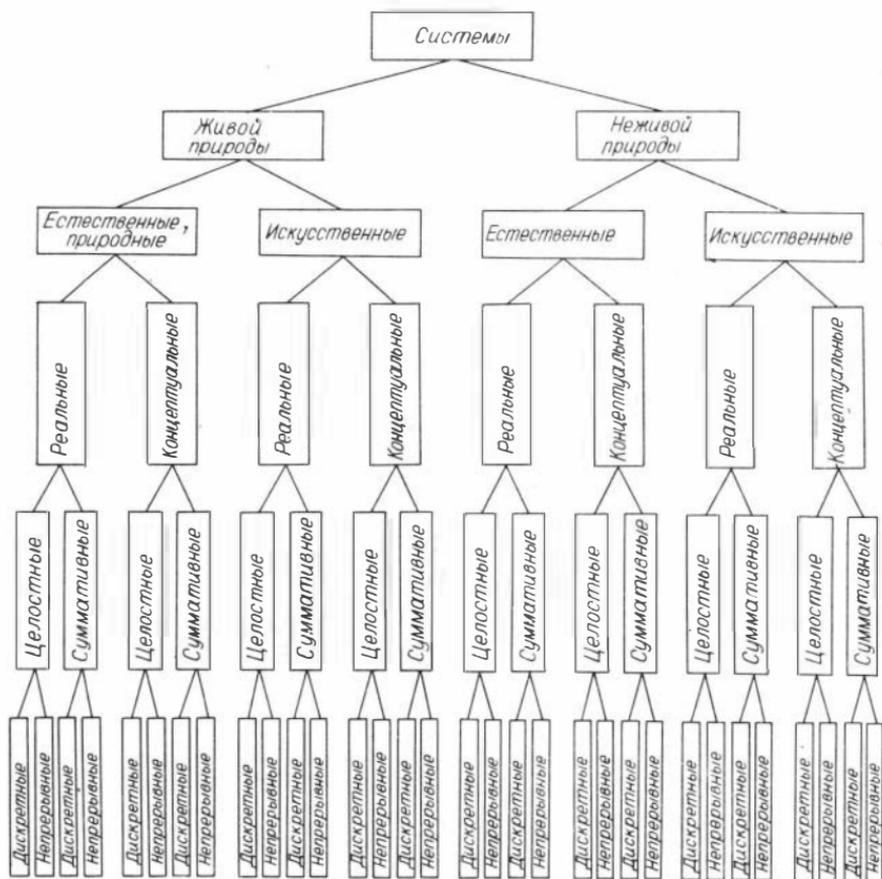


Рис. 2. Классификация систем по наиболее общим основаниям.

важно, но для других целей – для решения тех или иных практических задач геологии, точнее геотехники.

До последнего времени геологи не разграничивали (не различали) целостные системы и номинальные, концептуальные (а также объекты исследования). Это приводило к серьезным недоразумениям и бесплодным, порой очень острым (а нередко и агрессивным) дискуссиям.

Исследуя целостные во времени слоевые системы, уже сейчас можно (пусть даже в самом общем виде) представить иерархическую модель осадочной оболочки Земли (литмосферы) /Карогодин, 1985а; Трофимук, Карогодин, 1985/.

Немаловажным моментом в системных исследованиях слоевых ассоциаций является "выбор" определения системы, пригодной для изучения избранного объекта исследования. При "выборе" и отчасти конструировании понятия системы необходимо, как нам представляется, иметь в виду два условия. В определение должны войти, во-

первых, самые общие признаки системы и, во-вторых, специфические, учитывающие особенности системного объекта исследования.

Из признаков (атрибутов), которые наиболее часто употребляются в общих определениях системы, явно выделяются следующие:

1) элементы, 2) множество (не менее двух элементов), или совокупность, 3) отношение (между элементами), 4) связь (элементов).

Эти четыре свойства составляют основу, стержень системы.

Однако исходя из представлений об объектах, с которыми работает геолог (в частности, литмолог и стратиграф), можно допустить существование системы и из одного элемента (крайний, вырожденный случай). Это происходит тогда, когда значение величины одного элемента настолько мало (бесконечно мало), что практически его можно принять за нуль. А.И. Уемов /1963/ весьма тонко подметил, что именно вырождение одновременно указывает на переход одной вещи в другую, на их связь и различие. Он охарактеризовал это как крайний случай явления, не означающий, по его мнению, ухудшения, или регресса.

Данное положение и представление "об одноэлементных" системах имеют прямое отношение к проблеме лессовых циклитов как слоевых систем. Однако трудно согласиться с тем, что появление (особенно устойчивое, закономерное, а не случайное) "вырожденных систем" не означает регресса в трансляции слоевых ассоциаций; оно означает либо финал прогресса, либо финал регресса. Это очень важный признак в расшифровке структуры более крупной и более сложной (выше рангом) системы. Именно такие осадочные толщи, состоящие из одноэлементных (или с неявно выраженным вторым элементом) систем, часто называют геологи литологическими монотонными (сплошные глины, сплошные песчаники, сплошные известняки и т.д.). На наш взгляд, первое важное дополнение к понятию системы в конкретных исследованиях. Второе – ограничение системы степенью интенсивности внутренних отношений. Преломляя его через наш объект (слоевую ассоциацию) как систему, следует подчеркнуть важность выявления не только (и не столько) интенсивности отношений, но и интенсивности связи. Однако последнее, скорее, будет не критерием деления на системы и несистемы, а разграничительным свойством между системами одного типа (ранга), а также разных типов (классов, групп и рангов). Это еще одно важное дополнение (признак) к понятию система применительно к рассматриваемому объекту исследования.

Известно, что временной, ретроспективный аспект в геологии является важнейшим. Поэтому он должен найти отражение и в понятии "система". На важность введения в понятие "система" данного признака (времени) в виде метапонятия "динамическое множество" указывал Б.Я. Брусиловский /1977/, справедливо считая, что мы имеем дело только со множествами, состав (и свойства) которых меняется во времени и со временем, т.е. с динамическими множествами.

И еще одно, по нашему мнению, важное свойство, которым должна обладать система – устойчивость тех или иных отношений и свя-

зей (взаимосвязей и взаимодействий). На это обращали внимание А.А. Яценко /1975/ и другие исследователи. Для системного анализа необходим не единичный объект с системными свойствами, а тот, который в природе встречается часто в "массовом ее производстве" с устойчивыми связями и отношениями.

Исходя из перечисленных (выбранных из множества) свойств (атрибутов) системы, можно попытаться сконструировать "рабочее" определение системы (применительно к объекту исследования).

Система – это не пустое динамическое множество (состоящее, как минимум, из двух элементов, значение одного из которых может быть близким или равным нулю), находящееся в определенных устойчивых отношениях, отличающихся интенсивностью внутренних связей.

Понятие системы неразрывно связано с понятием "структура". Нет системы без структуры, что, видимо, порождает у многих исследователей представление о структуре как о самой системе, т.е. о идентичности данных понятий. Это происходит и при слишком широком понимании структуры (например, у М.Ф. Веденова, В.И. Краменского, А.Т. Шаталова и др., определяющих ее как развернутое выражение сущности объекта познания). В подобных случаях происходит непрерывное сведение одного понятия к другому, а следовательно, понятие структуры становится излишним.

Весьма распространено представление о соподчиненности этих понятий. Лишь немногие исследователи считают понятие "структура" более общим и широким, чем "система". Подавляющее большинство системологов считает понятие структуры подчиненным понятию система, что хорошо видно из выражения "структура системы".

Структура – важнейшее, неотъемлемое свойство (атрибут) любой системы. В дальнейшем под ней будем понимать отношение и связь элементов динамического множества по определенным свойствам.

В геологии распространено понятие структуры как формы поверхности геологических тел. Широко известны у геологов такие понятия, как "структура" (синоним "поднятие" у геологов-нефтяников), "структурная поверхность", "структурная карта" и др. В то же время в минералогии важнейшим является понятие внутренней структуры кристалла, что приводит к мысли о важности и необходимости различать внутреннюю и внешнюю структуры системы. В первом случае имелась в виду внешняя структура системы (или даже не система, а просто тела), а во втором – внутренняя целостной системы (кристалла).

В системном анализе эти понятия различаются многими. Рассматривая понятие "структура", обычно имеют в виду внутреннюю, а под внешней понимают отношения, связь системы с "внешним миром", с другими внешними системами и их элементами. В геологии, кроме того, целесообразно под внешней структурой понимать форму (морфологию) системных объектов.

Менее очевидна (на первый взгляд) необходимость в различении этих понятий на системах породного и надпородного уровня организации. В определенной мере исследования внутренней и внешней струк-

тур системных объектов – два самостоятельных направления в едином изучении структуры системы. Вероятно, чем выше ранг (масштаб) объекта, тем более самостоятельными становятся эти два аспекта исследования структуры. При этом отношение и связь системы с "внешним миром", с другими системами не должны исключаться из поля зрения исследований внешней структуры системы как еще одно соподчиненное направление в общем изучении структуры. Именно в этом просматривается реализация другого принципа системной методологии – принципа "связи и пересечения".

Следует заметить, что понятия "внутренняя" и "внешняя" структуры не абсолютны. Внешние связи и отношения для структуры одного ранга оказываются внутренними для системы следующего, более высокого ранга.

Структуры не могут быть без множества, без элементов. Обычно элементом принято называть предел членения системного объекта. Это, как правило, более простая система (подсистема) предыдущего уровня или подуровня организации. Следовательно, понятие "элемент" относительно, на что указывали многие исследователи.

В системном анализе существует еще и такое понятие, как "часть системы", в отношении которого имеются весьма противоречивые мнения. Нам оно представляется немаловажным, поэтому есть необходимость определить свое отношение к нему, тем более что категория "часть" не получила широкого признания и распространения среди философов. Во многих работах по системной методологии и теории систем она также выпала из "поля зрения" и анализа. Одни системологи считают ее излишней, другие полагают, что она нужна, так как в отличие от элемента несет в себе информацию о специфических особенностях целого, третьи видят во взаимодействии частей проявление интегративных свойств и качеств системы. Наиболее конструктивным является последнее представление. Части системы – это важнейшие структурные подразделения, единицы ее структуры. Структура иерархична: элементы – группы элементов – части – целое. В целостной системе две основные части, представляющие единство противоположностей, при соединении которых и возникает, выявляется интегративное (эмерджентное) свойство системы. В целом ряде случаев важнее (и проще) найти две основные части – противоположности, чем выявить все элементы.

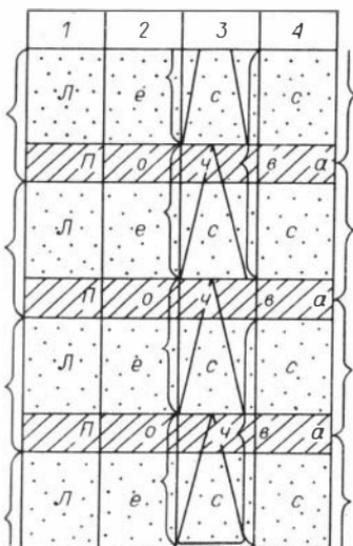
После этих методологических замечаний можно рассмотреть, что же собой представляют лессовые слоистые ассоциации как системы и в чем особенность их структуры.

Н.И. Кригер /1980/ и другие исследователи справедливо отмечают, что лессовые толщи выражены своеобразно. Они состоят из чередования лессов и ископаемых почв. В разрезах естественных обнажений и скважинах это чередование хорошо видно визуально, так как почвы отличаются темно-коричневым, бурым цветом от светлых (желтых, палевых и др.) лессовых пород.

В зависимости от целей, задач и некоторых априорных представлений о формировании этих "элементов" лессовой толщи можно "сконструировать" несколько типов слоистых ассоциаций (литмитов):

Рис. 3. Типы сочетаний "элементов" (субэлементов) лессовых толщ (лесс и почва).

1) слой почвы – нижний элемент, слой лесса – верхний элемент; 2) слой лесса – нижний элемент, почва – верхний элемент; 3) почва (педалит) – средний элемент, лесс – нижний и верхний элементы; 4) слой лесса – в средней части, а почвы – в основании и кровле (нижний и верхний элементы). Могут быть и другие комбинации, например, почвы часто неоднородны, и их можно делить на несколько слоев-горизонтов, т.е. границу литмита проводить внутри почвы



(рис. 3). Но из всех этих комбинаций только одну можно назвать лессовым циклитом, т.е. целостной во времени слоевой системой.

В практике исследования лессов чаще всего за циклит (цикл, циклокомплекс) принимают первые два типа комбинации: лесс – почва или почва – лесс. Так, Н.И. Кригер /1980/ за циклит принимает сочетание почвы (нижний Э) и лесса (верхний Э). Отмечая при этом, что ни горизонты лесса, ни слои почв обычно не имеют резких границ, поэтому трудно лессовую слоевую ассоциацию отнести к какому-либо одному из четырех структурных типов циклитов. Я.Е. Шаевич /1980/ и некоторые другие исследователи считают, что граница между почвой и вышележащим слоем лесса "резкая скачкообразная". Циклит ("циклесс") начинается лессовым слоем и заканчивается педолитом /Шаевич, 1980, с. 72/.

Что же представляют собой эти два "элемента" лессовых толщ – лесс и педолит с позиций системно-структурного анализа слоевых ассоциаций?

Если любой циклит рассматривается как овеществленный процесс непрерывного осадконакопления, т.е. седиментационного цикла, то лессовая слоевая ассоциация – одноэлементная, "вырожденная" система, у которой значение мощности второго элемента равно нулю. Таким элементом является лесс + почва + перерыв в осадконакоплении. Наличие почвы как раз и свидетельствует о перерыве, разрыве во времени. Ее мощность – функция времени перерыва в осадконакоплении и интенсивности процессов почвообразования. Почва – педолит – это не следствие, не результат осадконакопления, а продукт экзогенно-биохимического преобразования лессового материнского материала, поэтому ее нельзя рассматривать в качестве элемента циклита. Еще раз подчеркнем, что почва – показатель перерыва в осадконакоплении, поэтому она характеризует верхнюю часть циклита. Если ее и можно называть слоем, то только "слоем преобразования" собственно осадочного слоя, осадочной породы.

Таким образом, первый вывод, который можно сделать с позиций системного анализа, сводится к тому, что лессовые циклиты (циклессы) — это одноэлементные (вырожденные) слоевые системы.

К какому же структурному типу циклитов они принадлежат и можно ли вообще определить тип циклитов в одноэлементных слоевых системах?

Одно из возможных решений вопроса о структуре циклесса как одноэлементной системы может сводиться к признанию лесса и педолита в качестве субэлементов. Принимая их за систему, по направленности изменения существенных вещественно-структурных свойств можно определить тип циклита.

От слоя лесса к "слою" педолита обычно наблюдается уменьшение диаметра минеральных зерен /Цикличность . . ., 1980/. В слое педолита, как правило, уменьшается диаметр минеральных зерен, резко преобладают частицы диаметром 0,002 мм, т.е. глины /Шаевич, 1980, с. 72/, а лессы обычно сложены суглинками, алевролитами глинистыми и даже песчанистыми.

По этому признаку, т.е. по направленности изменения существенного свойства в вертикальном разрезе, и характеру границ между элементами (в данном случае субэлементами) можно считать, что типичные лессовые циклиты относятся к типу проциклитов. Такой вывод подтверждается и имеющимися данными по изучению циклитов. Лессовые толщи, как известно, являются континентальными образованиями. Во всех известных нам случаях разрезы континентальных толщ были представлены проциклитами. Это, конечно, косвенный довод.

Существующие представления о причинах цикличности лессообразования также можно использовать в решении этого вопроса. Лессы формировались в засушливые эпохи, "которые в Европе и Азии были также холодными," а "почвы формировались в эпохи более враждебные, которые в Европе и Северной Азии также были теплые; в этих условиях химическое выветривание способствовало образованию глинистых минералов . . ." /Кригер, 1980, с. 39/. Преобразование лессов в "слой почв" могло идти в условиях максимального динамического покоя" в процессе осадконакопления, т.е. полного или почти полного прекращения седиментации, повышения уровня грунтовых вод, одна из причин которого могла быть связана с повышением уровня моря (а в некоторых случаях, возможно, и Мирового океана в целом). Следовательно, динамическое "затишье", которым завершается накопление лессовой толщи, переувлажнение и потепление климата, возможно, связанное с трансгрессиями и подъемом уровня океана, способствовавшими формированию почв, можно также рассматривать в качестве косвенного доказательства прогрессивной структуры лессовых циклитов.

Отсутствие второго элемента, точнее верхней части, в лессовых циклитах дает основания считать, что коэффициент прогрессивности /Карогодин, 1983/ у них равен нулю. Как установлено, такие значения коэффициента прогрессивности характерны для окончания (фи-

нально-регрессивной фазы) более крупных циклитов (циклов). Но, видимо, они возможны и в самом начале, в основании слоевых систем, когда режим "начала" может быть близок режиму "конца" формирования слоевой системы. В общетеоретическом плане решение вопроса о месте лессов в слоевой системе более крупного ранга немаловажным. Вероятно, небезынтересно использование таких количественных показателей, как коэффициент интенсивности почвообразования (педолитности) – отношение мощности педолита и общей мощности циклита (лесса + педолита) в процентах:

$$K_{\text{пл}} = \frac{M_{\text{п}}}{\sum \Pi} \%.$$

Если  $K_{\text{пл}}$  использовать по множеству разрезов, то, вероятно, его значение объективно может указывать на изменения во времени в условиях лесообразования – "прогресс" или "регресс". Чтобы исключить ошибку из-за размыва почв, можно дополнительно применять коэффициент приращивания ( $K_{\text{пр}}$ ) мощностей лессов: как отношение мощности ( $M$ ) лессового субэлемента ( $лэ$ ), вышележащего  $\Pi$ , к общей мощности лессовых субэлементов этого и нижележащего циклитов в процентах:

$$K_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{лэ}}}{M_{\text{лэ1}} + M_{\text{лэ2}}} \cdot 100\%.$$

Этот коэффициент, отражая противоположную тенденцию в структурных изменениях  $\Pi$  по сравнению с  $K_{\text{пл}}$ , должен дополнять общую картину структурной направленности, исключать возможность интерпретационной ошибки при размыве почв.

Углубленное исследование теоретических и методологических вопросов цикличности лессовых толщ имеет общетеоретическое и практическое значения.

### Литература

- Брусиловский Б.Я. Теория систем и система теорий. – Киев: Вице школа, 1977. – 191 с.
- Гвишиани Д.М. Материалистическая диалектика – философская основа системных исследований. – В кн.: Системные исследования. М.: Наука, 1979, с. 7-28.
- Емельянов С.В., Напельбаум Э.Л. Системы, целостность, рефлексия. – В кн.: Системные исследования. М.: Наука, 1981, с. 7-38.
- Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. – М.: Недра, 1980. – 242 с.
- Карогодин Ю.Н. Принципы системной методологии в системно-структурных исследованиях породно-слоевых ассоциаций. – В кн.: Системный подход в геологии (теоретические и прикладные аспекты). М.: Наука, 1983, с. 68-69.

- Карогодин Ю.Н. Региональная стратиграфия (системный аспект). – М.: Недра, 1985а. – 153 с.
- Карогодин Ю.Н. Основа понятийно–терминологической базы сейсмо–литмологии (методологический аспект). – Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1985б. – 34 с.
- Кригер Н.И. Причины цикличности процесса лессообразования. – В кн.: Цикличность формирования субаэральных пород. Новосибирск: Наука, 1980, с. 34–42.
- Методы теоретической геологии. – Л.: Недра, 1978. – 335 с.
- Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н., Мовшович Э.Б. Методологические вопросы геологии нефти и газа. – Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1983. – 123 с.
- Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. О соотношении биологической этапности и седиментационной цикличности. – Изв. АН СССР, 1985, № 2, с. 128–131.
- Уемов А.И. Вещи, свойства и отношения. – М.: Наука, 1963. – 184 с.
- Шаевич Я.Е. Некоторые вопросы терминологии и методики выделения циклов субаэральных пород. – В кн.: Цикличность формирования субаэральных пород. Новосибирск: Наука, 1980, с. 64–67.
- Цикличность формирования субаэральных пород. – Новосибирск: Наука, 1980. – 167 с.
- Яценко А.П. Целеполагание и идеалы. – Киев: Наукова думка, 1975. – 276 с.

УДК 551.24.031

Н.И. Кригер

О ЗНАЧЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ЦИКЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЛЕССОВЫХ ТОЛЩ  
ПРИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ  
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Вопрос о циклическом строении лессовых толщ – важная составная часть общей проблемы периодичности в строении осадочных образований. Нас будут интересовать два аспекта этой проблемы. Во–первых, должно быть обращено внимание на то, что современные представления о седиментационной цикличности /Дафф и др., 1971; Карогодин, 1980/ основаны преимущественно на изучении древних морских отложений. Во–вторых, мы рассмотрим еще мало изученный вопрос о практическом (инженерно–геологическом) значении исследования цикличности лессовых образований. Два указанных аспекта проблемы между собой тесно связаны. При современном состоянии знаний учение о цикличности лессовых толщ располагается на контакте литологии, стратиграфии четвертичных отложений, палеопе–дологии и инженерной геологии.

При инженерно-геологических исследованиях цикличность лессовых толщ должна учитываться при проведении следующих работ.

1. При назначении глубин отбора проб (для лабораторного изучения) и глубин опробования пород полевыми методами. Исследование разреза с учетом конкретной его структуры должно заменить часто применяющийся формальный подход к вопросу, когда породы изучаются через равные интервалы глубин. Учет цикличности лессовых толщ внесет коррективы и в способ статистической обработки получаемых данных об инженерно-геологических свойствах пород.

2. При выделении инженерно-геологических элементов, т.е. петрографически однородных геологических тел, в пределах которых пространственная изменчивость показателей состава, структуры и свойств породы не имеют резко выраженного тренда и носят случайный характер. В лессовых толщах инженерно-геологические элементы нередко совпадают со стратиграфическими горизонтами. В этих случаях говорят об инженерно-стратиграфических горизонтах, инженерной стратиграфии лессовых толщ и инженерно-геологическом значении почвенно-лессовой стратиграфии /Кригер, 1960; Бачинский, 1974; Веклич, 1974; Молодых, Драчинская, 1974; Дорофеев, 1982/.

3. При предварительной (до проведения детальных исследований) оценке свойств лессовых пород в разрезе, поскольку наблюдаются различия свойств пород в ископаемых почвах (разного типа) и межпочвенных горизонтах.

4. При изучении происхождения просадочных и других свойств лессовых пород, поскольку изучение циклического строения лессовых толщ позволяет восстановить последовательность палеогеографических событий, влиявших на формирование свойств пород.

За последние годы исследователями новосибирской школы разработаны методологические и терминологические вопросы циклического строения осадочных толщ, описана иерархия циклов (т.е. комплексов слоев и слоевых ассоциаций) /Каргодин, 1980/. При изучении континентальных отложений, особенно лессовых, выявляется своеобразие их циклического строения. Исследование лесса, вероятно, позволит сделать существенные дополнения к общей теории седиментационной цикличности.

Следует напомнить, что в настоящее время понятие "лесс" в современной геологии двойственное. Во-первых, лессом называют известковистый макропористый суглинок (или супесь), в составе которого преобладает фракция крупной пыли. Во-вторых, лессом считают систему надпородного уровня, которая состоит из вышеуказанного суглинка (супеси), имеет покровное залегание, не содержит прослои галечников, а включает стратиграфически выдержанные прослои ископаемых почв и остатки только наземных организмов. В данной работе используется второе определение лесса. Циклическое строение лесса проявляется в чередовании межпочвенных отложений ("лесса" как породы) и почв. С этим связано чередование слоев пород, имеющих различные химический и минералогический состав, пористость, природную влажность, относительную просадочность, деформационные и прочностные характеристики, сейсмические свой-

ства и т.д. По этим признакам можно выделять слои и циклиты, стратиграфические горизонты, инженерно-геологические элементы.

Чтобы оценить особенности циклического строения лесса, следует сказать еще об устойчивости горных пород и надпородных систем. Под влиянием внешних факторов (климата, техногенезиса и т.д.) различные горные породы подвергаются неодинаковым изменениям. Одни из них являются инертными (устойчивыми), другие – сенсорными (неустойчивыми, чувствительными к внешним воздействиям). Этот вопрос рассматривается в литоэкологии – направлении исследований, посвященном современным изменениям горных пород и надпородных систем под влиянием физико-географических и техногенных факторов /Кригер, 1983б/.

Лесс представляет собой сенсорное образование. Зависимость свойств лесса от окружающей среды накладывает глубокий отпечаток на его циклическое строение.

Широко распространены недоуплотненные (просадочные) лессовые породы /Денисов, 1972; Кригер, 1967/. Их естественная эволюция состоит в уплотнении, происходящем в эпоху гумидизации климата или при техногенном увлажнении породы /Кригер, 1983а/. Просадка является продолжением седиментационного уплотнения породы. Таким образом, можно считать, что процесс седиментации недоуплотненных лессовых пород еще не закончился. Это определяет особенности циклического строения лесса. Циклиты в лессообразованиях переменные в пространстве (в зависимости от локальных условий среды) и во времени.

Характер циклитов в лессе зависит от плейстоценового и современного физико-географического окружения. Лесс – географически зональное образование, приуроченное к районам со строго определенными значениями радиационного баланса и радиационного индекса сухости. Внутри зоны распространения лесса в зависимости от геоморфологических условий и увлажненности климата в современную эпоху меняются свойства пород, слагающих лессовые толщи /Закономерности ..., 1981; Кригер, 1983б/. Это отражается на цикличности лессовых толщ. Например, горизонты, обогащенные водорастворимыми соединениями в лессовых породах, сохраняются при засушливом климате и низкой влажности породы, но растворяются, "размазываются" и исчезают при увлажнении климата и повышении влажности породы /Кригер, Котельникова, 1978/. Так же непостоянны во времени и зависимы от гумидности климата и влажности породы циклиты, выделяемые на основе изучения просадочных свойств породы.

Недоучет влияния физико-географического окружения на состав и циклическое строение лесса – источник многих недоразумений. Например, существует мнение, что в лессовых разрезах относительная просадочность возрастает под ископаемыми почвами, что связывается с имевшим место сезонным промерзанием пород /Сергеев, 1976/. Мы уже указывали на ошибочность такой точки зрения и в качестве характерного примера приводили разрез (Яванская долина), в котором просадочные свойства пород резко затухают в почве

Распространение верхнеплейстоценовых ледников, палеокриогенных явлений и лесса на Русской равнине.

1 - граница валдайского оледенения, по А.А. Величко /Палеогеография, 1982/; 2 - северная граница распространения лесса; 3 - южная граница распространения многолетней мерзлоты, соответственно в раннем валдае (смоленский криогенез) и во вторую половину позднего валдая (ярославский криогенез) /Палеогеография ..., 1982/; 4 - территория распространения лесса, просадочного при природном напряженном состоянии (второй тип условий по просадочности), по В.С. Быковой.



и под ней /Кригер, 1980/. В зависимости от типа ископаемой почвы просадочные свойства пород в ней и в подпочвенной зоне могут быть выше или ниже, чем в породах межпочвенного слоя.

Х.П. Рахматуллаев /1982/ считает доказанным увеличение просадочных свойств в лессовых породах непосредственно под погребенными почвами. Однако фактический материал, приводимый Х.П. Рахматуллаевым, свидетельствует лишь о том, что просадочные свойства пород уменьшаются в ископаемых почвах и возрастают в межпочвенных горизонтах, а графики /Рахматуллаев, 1982, рис. 26, 27/ противоречат допущению о возрастании просадочности непосредственно под ископаемыми почвами. Это показывает, что представление о происхождении просадочных свойств лессовых пород в результате сезонного промерзания пород нельзя признать достаточно обоснованными. По большей части в ископаемых почвах просадочные свойства породы понижены, что связано с их более высокой глинистостью и влажностью.

Некоторые исследователи полагают, что просадочность лесса формировалась в перигляциальной обстановке в условиях многолетнего промерзания пород /Минервин, 1982/. Несостоятельность этой точки зрения видна при рассмотрении рисунка, на котором показаны территория развития постоянной мерзлоты конца плейстоцена /Палеогеография ..., 1982/ и область распространения лессовых пород, непросадочных и просадочных при замачивании в условиях природного напряженного состояния /Карта лессовых пород ..., 1967/. Можно видеть, что в пределах верхнеплейстоценовой перигляциальной зоны на Русской равнине распространены непросадочные (в условиях природного напряженного состояния) лессовые образования. Данный вывод подтверждается и нашими исследованиями,

а также детальными исследованиями П.К. Волошина, проводимыми в Волыно-Подольи под общим руководством А.Б. Богуцкого и автора. При этом мы не исключаем возможности того, что в южной части верхнеплейстоценовой перигляциальной зоны местами могут быть островки просадочных (при природном напряженном состоянии) лессовых образований. Обычно в пределах верхнеплейстоценовой перигляциальной зоны в лессовой толще нет циклически повторяющихся горизонтов с просадочными (при природном напряженном состоянии) породами.

Попытка формальной увязки территории распространения лессовых пород с границами древних оледенений /Сергеев и др., 1982/ не сопровождалась изучением распространения плейстоценовых перигляциальных явлений, стратиграфии лессовых толщ и современных климатических условий, оказывающих большое влияние на распространение просадочных пород. Нельзя согласиться с Е.М. Сергеевым и др. /1982/, когда они распространение просадочных пород на юге Русской равнины связывают с тем, что во внеледниковой зоне породы подвергались более длительное время гипергенетическим процессам, которые, по их мнению, приводят к формированию просадочных свойств лесса. Надо учитывать, что только на юге Русской равнины с плейстоцена до сих пор существуют семиаридные степи, в которых просадочные свойства пород могут образовываться и сохраняться в связи с тем, что здесь развиты почвы с непромытым режимом. При этом режиме активность процессов гипергенеза слабая. В более северных районах просадочные свойства пород не могли образоваться и сохраниться в плейстоцене из-за высокой влажности породы при таянии многолетней мерзлоты, а в голоцене — из-за достаточно высокой гумидности климата, вызывающей гипергенетические преобразования породы. Только при радиационном индексе сухости 1 возможно сохранение просадочных свойств лесса /Кригер, 1983а; Закономерности . . . 1981/.

В.Т. Трофимов /Трофимов, Бондаренко, 1983; см. также статью в данном сборнике/ развивает гипотезу, согласно которой просадочные свойства лессовых пород могут возникать разными способами преимущественно в результате процессов гипергенеза без участия мерзлотных явлений. Эта гипотеза представляет собой возвращение к представлениям Л.С. Берга, и против нее могут быть выдвинуты всевозможные возражения (состав фауны, увязанная с палеогеографией цикличность строения лессовых толщ, приуроченность просадочного лесса к семиаридным территориям с пониженной интенсивностью гипергенеза, слабая выветрелость минералов в лессе и т.д.). Мы не касаемся лабораторных экспериментов В.Т. Трофимова, поскольку такого рода исследования не могут хорошо моделировать сложные природные условия. Полевые наблюдения В.Т. Трофимова привели его к выводу, что благодаря процессам гипергенеза происходит некоторое разуплотнение дисперсных пород, наиболее ошутимое близ земной поверхности. Он считает этот процесс основным в образовании просадочных свойств породы. Однако, во-первых, большая и сложная проблема происхождения лесса и его просадочных

свойств не сводится только к частному вопросу о повышенной пористости породы, и, во-вторых, наблюдения В.Т. Трофимова едва ли должны однозначно истолковываться. Возрастание пористости дисперсных пород в приповерхностной зоне вследствие процессов гипергенеза наблюдалось и нами. Например, возрастание пористости отмечалось в моренных отложениях (тилле) Смоленской области до глубины около 30 м /Кригер и др., 1983/. Но этот процесс не имеет отношения ни к лессообразованию, ни к формированию просадочных свойств. У моренных отложений нет просадочных свойств. Гипотеза В.Т. Трофимова является попыткой объяснить просадочность пород более или менее гумидных районов, хотя известно, что как раз для этих районов просадочные свойства пород не характерны.

На фоне сделанных за последние годы весьма дискуссионных попыток дать новое объяснение происхождению просадочных свойств лессовых пород принцип недоуплотненности пород по Н.Я. Денисову выглядит как убедительное и естественное объяснение процессов, происходящих при лессообразовании. Нами уже указывалось /Закономерности ..., 1981/, что учет географической среды, в которой лесс формируется и существует, — одно из важнейших условий для решения проблемы формирования его свойств.

Автор надеется, что читатель извинит его за вторжение в область вопросов континентального литогенеза и формирования просадочных свойств пород. Это не было отступлением от основной темы статьи, так как для понимания особенностей циклического строения лессовых толщ рассмотрение указанных вопросов было необходимо.

Теперь мы можем перейти к сравнению цикличности строения и формирования лессовых толщ и флиша. Сходство процессов лессо- и флишеобразования состоит в том, что длительность седиментационных циклов в обоих случаях имеет одинаковый порядок — несколько тысяч или первые десятки тысяч лет /Кригер, 1980/. Некоторые различия циклических процессов лессо- и флишеобразования носят принципиальный характер.

1. Циклиты флиша генетически не связаны. Их, конечно, можно описать единым уравнением посредством ряда Фурье или какого-либо другого полинома. Но так можно записать любой, даже гетерогенный, процесс. Флиш состоит из переслаивающихся инертных пород, и формирование нового циклита мало отражалось на облике ранее сформировавшихся циклитов, если для них закончилась стадия перехода осадка в породу.

Иное дело — циклиты в лессе. Формирование каждого горизонта ископаемой почвы (связанной с эпохой гумидизации климата) влияло на эфемерные (термодинамически неустойчивые) свойства всей толщи нижележащих отложений, поскольку они представлены сенсорными породами. Вместе с изменением пород происходило и изменение циклического строения всей лессовой толщи (исчезали прослои, выделяющиеся характером засоленности, загипсованности, специфической текстуры и т.д.). Таким образом, различные циклиты в лессе (как в системе) взаимосвязаны.

2. Во флише отсутствует просадочность, являющаяся характер-

ной чертой лессовой толщи. Циклическое распределение просадочности в лессовых разрезах своеобразно.

Просадочность формируется в лессовых толщах в соответствии с принципом Денисова – осадок цементируется водонепроницаемыми структурными связями (циклический процесс!), которые в аридном климате поддерживают повышенную пористость породы, несмотря на возрастающий груз вышележащих отложений; при увлажнении породы (в природных условиях – циклический палеогеографический процесс!) цементация ослабляется и порода уплотняется соответственно просадочным свойствам. Иногда концепцию Н.Я. Денисова считают гипотезой сингенетического формирования просадочных свойств породы и этим самым допускают две ошибки. Во-первых, Н.Я. Денисов связывает формирование просадочности не только с образованием водонепроницаемых структурных связей, но и с последующим нагружением породы вышележащими отложениями. Во-вторых, в силу этой причины просадочность в концепции Н.Я. Денисова должна рассматриваться не как свойство породы, а как свойство надпородной системы – лессовой толщи. Хотя последний тезис Н.Я. Денисовым не сформулирован, он с неизбежностью вытекает из его концепции, если лесс рассматривать как надпородную систему. Свойства породы (глинистость, связанная с ней влажность и т.д.) различаются в разных стратиграфических горизонтах, что определяется палеогеографическими условиями формирования породы. Эти свойства влияют на коэффициент относительной просадочности породы при разных давлениях, благодаря чему указанный коэффициент может с глубиной меняться в соответствии со стратиграфическими горизонтами. Но, в согласии со вторым началом термодинамики, имеется тренд в распространении просадочных свойств: падение их с течением времени /Кригер, 1983б/ и с глубиной.

Все описанные особенности циклического строения лессовых толщ, изменчивость его в пространстве и во времени связаны с тем, что данные толщи сложены сенсорными породами континентального происхождения. Изучение циклического строения лессовых толщ следует проводить в литоэкологическом аспекте, т.е. с учетом окружающей географической (природной и техногенной) среды.

### Литература

- Бачинский Г.А. Инженерно-геологические особенности лессов и ископаемых почв левобережной части Северного Причерноморья. – В кн.: Палеопедология. Киев: Наукова думка, 1974, с. 162–180.
- Веклич М.Ф. О палеогеографических основах инженерной геологии. – В кн.: Палеогеография и инженерная геология юга Украины (поздний кайнозой). Киев: Наукова думка, 1974, с. 3–8.
- Дафф П., Халлам А., Уолтон Э. Циклическая осадконакопления. Перевод с англ. – М.: Мир, 1971. – 284 с.
- Денисов Н.Я. Природа прочности и деформаций грунтов. Избр. труды. – М.: Стройиздат, 1972. – 280 с.

- Дорофеев Л.М. Климатостратиграфический принцип расчленения отложений плейстоцена – рациональная основа инженерно-геологических исследований (на примере Среднего Приднепровья). – Киев: изд. Ин-та геол. наук АН УССР, 1982. – 60 с.
- Закономерности формирования просадочных свойств лессовых пород Средней Азии и Южного Казахстана/ Кригер Н.И., Котельникова Н.Е., Лавруевич С.И., Севостьянов В.В. – М.: Наука, 1981. – 132 с.
- Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. – М.: Недра, 1980. – 242 с.
- Карта лессовых пород СССР в масштабе 1:7 500 000 с пояснительной запиской/ Составитель В.С. Быкова и др. – М.: ЦИНИС, 1967.
- Кригер Н.И. Инженерная стратиграфия и отношение к рельефу лессовых толщ в связи с оценкой их просадочности. – В кн.: Сборник трудов Совещания по строительству на лессовых грунтах. Киев: Изд-во Акад. строит. и архитект. УССР, 1960, с. 105-117.
- Кригер Н.И. Просадочные свойства лесса и лессовидных пород как зональное географическое явление. – Докл. АН СССР, 1967, т. 176, № 1, с. 163-166.
- Кригер Н.И. Причины цикличности процесса лессообразования. – В кн.: Цикличность формирования субаэральных пород. Вып. 457. Новосибирск: Наука, 1980, с. 34-42.
- Кригер Н.И. Новые пути решения проблемы свойств лесса – литоэкология и энергетика породы. – Узб. геол. журн. 1983а, № 2, с. 32-36.
- Кригер Н.И. Литоэкология как системный подход к изучению континентальных образований. – В кн.: Системный подход к геологии (теоретические и прикладные аспекты). Всесоюзная конференция 17-19 мая 1983 г. Тезисы докладов. М., 1983б, с. 76-77.
- Кригер Н.И., Долодаренко С.А., Миронюк С.Г. Гляциотектоника и конечные морены западной части Русской равнины. – М.: Наука, 1983. – 112 с.
- Кригер Н.И., Котельникова Н.Е. Основные черты геохимии лесса. – Геохимия, 1978, № 12, с. 1843-1856.
- Минервин А.В. Природа просадочности и генезис лессовых пород. – В кн.: Проблемы лессовых пород в сейсмических районах. Ташкент: Фан, 1982, с. 10-31.
- Молодых И.И., Драчинская Э.С. Инженерно-геологические свойства ископаемых почв и лессов Дунай-Днепровского междуречья. – В кн.: Палеопедология. Киев: Наукова думка, 1974, с. 152-162.
- Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет. Атлас-монография/ Ред. И.П. Герасимова, А.А. Величко. – М.: Наука, 1982.
- Рахматуллаев Х.П. Просадочность-основных генетических и возрастных типов лессовых пород Чирчик-Ахангаранской впадины. – Ташкент: Фан, 1982. – 158 с.
- Сергеев Е.М. Генезис лессов в связи с их инженерно-геологическими особенностями. – Вестн. МГУ. Сер. геол., 1976, № 5, с. 3-15.

Сергеев Е.М., Быкова В.С., Воробьев Г.И. Оледенения Русской платформы и особенности лессовых пород. – Инж. геол., 1982, № 5, с. 3–7.

Трофимов В.Т., Бондаренко В.С. О результатах моделирования формирования просадочности грунтов в процессе прогрессивного литогенеза. – Инж. геол., № 6, с. 32–38.

М.Ф. Веклич

УДК 551.7(477)

ЦИКЛИЧНОСТЬ – ОДНА ИЗ ОСНОВ  
РЕГИОНАЛЬНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ СХЕМЫ  
ПЛИОЦЕНОВЫХ И ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УКРАИНЫ

Основные закономерности развития природы земной поверхности, служащей средой образования слоев (толщ) горных пород, прежде всего гипергенных, одновременно являются и основными закономерностями формирования стратисферы. Они преломляются в стратиграфии в виде ее принципов; один из них – принцип цикличности. Исходный принцип стратиграфии формулируется таким образом: стратиграфические подразделения являются отражением этапов развития древней природы земной поверхности; каждому палеогеографическому этапу соответствует определенный стратон.

В настоящее время имеются предпосылки для создания глобальной схемы палеогеографических этапов и планетарной стратиграфической шкалы позднего кайнозоя (плиоцена и четвертичного периода): по многим регионам мира, в том числе по областям тропико-экваториальных, умеренных, арктического и антарктического поясов Мирового океана, благодаря применению принципа цикличности и различных методов (включая радиоизотопные, микропалеонтологический, палеоклиматологический и палеомагнитный), составлены и могут быть скоррелированы схемы детального расчленения соответствующих отложений. Имеются попытки выделить и скоррелировать глобальные палеогеографические этапы и стратоны позднего (верхнего) кайнозоя по меньшей мере трех рангов: хроны (хронозоны), метаэтапы (метатемы) и ортоэтапы (ортотемы) /Веклич, 1982/. В частности, одна из таких попыток глобального палеоклиматологического обоснования палеогеографических этапов и стратонов плиоцена и плейстоцена (по мнению автора, весьма удачная и очень впечатляющая) принадлежит В.А. Зубакову /Зубаков, Борзенкова, 1983/. Этот исследователь показал, что "... плиоцен (интервал от 5,35 до 1,17 млн. лет) включает 20 глобальных палеоклиматических фаз – суперклиматов – длительностью от 100 до 300 тыс. лет. Их можно сгруппировать в четыре более крупных естественных этапа – гиперклимата ... длительностью 0,9–1,2 млн. лет, каждый из которых состоит из пяти суперклиматов." В интервале

от 1,17 до 0,00 млн. лет суперклиматов больше 25, они объединены в 6 гиперклиматов.

Автором вопросы цикличности осадконакопления были уже освещены /1980/. Эта же проблема в более широком плане рассмотрена при разработке теории и основных проблем палеопедологии /Веклич и др., 1979/ и палеогеографических основ стратиграфии /Веклич, 1982/. Эти общие и другие вопросы теперь активно разрабатываются многими исследователями /Геоцикличность, 1976; Трофимук, Кародин, 1975; Кародин, 1980; и др./.

Цикличность представляет собой также одну из основ "Региональной стратиграфической схемы плиоценовых и четвертичных отложений Украины", утвержденной 3.02.1981 г. Межведомственным стратиграфическим комитетом СССР (по плиоцену – условно). Схема разработана отделом палеогеографии Отделения географий АН УССР и антропогенной секцией Украинской региональной стратиграфической комиссии. Для обоснования стратиграфической схемы комплексно изучено более 80 опорных и (менее детально) свыше 2 тыс. других разрезов четвертичных и плиоценовых отложений, выполнены многие тысячи различных лабораторных анализов. Схема имеет общую (подразделения общей шкалы, региональные подразделения – горизонты, палеомагнитная шкала, основные комплексы млекопитающих) и региональную части. В последней приведены характеристики горизонтов, подгоризонтов, некоторых уровней и подуровней по основным регионам УССР – Украинским Карпатам, Украинскому Полесью, лессовым районам областей максимальных оледенений, северным и южным районам внеледниковой зоны Украины; общий литологический состав, почвы, фауна моллюсков и позвоночных, споры и пыльца, радиометрические, палеомагнитные и некоторые другие данные, а также мощности каждого горизонта всех основных групп фаций плиоцена и плейстоцена территории УССР – субэаральных (лессы, почвы и др.), субаквальных континентальных (в основном аллювиальные и озерно-аллювиальные), ледниковые и водно-ледниковые, а также морских, озерно-морских. Кроме того, в схеме дается корреляция четвертичных отложений УССР и БССР и плиоценовых отложений УССР и Прикаспия.

Научной базой "Региональной стратиграфической схемы плиоценовых и четвертичных отложений Украины" является схема палеогеографических этапов позднего кайнозоя, разработанная автором (см. таблицу). Она отражает чередование относительно крупных теплых и холодных (плейстоценовых), умеренно-холодных (плиоценовых) этапов.

Относительно крупных ритмов (циклов), каждый из которых состоял из двух фаз (ортоэтапов), в плиоцене было 10 (евпаторийский умеренно холодный и ингулецкий теплый ортоэтапы, соответственно одесский и знаменский, бельбекский и иванковский, салгирский и любимовский раннеплиоценовые; оскольский и севастопольский, айдарский и ярковский, кизыльярский и богдановский среднеплиоценовые; сиверский и береговский, березанский и крыжановский, иличевский и ширококинский позднеплиоценовые), а в четвертичном перио-

Палеогеографические этапы и детальная стратиграфическая схема позднего (верхнего) кайнозоя южной половины европейской части СССР /Веклич, 1982/

Период		Палеозоноортоэтапы (стратиграфические горизонты)		Длительность этапов, тыс. лет	
		Название	Индекс		
Антропоген, или четвертичный	Поздний (верхний)	Голоценовый	hl	10	
		Причерноморский	pc	12	
		Дофиновский	df	8	
		Бугский	bg	20	
		Витачевский	vt	10	
		Удайский	ud	10	
	Средний	Прилукский	pl	30	
		Тясминский	ts	15	
		Кайдакский	kd	60	
Днепровский		dn	75		
Ранний (нижний)	Завадовский	zv	120		
	Тилигульский	tl	100		
	Лубенский	lb	180		
	Сульский	sl	50		
	Мартоношский	mr	220		
	Приазовский	pr	80		
Неоген	Плиоцен	Поздний (верхний)	Широкинский	sh	290
			Ильичевский	il	110
			Крыжановский	kr	210
			Березанский	br	290
			Береговский	bv	530
			Сиверский	sv	210
		Средний	Богдановский	bd	180
			Кизыльярский	kz	90
			Ярковский	jr	200
	Айдарский		aj	210	
	Севастопольский		st	470	
	Оскольский		os	200	
	Ранний (нижний)	Любимовский	lm	150	
		Салгирский	sg	100	
		Иванковский	iv	410	
Бельбекский		bl	-		
Знаменский		zn	-		
Одесский		od	-		
Ингулецкий	in	-			
Евпаторийский	ep	-			
Миоцен					

де – 8 (приазовский холодный и мартоношский теплый ортоэтапы, соответственно сульский и лубенский, тилигульский и завадовский раннечетвертичные; днепровский и кайдакский, тясминский и прилукский среднечетвертичные; удайский и витачевский, бугский и дофиновский, причерноморский и голоценовый позднечетвертичные). Отражением ортоэтапов в разрезе верхнего кайнозоя Украины являются стратиграфические горизонты, имеющие те же названия. Выделение этапов и горизонтов обосновано ритмичностью (циклическостью) осадкообразования, а также чередованием во времени соответствующих этапов развития древнего рельефа, гидросферы, климата, флоры и растительности, фауны, почвообразования, палеоландшафтов.

Иерархия и характер циклов позднего кайнозоя. Иерархия циклов (ритмов) и их подразделений для последних примерно 5,5 млн. лет автором уже исследована /Методика . . ., 1979; Веклич, 1980, 1982/. Суть ее, с некоторыми дополнениями, такова. Выделяются ритмы (циклы) семи порядков. Ритмов I порядка (для позднего кайнозоя) четыре: три полных плиоценовых длительностью 1650 (ранний), 1350 (средний), 1640 тыс. лет (поздний) – они отвечают подэпохам и один незавершенный длительностью 1 млн. лет, соответствующий всему четвертичному периоду. Каждый плиоценовый цикл I порядка состоит из трех циклов: II и III порядки (поздний); II, III и IV (средний); II и IV (ранний цикл I порядка). Длительность плиоценовых циклов II порядка – от 670 до 740–800 (?) тыс. лет, III – от 410 до 500, IV – от 250 до 270 тыс. лет.

В плейстоцене циклов II порядка два – раннеплейстоценовый (750 тыс. лет) и средне–позднеплейстоценовый незавершенный (250 тыс. лет). Они состоят из циклов IV и V порядков (без циклов III), длительность которых соответственно 180–300 и 70 тыс. лет.

Плиоценовые циклы II (сиверско–береговский, оскольско–севастопольский, бельбекско–иванковский, новороссийский?), III (айдарско–ярковский, березанско–крыжановский, ильичевско–широкинский) и IV порядков (любимовско–салгирский, кизыльярско–богдановский) состоят из двух палеогеографических этапов. Следовательно, отвечающие им стратиграфические горизонты сформированы в фазы циклов различного по длительности ранга, хотя принято, что по стратиграфическому рангу они одинаковы, т.е. все являются горизонтами. Известно, что и в других частях стратисферы стратиграфически одноранговые подразделения могут сильно различаться по длительности (времени) их образования (к примеру, кембрийская система – 70, неогеновая – 25 млн. лет, т.е. почти в три раза короче кембрия). Нужно также иметь в виду, что возраст (время формирования) плиоценовых стратиграфических горизонтов определен еще не точно.

Все раннеплейстоценовые циклы длительностью меньше 750 тыс. лет (приазовско–мартоношский, сульско–лубенский и тилигульско–завадовский) относятся к IV порядку. Каждому из палеогеографических этапов, попарно составляющих указанные циклы, соответствует самостоятельный стратиграфический горизонт. Длительность этих циклов от 220 до 300, средняя – 250 тыс. лет, длительность холодных этапов – 50–100, теплых – 100–220 тыс. лет.

В среднем – позднем плейстоцене с голоценом, длительность которого всего примерно 250 тыс. лет, палеогеографических этапов и стратиграфических горизонтов – десять, циклов – пять. Средняя длительность циклов – 50, палеогеографических этапов – 25 тыс. лет, но колебания при этом очень большие: продолжительность днепровско–кайдакского цикла примерно 135 тыс. лет (а этапов, из которых он состоит, соответственно 75 и 60 тыс. лет), тясминско–прилуцкого 45 (15 и 30), удайско–витачевского – 20 (10 и 10), бугско–дофиновского – 28 (20 и 8), причерноморско–голоценового – 20 (12 и 8) тыс. лет. Есть также несколько иные определения длительности этапов, но они не меняют общей картины: последние восемь этапов очень короткие, сравнительно с предыдущими. Поэтому автором в 1978 г. предложено эти короткие этапы объединить в две более крупные фазы – таромскую теплую (таромское стратиграфическое подразделение в составе кайдакского, тясминского, прилуцкого горизонтов с длительностью формирования примерно 105 тыс. лет) и антскую (удайский, витачевский, бугский, дофиновский, причерноморский этапы и стратиграфические горизонты – 60 тыс. лет), оставив голоцен (10 тыс. лет) в качестве начала теплой фазы будущего сложного более крупного палеогеографического этапа.

Многие плейстоценовые стратиграфические горизонты “Региональной стратиграфической схемы плиоценовых и четвертичных отложений Украины” в свою очередь расчленяются на подразделения более низких рангов: подгоризонты, уровни и подуровни (они отвечают региогиопэтапам, стадиям и подстадиям соответственно).

В стратиграфическом плане это части циклов более низкого ранга. Так, бугский горизонт в субаэральных фациях сверху сложен однородным лессом – это верхнебугский подгоризонт ( $bg_2$ ); нижняя часть данного горизонта – нижнебугский подгоризонт ( $bg_1$ ) – представлена более тяжелым лессом с эмбриональными ископаемыми почвами (почв чаще три). То же нередко наблюдается и в днепровском горизонте. Более сложная картина в плейстоценовых стратиграфических горизонтах теплых фаз, особенно четко прослеживаемая в субаэральных (почвенных) фациях. Уже накапливаются сравнительно многочисленные данные о том, что почвенные фации большинства плейстоценовых стратиграфических горизонтов теплых фаз представляют собой чередование хорошо либо относительно хорошо развитых почв и часто выпадающих из разрезов весьма маломощных прослоев лессов. Например, в дофиновском горизонте таких циклов три (автор считал их фазы подуровнями, соответственно подстадиям; не исключено, однако, что в действительности это стадии):  $df_{b1}$  – черноземовидная почва,  $df_{b1-2}$  (так обозначаются подуровни и подстадии) – прослой лесса, местами с линзами вулканического пепла,  $df_{b2}$  – черноземовидная почва,  $df_{b2-\bar{c}}$  – лессовый прослой. Обозначение уровней, стадий:  $df_a$  – начальная,  $df_b$  – клима-

тический оптимум,  $df_C$  – заключительная. Слаборазвитая бурая почва в витачевском горизонте:  $vt_{b1}$  – бурая почва,  $vt_{b1-2}$  – лессовый прослой,  $vt_{b2}^b$  – бурая почва,  $vt_{b2-3}$  – лессовый прослой,  $vt_{b3}$  – буроземовидный чернозем. Переслаивание ископаемых почв лессами характерно для прилукского, кайдакского, завадовского, лубенского, мартоношского горизонтов плейстоцена (хорошо развитых почв в каждом горизонте две или три, лессовых прослоев один или два). Однако лессовые прослои на территории Украины и Молдавии в этих горизонтах, исключая завадовский, встречаются редко, они более часты, по наблюдениям автора, в областях более мощного лессонакопления – на Приобском плато, в Таджикской депрессии, в предгорьях Тянь-Шаня и др.

Плиоценовые почвенные свиты обычно построены более сложно, чем плейстоценовые, в них наблюдается до 3–8 лессово-почвенных пар. Горизонты плиоценовых почвенных пород (местами лессовидных глин) также имеют более сложное строение, особенно бельбекский, оскольский, айдарский, кизыльярский, сиверский: в них наблюдается от 3 до 11 и больше почв, переслоенных лессовидными и другими глинами. Однако для выводов о региональном (тем более о поясном и глобальном) масштабе этих плиоценовых циклов данных еще немного.

В субаквальных отложениях четвертичной лессовой и плиоценовой красно-буроцветной формации также, весьма четко выражено чередование слоев и толщ как следствие цикличности осадконакопления. Каждая пара стратиграфических горизонтов (см. таблицу) – тепло-го и последующего холодного (в плиоцене – умеренно-холодного) этапов – образует субаквальную толщу определенной речной террасы. Поэтому в речных долинах Украины и Молдавии послераннепонтических надпойменных террас 16; на каждой более древней террасе к субаэральному покрову добавляется 2 стратиграфических горизонта – почвенный (нижний, залегающий непосредственно выше аллювия) и покрывающий его лессовый (на плиоценовых террасах – лессовидных и других субаэральных глин). Это является одним из очень важных показателей возраста речных террас. Указанная закономерность строения и возраста террас послужила одним из оснований для выделения перечисленных в таблице подразделений в качестве стратиграфических горизонтов; более мелкие подразделения – подгоризонты, уровни и подуровни – в аллювиальных фациях не образуют попарно субаквальных толщ террас. Но уже известны исключения. По Днепру в районе Киева, например, закартированы два уровня I надпойменной (дофиновско-причерноморской) террасы: нижний сложен в нижних слоях аллювием, по-видимому, среднепричерноморского, в верхних – верхнепричерноморского подгоризонтов, а верхний – дофиновским (внизу) и нижнепричерноморским (вверху) аллювием.

Причины цикличности плиоценового и четвертичного осадконакопления. Для хронов, мета-, орто-, гипо- и наноэтапов в общем виде теперь они установлены вполне определенно: ими являются глобальные (для гипо- и наноэтапов, может быть, поясные) измене-

ния палеоклимата. Доказательств цикличности позднекайнозойского палеоклимата имеется уже весьма много как по всем материкам, так и по Мировому океану. Много их и по позднему кайнозой территории Украины. Это как бы повторение близких, но не тождественных фаций в разрезах; чередование свит ископаемых почв различных типов, сформированных в теплые этапы, и горизонтов лессов, лессовидных отложений – показателей холодного перигляциального климата; горизонтов с мерзлотными деформациями и без них; четкие лестницы надпойменных террас в долинах рек, текущих по территориям, которые в позднем кайнозое испытывали тектонические поднятия, возможно, также ритмичные, совпадающие с изменениями палеоклимата; чередование в разрезах (и во времени) фаун наземных и пресноводных моллюсков, позвоночных, флор и растительности – в одних горизонтах перигляциальных, а в других – умеренных (в среднем и позднем плейстоцене), близких к субтропическим (в раннем плейстоцене) и субтропическим (в плиоцене).

### Литература

- Веклич М.Ф. Подходы к выделению и классификации ритмов субэральных толщ. – В кн.: Цикличность формирования субэральных пород. Новосибирск: Наука, 1980, с. 43–64.
- Веклич М.Ф. Палеоэтапность и стратотипы почвенных формаций верхнего кайнозоя. – Киев: Наукова думка, 1982. – 208 с.
- Геоцикличность. – Новосибирск: Наука, 1976. – 124 с.
- Зубаков В.А., Борзенкова И.И. Палеоклиматы позднего кайнозоя. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 216 с.
- Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. – М.: Недра, 1980. – 243 с.
- Методика палеопедологических исследований/ Веклич М.Ф., Матвишина Ж.Н., Медведев В.В. и др. – Киев: Наукова думка, 1979. – 272 с.
- Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Теоретические и прикладные вопросы цикличности. – В кн.: Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих полезных ископаемых. Новосибирск, 1975, с. 3–5.

УДК 551.7(477)

А.А. Величко, Т.Д. Морозова,  
В.П. Ударцев, А.К. Маркова

### ПРОБЛЕМЫ ЦИКЛИЧНОСТИ И СТРАТИГРАФИИ ЛЕССОВО-ПОЧВЕННЫХ СЕРИЙ ПЛЕЙСТОЦЕНА РУССКОЙ РАВНИНЫ

Тянущиеся на многие десятки, а то и сотни километров лессовые обрывы – горизонты ископаемых почв, – имеют огромное значение для палеогеографии и стратиграфии, инженерной геологии. Не-

случайно проблемы палеогеографии лессово-почвенных областей, генезиса лессов занимают значительное место в научном творчестве В.А. Обручева, Л.С. Берга, В.В. Докучаева, а позднее И.П. Герасимова, К.К. Маркова, Н.И. Кригера и др., а хроностратиграфические схемы и построения, полученные Н.И. Крокосом, А.И. Набоких, П.К. Заморием, В.Г. Бондарчуком, А.И. Москвитиним и др., заложили основы современных представлений о возрасте и стратиграфии лессового-почвенной формации Восточно-Европейской равнины.

Тем не менее мы вынуждены констатировать серьезные разногласия в трактовке возраста горизонтов лессов и ископаемых почв и их палеогеографического содержания. Главной причиной этого являются различия в подходах к использованию методов исследования палеогеографии и хроностратиграфии лессово-почвенных серий.

Методологическая база наших исследований постоянно изменяется. Если в конце XIX – в первую половину XX столетия схемы строения лессов базировались в основном на геоморфологическом методе (связь с террасами) и на методах фациальной сопряженности с горизонтами других генетических типов (например, морены) и в меньшей степени на палеонтологическом и археологическом, то во вторую половину XX в. появилась возможность включить методы абсолютного датирования, значительно расширился спектр палеонтологических методов, стал на научно обоснованную платформу палеопедологический метод. Однако до сих пор вместо комплекса существующих методов, применяемых для хроностратиграфии лессово-почвенных толщ, иногда отдается предпочтение каким-то отдельным методам и приписываются им возможности хроностратиграфии, которыми они не обладают.

Так случилось, к сожалению, с палеопедологическим методом. Об этом особенно приходится сожалеть потому, что разработка научных основ данного метода, заложенных К.Д. Глинкой, В.В. Докучаевым и развитых И.П. Герасимовым, М.А. Глазовской и их учениками, ознаменовала начало нового этапа в познании истории развития плейстоцена лессовых областей. Использование палеопедологического метода как автономного (хроностратиграфического) чревато серьезными ошибками не только в хроностратиграфических, но и общих палеогеографических построениях и, по существу, ведет к дискриминации самого метода.

Действительно, специфика диагностических морфотипических признаков разных горизонтов ископаемых почв позволяет в отдельных регионах проводить их корреляцию. Иногда, например для позднего плейстоцена перигляциальных областей, возможно и датирование горизонтов, но с условием соблюдения необходимых ограничений и в сочетании с другими методами. Сам по себе палеопедологический метод, особенно во внеледниковых областях, не может обеспечить достоверность определения геологического возраста. Это объясняется спецификой фациальных особенностей структуры почвенных покровов и сменой в пространстве разновозрастных типов почв и структур почвенного покрова, связанных с закономерностями зональных и провинциальных ландшафтных систем того времени, которое необхо-

Методы	Плейстоцен			Эоплейстоцен
	верхний	средний	нижний	
$C^{14}$	—			
Термаллюминесцентный	—	—	—	—
Палеомагнитный	—	—	—	—
Палеопедагогический	—	—	—	—
Макротериологический	—	—	—	—
Микротериологический	—	—	—	—
Палеоботанический	—	—	—	—
Палеокриологический	—	—	—	—
Фациально-стратиграфический	—	—	—	—
Геоморфологический	—	—	—	—

Рис. 1. Методы хронологического расчленения лессово-почвенных серий и их значимость.

димо познать. При стратиграфическом расчленении почвенно-лессовых отложений нужно использовать комплекс методов определения геологического возраста отложений.

Методы абсолютной и относительной геохронологии имеют различные пределы точности и разрешающую способность и поэтому в отдельности могут быть использованы лишь на разных отрезках хронологической шкалы плейстоцена

(рис. 1). В позднем плейстоцене наиболее широко применяется радиоуглеродный метод определения возраста почв по препаратам гумусовых веществ, применение которого ограничено 45–50 тыс. лет назад. Для нижнеплейстоценовых отложений глобальным репером определения геологического возраста служит палеомагнитный метод. Палеомагнитная инверсия Брюнес–Матуяма, возраст которой оценивается в 700–730 тыс. лет, обеспечивает контроль над возрастом нижнеплейстоценовых ископаемых почв.

Надежный контроль геологического возраста осуществляет комплекс биостратиграфических методов. Применение этих методов особенно эффективно, когда палеонтологические остатки непосредственно связаны с датировемыми горизонтами. В этом отношении наиболее результативным оказался микротериологический метод, позволивший непосредственно датировать отдельные горизонты. Можно судить о геологическом возрасте горизонтов лессов и почв и по их соотношению с другими стратиграфическими горизонтами, находящимися с ними в фациальном сопряжении. Для этих целей используются горизонты морен там, где их возраст не может вызывать сомнения, аллювиальные и лиманно-морские отложения, датированные террасовые уровни и т.д. Для Русской равнины такими общими стратиграфическими реперами могут служить разновозрастные морены донского и днепровского языков, а также четвертичные лиманно-морские серии Понто-Каспия. Но к такому фациально-стратиграфическому методу датирования надо относиться с большой осторожностью. Пересмотр возраста морены донского языка, "перекочевавшей" из среднего плейстоцена в нижний, показывает, что такой фациально-стратиграфический корреляционный метод может рассматриваться лишь как вспомогательный. Его желательно применять в сочетании с данными других методов, а опираться на него лишь тогда, когда результаты других методов отсутствуют /Возраст и распространение..., 1980/.

Совсем неприемлемым является "метод" назначения возраста горизонтов лессов и почв исходя из существующих схем количества

оледенений, межледниковий и их возрастов. Такой "метод" можно назвать "табличным". Использование его делает лессово-почвенную схему формальной, выхоленной и несостоятельной в случае важных перестроек хроностратиграфических схем ледниковых областей, что и произошло в последние годы. Критерии датирования необходимо искать в самой лессово-почвенной серии, так как в ее горизонтах наиболее полно и выдержанно отражены многие сложные события внутриконтинентальных областей, вносящие существенные коррективы в хроностратиграфические схемы других областей, в том числе ледниковых.

Уже около трех десятилетий коллектив отдела палеогеографии Института географии АН СССР совместно с коллегами из других учреждений проводит систематическое изучение лессово-почвенных отложений Русской равнины, последовательно осуществляя работы в бассейне Днепра, на Среднерусской возвышенности, Окско-Донской равнине, в Приазовье и на Вольно-Подольской возвышенности. При применении в исследованиях новых методов абсолютного и относительного датирования детализировались, а иногда и перестраивались наши представления о возрасте отдельных горизонтов лессов и ископаемых почв. Такой процесс исследования представляется закономерным и естественным. Было бы странным, если бы, несмотря на все новые и новые работы, хроностратиграфическая схема оставалась в изначальном застывшем виде.

Остановимся кратко на имеющейся сумме результатов расчленения лессово-почвенной формации плейстоцена Русской равнины (рис.2).

В самом общем виде лессовая область Русской равнины разделена на северную, среднюю и южную. В северной наиболее полно представлены позднплейстоценовые серии; в средней - средне- и нижнплейстоценовые, а в южной - средне-, ниже- и эоплейстоценовые (позднплейстоценовые здесь обычно сокращены).

Позднплейстоценовая лессово-почвенная серия. В основании позднплейстоценовой лессовой серии залегает мощный полигенетический почвенный комплекс - мезинский. Его формирование происходило в две стадии: во время микулинского межледниковья и крутицкого интерстадиала (бреруп, амерсфорт) валдайской ледниковой эпохи. Эти эпохи разделены периодом похолодания, во время которого накопился лессовый материал (внутримезинский лесс) небольшой мощности (0,5-1 м). По набору генетических типов почв микулинское межледниковье было близким к голоцену. На большей части Русской равнины микулинские почвы представлены лесными, которые в пределах древней лесостепи сменялись сложной комбинацией почв черноземного и лугово-черноземного почвообразования. Только в самых южных разрезах встречены почвы черноземного ряда /Морозова, 1981/. В крутицкую фазу почвообразования резко преобладали почвы черноземно-дернового генезиса. В кротовинах из почв обнаружена лесостепная фауна мелких млекопитающих (разрез Гадяч).

Мезинский почвенный комплекс перекрыт горизонтом валдайского лесса I (хотылевского), послужившего материнской породой для почв брянского времени. Брянский интервал рассматривается автором

Голоцен		Голоценовая почва		Голоценовая фауна			
Верхний	Валдайское оледенение	Алтыновский лесс		Лучки: <i>Lagurus lagurus</i> , <i>Microtus gręgalis</i> , <i>Arvicola terrestris</i> Хотылево: <i>Lagurus lagurus</i> , <i>Dicrostonyx guilelmi-hensli</i> Арановичи: <i>Lemmus obensis</i> , <i>Microtus gregalis</i> , <i>Allactaga jacutus</i> Троица: <i>Dicrostonyx guilelmi-henseli</i> , <i>Lemmus obensis</i> , <i>M. gregalis</i> Гадач: <i>Lagurus aff. lagurus</i> , <i>M. gregalis</i> , <i>M. aff. agrestis</i>	Верхнепалеолитическая		
		Трубчевская почва					
		Деснинский лесс					
		Брянская почва					
		Хотылевский лесс					
		Мезинский Л.П.К.				Крутицкая почва	
	Микулинское межледниковье	Севский лесс					
		Салынская почва					
	Днепровское оледенение	Железногорский Л.П.К.	Мерцаловский лесс			Алпатьево: <i>D. ex. gr. simplicior</i> , <i>L. sibiricus</i> , <i>L. aff. lagurus</i> , <i>M. oeconomus</i>	Хазарская
			Курская почва				
Цнинский лесс							
Потепление	Роменская почва		Прилуки, Рассказово: <i>Lagurus transiens</i> , <i>L. lagurus</i> , <i>Microtus gregalis</i>	Средний			
Похолодание	Орчикский лесс						
Потепление, межледниковье	Каменская почва						
Похолодание, оледенение	Борисоглебский лесс						
Голоцен		Голоценовая почва			Голоценовая фауна	Средний	
М						Средний	
О						Средний	
Ц						Средний	
Е						Средний	
Н						Средний	
т					Средний		



ми как потепление интерстадиального характера. Его возрастные пределы 24–32 тыс. лет назад установлены радиоуглеродным методом. В это время формировались почвы преимущественно мерзлотно-глеявого генезиса. Хронологическая общность почв устанавливается и по строению криогенных деформаций владимирского криогенного горизонта (мелкие структурные клиновидные деформации типа пятен-медальонов в центральных районах Русской равнины и аструктурные деформации в западных).

В брянской почве у с. Араповичи обнаружена тундростепная фауна грызунов с остатками *Dicrostonyx gulielmi-henseli* и флора с *Betula nana*, *Sellaginella sellaginoides* /Путеводитель ..., 1982; Маркова, 1982/.

Брянская ископаемая почва перекрыта горизонтом валдайского лесса II (деснинского), который является самым мощным среди всех позднплейстоценовых лессовых горизонтов (3–4 м). Горизонт этого лесса отделяется от горизонта лесс III (алтыновского) трубчевской ископаемой почвой (уровень оглеения) – радиоуглеродный возраст этого уровня около 17 тыс. лет.

Заключительные этапы валдайской ледниковой эпохи отмечены новым криогенным этапом, во время которого сформировался ярославский криогенный горизонт /Величко, 1973/.

Лесс III послужил материнской породой для голоценовых почв, включая наиболее выраженную тимоновскую, среднеголоценовую.

Средний и нижний плейстоцен. Самым молодым стратиграфическим горизонтом сложной серии средне- и нижнелейстоценовых отложений является горизонт днепровского лесса. Его геологический возраст достаточно надежно определяется благодаря фациальным соотношениям с днепровскими ледниковыми отложениями, которые можно наблюдать в серии разрезов бассейна Днепра (Пушкари, Араповичи, Мезин, Прилуки) и Оки (Гололобово, Алпатьево). Положение днепровского лесса (как и морены днепровского языка) в разрезах уточняется мезинским почвенным комплексом, залегающим сверху, и I доднепровской (роменской) почвой снизу. Для водно-ледниковых отложений, встречающихся в основании днепровского лесса в разрезе у с. Алпатьево на Оке, была получена фауна, отражающая холодные ледниковые условия. По видимому составу и морфологии остатков копытных леммингов она близка к лемминговой фауне, обнаруженной в разрезе Кипиево I и также относимой к днепровскому времени /Агаджанян, Исайчев, 1976/.

На севере Западной Украины, Среднерусской возвышенности, Окско-Донской равнине днепровские лессы достигают максимальной мощности от 6 до 12 м. К югу и юго-востоку их мощность постепенно уменьшается до 2–4 м. Внутри днепровского лесса можно выделить один или два (?) слабо развитых уровня почвообразования интерстадиального характера, а также два уровня криогенеза. Первая доднепровская ископаемая почва (роменская) встречается преимущественно в лессовых отложениях центральной и южной половины Русской равнины (разрезы Игоревка, Ромны, Орчик, Ханделевка, Платово, Стрелица, Тамбов, Посевкино, Клепки и др.). Эта почва,

по-видимому, относится к группе коричневых, характеризуется оглиниванием, значительной выветрелостью минеральной массы, наличием иллювиально-карбонатных горизонтов.

В кротовинах роменской почвы в разрезе Прилуки была обнаружена степная микроттеривая фауна. По процентному соотношению остатков пеструшек *Lagurus transiens* и *Lagurus lagurus* (последние доминируют) фауна этого местонахождения может быть сопоставлена с казарской фауной Черного Яра /Маркова, 1982/. Почвы в разрезах сближены с более древним почвенным горизонтом, так что разделяющий их горизонт лесса (орчичский – I доднепровский) в значительной мере переработан процессами почвообразования.

В более ранних схемах, предложенных авторами, в качестве II доднепровского почвенного горизонта рассматривалось сложное полигенетическое почвенное образование (сенжарский почвенный комплекс). В частности, эти представления базировались на строении данного почвенного комплекса в разрезах Приазовья (Мелекино, Платово, Бердянск и др.). Дальнейшие исследования позволили детализировать время формирования этой сложной полигенетической почвы и дифференцировать ее на два самостоятельных разновозрастных почвенных горизонта, тем более что в бассейне среднего Днепра и Дона она в ряде разрезов отделяется от нижележащей красноцветной фазы горизонтом лесса. Верхняя темноцветная почва, получившая название каменской, – один из наиболее четких маркирующих горизонтов среднеплейстоценовых лессовых серий Русской равнины. По своему типу почвы относятся к черноземновидным оглиненным прерийным иллювиально-карбонатным. Местами их профили включают текстурный иллювиально-глинистый горизонт с хорошо выраженными признаками лессиважа.

Ниже каменского горизонта залегает горизонт лесса (борисоглебский), перекрывающий мощную почвенную толщу – воронский комплекс. Он имеет в ряде разрезов буро- и красноцветный облик и подразделяется на два самостоятельных уровня. Почвы воронского комплекса прослежены в бассейне Днепра, Северского Донца, Дона (Орчигова – Чернетчина, Ниж. Астрахань, Стрелица и др.). Нередко эти два уровня образуют единую почвенную толщу, часто имеющую в основании темноокрашенный горизонт. По пониженным элементам рельефа они замещаются темноцветными гидроморфными почвами. Воронский почвенный комплекс в бассейне Дона ложится на горизонт донской морены.

По сумме данных палеонтологических находок, играющих ведущую роль при интерпретации полученных результатов, а также по положению рассматриваемой серии между горизонтами днепровской и донской морен можно подойти к оценке возраста сложного и малоизученного в природном отношении отрезка плейстоценовой истории между этапами днепровского и донского оледенений. В ряде разрезов (Бол. Камышеваха, Перевоз, Посевкино) в нижней из этой серии почв, в том числе и в развитой непосредственно на донской морене, были обнаружены позднеэтираспольские теплые фауны мелких млеко-

питающих, характеризующихся присутствием остатков последних представителей рода *Mimomys* – *M. intermedius*, пеструшек вида *Lagurus transiens*, многообразием полевок рода *Microtus*. Все эти остатки принадлежат преимущественно степным видам. Холодолюбивые виды не обнаружены, лесные – встречены в очень незначительном количестве.

Самым молодым палеонтологическим репером рассматриваемой серии являются находки хазарской фауны из кротовин роменской почвы в разрезах Прилуки и Рассказово. Срединным репером являются находки сингильской фауны. К сожалению, они не связаны непосредственно с горизонтами почв. В разрезах Гуньки, Чигирин, Верх. Еманча они обнаружены в аллювии. Как известно, сингильская фауна существовала в период лихвинского межледниковья, о чем говорят совместные находки костных остатков и спорово-пыльцевых комплексов лихвинского облика в разрезах Гуньки (Губонина, 1980; Маркова, 1982/ и Лихвин. Сингильские фауны (в отличие от более древних тираспольских фаун) не содержат остатки древних корнезубых полевок рода *Mimomys*, древние формы пеструшек рода *Prolagurus*. Сингильским фаунам присущ расцвет *Microtus*, пеструшки представлены родом *Lagurus* (виды *L. transiens* и *L. lagurus*.) В этих фаунах отмечается первое появление древних водяных полевок *Arvicola mosbachensis*, которых в хазарских фаунах сменяют более прогрессивные *A. chosaricus*.

Исходя из геологических данных, можно предположить, что лихвинскому межледниковью отвечает верхняя из бурозветных почв воронского комплекса, хотя вопрос о возрасте каменского почвенного комплекса остается открытым. Более древняя фаза комплекса, лежащая на донской морене, в кротовинах которой содержатся остатки мелких млекопитающих поздне-тираспольского возраста, параллелизуется с мучкапским межледниковьем. Вместе с тем, имея в виду сближенное положение почв в разрезе, можно поставить вопрос о существовании одного сложного в природном отношении межледниковья с несколькими фазами усиления почвообразования.

Таким образом, исходя из строения лессов и ископаемых почв в интервале между донским и днепровским оледенениями, выделяется не менее трех самостоятельных теплых эпох межледникового характера, разделенных холодными эпохами лессонакопления.

Как уже отмечалось выше, возраст морены донского ледникового языка по фауне мелких млекопитающих датируется ранним плейстоценом. Во внеледниковой зоне донской морене соответствует горизонт лесса, выделенный авторами как донецкий. Донецкий лесс наибольшей мощности (до 10 м) достигает в приазовских разрезах Мелекино, Маргаритовка, Подлютки и др. В этих разрезах внутри лесса выделяются два слабых бурых уровня почвообразования, вероятно, интерстадиального характера.

Ниже донской морены, еще в объеме плейстоцена, выделяется новопокровская лессово-почвенная серия – савальский лессово-почвенный комплекс, который в разрезах подстилается красноцветными эоплейстоценовыми образованиями. По данным изучения разрезов

Окско-Донской равнины и Приазовья в этом комплексе уверенно выделяются две ископаемые почвы – ржаксинская и балашовская и два горизонта лесса – бобровский и тростнянский. Тростнянский лесс непосредственно залегает на красноцветах эоплейстоцена. Покровные отложения этого временного интервала в отличие от вышерассмотренных изучены гораздо слабее. Ископаемые почвы – ржаксинская и балашовская – в пределах Окско-Донской равнины имеют близкое строение профилей. Они дифференцированы на два генетических горизонта: гумусово-аккумулятивный и иллювиальный. К югу, в том числе и в Приазовье, гумусовый горизонт верхней, ржаксинской, почвы приобретает буржую окраску, а горизонт *Vt* сменяется иллювиально-карбонатным горизонтом. Для балашовской почвы зональных изменений признаков пока установить не удалось. Геологический возраст савальского лессово-почвенного комплекса достаточно надежно определяется фауной мелких млекопитающих и палеомагнитной границей Брюнес-Матуяма.

В интервале между донской мореной и эоплейстоценовыми красноцветами получена целая серия разновозрастных фаун. Большинство местонахождений приурочено к аллювиальным отложениям, и о возрастном соотношении фаун с горизонтами ископаемых почв и лессов мы можем судить по косвенным данным. Так, в разрезе Мелекино в основании лиманно-морских отложений, на которых залегает балашовская почва, получена ногайская фауна грызунов. Непосредственно из кровинного горизонта этой же почвы в разрезе Новотроицкое получена фауна, по своему видовому составу несколько более древняя, чем известные эоплейстоценовые Карай-Дубины и Петропавловские. Для последних двух групп характерен расцвет рода *Prolagurus* (вид *P. pannonicus*), архаичных желтых пеструшек *Eolagurus arguropuloi*, полевок рода *Pitymys* (вид *P. hintoni*), присутствует небольшое количество остатков *Mimomys* и *Allophaiomys*. В этих фаунах отмечается первое появление рода *Microtus* (вид *M. ex. gr. oeconomys*).

В местонахождении Новотроицкое полевки рода *Microtus* отсутствуют, что позволяет говорить о его большей древности в сравнении с местонахождениями Карай-Дубина и Петропавловка. Все эти местонахождения относятся к зоне обратной намагниченности Матуяма. Эволюционно-петропавловская фауна сменяется раннетираспольской, которая в разрезе у хутора Шагин на р. Сал приурочена к отложениям, находящимся также в зоне отрицательной намагниченности. Эта фауна характеризуется уже двумя видами рода *Microtus*. В роде *Prolagurus* происходит преобразование вида *P. pannonicus* в более прогрессивный вид *P. posterius*.

Стратиграфически выше в интервале между границей эпох Брюнес-Матуяма и донской мореной известен еще целый ряд местонахождений, развитых тираспольских фаун более прогрессивного облика, чем в Шагине. Это известные разрезы Новохоперск, Клепки, Платово I, II и др. Для этих фаун характерно появление нового рода пеструшек – *Lagurus* (вид *L. transiens*). Полевки рода *Pitymys* представлены главным образом видами *P. arvaloides* и

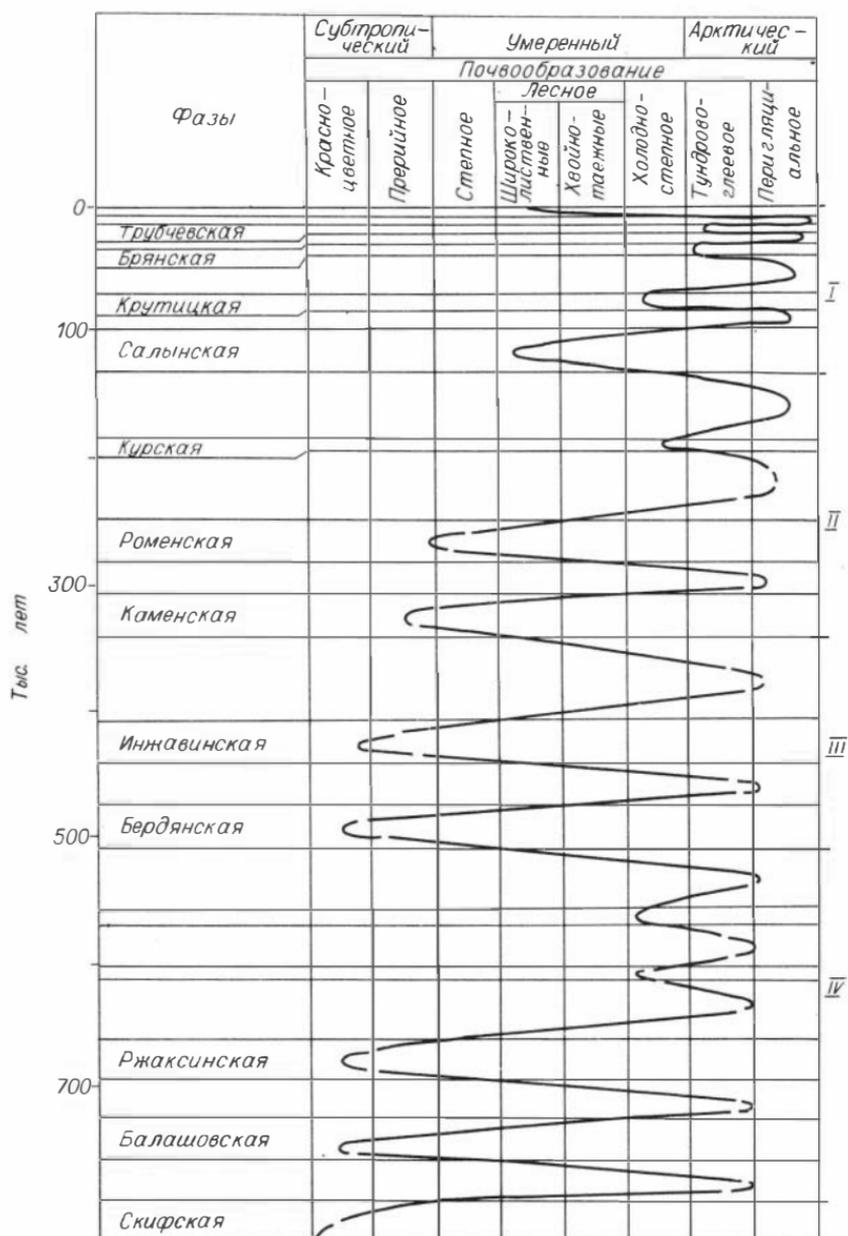


Рис. 3. Кривая цикличности природного процесса плейстоцена.  
I-IV - фазы.

*P. gregaloides*. Отмечается многообразие полевок рода *Microtus*. В лесово-почвенных разрезах переходная зона между эпохами Матуяма-Брюнес охватывает бобровский лесс. Исходя из этого, возможно, и верхняя часть бобровского лесса занимает временной

интервал, охарактеризованный тираспольскими фаунами. Таким образом, с конца эоплейстоцена, по данным строения лессово-почвенной формации Русской равнины, в объеме плейстоцена выделяются не менее шести теплых (межледниковых) циклов и семи холодных (перигляциальных).

Полученные к настоящему времени данные о хроностратиграфии лессово-почвенной формации Русской равнины отражают динамику природных изменений южной половины Русской равнины. Из рис. 3 видно, что динамика выражается определенной системой колебаний. Однако интерпретация цикличности зависит от ранжировки по природному содержанию разномасштабных колебаний. Даже в пределах позднего плейстоцена, поддающегося хронологическому измерению, наряду с достаточно длительными и теплыми колебаниями отмечается разнородная группа коротких и прохладных колебаний интерстадиального характера.

Вероятно, в целях упорядочения можно в качестве теплых колебаний первого ранга рассматривать колебания, отражающие условия в данном месте, близкие к современным, а в качестве главных холодных предлагается принимать колебания, соответствующие достаточно выраженным горизонтам лессов, внутри которых могут содержаться колебания лишь интерстадиального характера. Подобного рода колебания могут образовывать макроцикл. Структура такого макроцикла проверяется на наиболее параметризованном позднплейстоценовом макроцикле. Он начинается двояными циклами потепления (салынский и крутицкий), из которых салынский был основным (микулинское межледниковье). Далее следует холодная фаза макроцикла с колебаниями внутри второго ранга (брянский и трубчевский интерстадиалы).

Если попытаться систематизировать более древние колебания, то здесь можно обнаружить некоторое сходство со структурой позднплейстоценового цикла. Это – верхняя холодная фаза более древнего (среднплейстоценового макроцикла) с горизонтами днепровского и московского лессов и с интерстадиальными колебаниями внутри. Характерно, что ниже залегают весьма сближенные между собой горизонты роменской и каменной почв межледникового характера, т.е. отражающие теплые колебания первого ранга. Эту систему в отрезке между каменной почвой и московским лессом можно объединить во второй макроцикл плейстоцена. Верхняя часть следующего макроцикла представлена хорошо выраженным борисоглебским лессом, а его теплая фаза – сближенными и не всегда разделенными “чистым лессом” почвами воронского почвенного комплекса.

Наконец, самый ранний четвертый плейстоценовый макроцикл представлен мощным горизонтом донецкого лесса (с интерстадиальными колебаниями внутри) и двумя нижележащими почвами – ржаксинской и балашовской.

Таким образом, по приведенным выше данным в плейстоцене выявляются четыре климатических главных макроцикла.

- Агаджанян А.К., Исайчев К.И. Лемминги среднего плейстоцена в разрезе Кипиево (Коми АССР). – В кн.: Проблемы общей физической географии и палеогеографии. М.: Изд-во МГУ, 1976, с. 278–299.
- Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
- Возраст и распространение максимального оледенения Восточной Европы. – М.: Наука, 1980. – 212 с.
- Губонина З.П. Палинологическая характеристика подморенных отложений в бассейне Днепра (по данным разреза Гуньки). – В кн.: Возраст и распространение максимального оледенения Восточной Европы. М.: Наука, 1980, с. 153–168.
- Путеводитель экскурсий С-3 (к XI конгрессу ИНКВА). Опорный разрез с. Мезень. – М.: Наука, 1982. – 59 с.
- Маршова А.К. Плейстоценовые грызуны Русской равнины. – М.: Наука, 1982. – 183 с.
- Морозова Т.Д. Развитие почвенного покрова Европы в позднем плейстоцене. – М.: Наука, 1981. – 282 с.

УДК 624.131.4

В.Т. Трофимов

## ГИПОТЕЗЫ ПРОСАДОЧНОСТИ ЛЕССОВЫХ ПОРОД И ИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ

Просадочность лессовых пород – важнейшая инженерно-геологическая особенность, коренным образом отличающая их по свойствам от других типов дисперсных грунтов. Распределение величины коэффициента относительной просадочности по разрезу имеет существенно неодинаковый характер в толщах лессовых пород различного строения. В однородных, как правило, относительно маломощных толщах просадочность в большинстве случаев вниз по разрезу скачкообразно закономерно уменьшается; в разрезах же сложного строения картина распределения величины просадочности неоднородна и во многих случаях, в частности в разрезах с серией погребенных почв, имеет явно выраженный циклический характер. Это явление было вначале установлено в ряде разрезов лессовых пород Средней Азии и Украины. Исследования последующих лет показали, что циклический характер изменения просадочности лессовых пород по разрезу свойствен очень многим районам Евразии (Болгарии, Молдавии, Украины, Предкавказья, Средней Азии, Сибири). Это, с одной стороны, способствовало бурному развитию элювиальной, а затем и криозэлювиальной гипотезы формирования просадочности лессовых пород (Минервин, 1982; Минервин, Комиссарова, 1983; Сергеев,

1976; и др./, а с другой – потребовало проведения дальнейших экспериментальных работ, подтверждающих иные гипотезы ее формирования.

Следует подчеркнуть, что генезис просадочности лессовых пород – одна из кардинальных проблем генетического грунтоведения. При ее разработке необходимо не только выдвинуть определенные теоретические представления о путях формирования лессовых пород, но и доказать их реальность путем физического моделирования в лабораторных или природных условиях, а также применимость определенной точки зрения для данного региона (разреза). Особое место в этих разработках занимает вопрос о “консервации” просадочных свойств – каким путем просадочные породы элементарного объема (слоя) были захоронены и в силу каких причин эти свойства толщи лессовых пород сохраняются в течение длительного (геологического) времени. Остановимся лишь на одном из поставленных вопросов – анализе экспериментальных данных, подтверждающих существующие гипотезы формирования просадочных свойств лессовых пород, обратив наибольшее внимание на результаты лабораторного моделирования, с одной стороны, в ходе прогрессивного литогенеза, а с другой – регрессивного при резком изменении влажностного режима массива.

Совокупность гипотез о генезисе просадочности грунтов подразделяется на две группы /Трофимов, 1980/. Первая из них включает гипотезы, в которых рассматривается просадочность грунтов как сингенетическое их свойство, сформировавшееся непосредственно в ходе накопления и раннего диагенеза толщ. Гипотезы второй группы характеризуют просадочность как эпигенетическое свойство грунтов, приобретенное ими после завершения осадконакопления в ходе прогрессивного или регрессивного литогенеза.

Известно, что гипотеза о возможности формирования сингенетической просадочности лессовых грунтов была выдвинута Н.Я. Денисовым /1953/, логически обосновавшим ее применительно к условиям накопления эоловых, делювиальных и пролювиальных отложений в аридных условиях. Недоуплотненность этих образований, являющихся причиной их просадочности, формируется, по его мнению, разделяемому многими исследователями, непосредственно в ходе аккумуляции толщи вследствие разрыва во времени периода оптимального (для уплотнения) увлажнения осадка и периода существенного возрастания нагрузки от веса накопившихся позже (вышележащих) и быстро высыхающих отложений. В итоге реальное уплотнение мало-влажных грунтов под весом вышележащих образований идет существенно медленнее по сравнению с нормальным уплотнением водонасыщенного осадка, что и обуславливает сингенетическую недоуплотненность грунтов. Замачивание такого недоуплотненного грунта приводит к проявлению просадочности, сингенетической по своей природе.

Экспериментальное исследование возможности формирования просадочности лессовых грунтов таким путем проведено автором и В.С. Бондаренко /Трофимов, Бондаренко, 1983а/ применительно

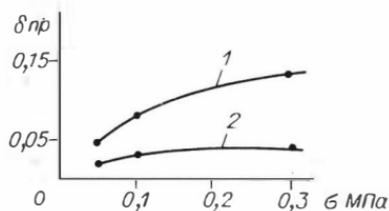


Рис. 1. Зависимость коэффициента относительной просадочности искусственно сформированных образцов от нагрузки.

1 — образец суглинка среднего и 2 — песчано-пылеватой породы.

к условиям отложения водонасыщенного осадка в субэаральных условиях (делювиальный или пролювиальный процесс). В первой серии опытов при моделировании использовался загипсованный средний лессовидный суглинок, отобранный из разреза III надпойменной террасы р. Зеравшан в 30 км ниже г. Самарканда и содержащий 1,25 % легководорастворимых солей. В процессе эксперимента естественное сложение суглинка нарушалось растиранием. Образовавшаяся масса просеивалась через сито 0,5 мм, замешивалась на дистиллированной воде до жидкотекучей консистенции, а затем помещалась слоем около 2 см на жесткую подложку (металлическую чашку диаметром 40 см и высотой 6 см) и высушивалась в течение недели на воздухе при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$  до гигроскопической влажности. На высушенный осадок наносился новый слой грунтовой пасты жидкотекучей консистенции мощностью около 2 см; эта масса вновь высушивалась на воздухе в течение недели. После этого наносился третий слой водонасыщенной грунтовой массы мощностью около 2 см, проводилось высушивание грунта, как и в двух предыдущих случаях. Затем образец прогревался в течение 2 ч до температуры  $40^{\circ}$  и вновь выдерживался на воздухе при температуре около  $20^{\circ}$  в течение 1–2 недель. В итоге сформировался структурный образец высотой 6 см, влажность которого составила 2%, плотность скелета  $1,26 \text{ г/см}^3$ , пористость 50%. Результаты компрессионных испытаний показали, что эти грунты обладают просадочными свойствами (рис. 1). Коэффициент относительной просадочности при нагрузке 0,05 МПа составил 0,044, при 0,1 МПа — 0,080 и при 0,3 МПа — 1,136.

Вторая серия опытов выполнена на образцах более легкого состава. К мелкому достаточно хорошо окатанному аллювиальному песку был добавлен растертый легкий лессовидный суглинок в количестве, которое обеспечило песчано-пылеватый состав искусственной смеси (5% частиц размером менее 0,005 мм). Из этой незасоленной бескарбонатной массы был сформирован структурированный грунт по методике, описанной выше. Его влажность после подсыхания была 1%, плотность скелета —  $1,65 \text{ г/см}^3$ , пористость — 38%. Сложение грунта в целом достаточно рыхлое, структурные мостики между песчаными зернами сложены, как показали электронно-микроскопические исследования, пылеватыми и глинистыми частицами. Этот грунт обладал просадочными свойствами (см. рис. 1): коэффициент относительной просадочности при нагрузке 0,05 МПа составил 0,019, при 0,1 МПа — 0,031 и при 0,3 МПа — 0,039.

Эти первые данные физического моделирования свидетельствуют о возможности формирования сингенетической просадочности в толщах субаэральных отложений, накапливающихся в аридных условиях. Однако она, по-видимому, образуется таким путем только в разрезах, сложенных относительно легкими по гранулометрическому составу пылеватыми породами (супесями, легкими и средними суглинками). Образцы тяжелосуглинистого состава, подготовленные по описанной методике из незасоленных карбонатных грунтов, оказались непросадочными. При высыхании каждый слой такого образца дает большую усадку, сильно растрескивается, межтрещинные блоки приобретают высокую плотность. При накоплении следующего слоя трещины заполняются осадком, и образуется уплотненный тонкопористый непросадочный пылеватый грунт. В этом плане наши данные аналогичны результатам А.В. Минервина /1979, 1980, 1982/.

Анализ гипотезы Н.Я. Денисова показал /Трофимов, 1980/, что геологически слабыми ее позициями являются: а) трудности применения при анализе просадочности сложно построенных толщ, в частности разрезов, в которых установлено циклическое изменение просадочности; б) отсутствие доказательства путей сохранения просадочных свойств лессовых пород в течение геологически длительного времени; в) трудности объяснения резкого увеличения просадочности в лессовой толще под горизонтами погребенных почв; г) сложность объяснения отмечаемого увеличения просадочности лессовых пород при одинаковой их влажности в береговых склонах по сравнению с плакорными участками; д) трудности объяснения широко встречающейся скачкообразной закономерной (нестационарной) изменчивости просадочности лессовых пород по разрезу каждого седиментационного цикла.

Среди гипотез второй группы, в которых рассматривается просадочность в качестве эпигенетического свойства лессовых пород, обособляются два самостоятельных направления. Первое из них связывает формирование просадочности с прогрессивным ходом литогенеза, в процессе которого молодая горная порода в силу тех или иных геологических причин приобретает недоуплотненное по отношению к современным действующим нагрузкам состояние. Гипотезы второго направления определяют просадочность как следствие гипергенного разуплотнения пород различного возраста и генезиса.

Первое из этих направлений наиболее ярко представляет гипотеза Н.Я. Денисова о формировании просадочности у аллювиальных пылеватых суглинистых пород вследствие изменения термо-влажностного режима и напряженного состояния после перехода их из

---

\* Следует подчеркнуть, что А.В. Минервиным /Минервин, Комиссарова, 1983/ выдвинута идея формирования сингенетической просадочности лессовых пород в процессе их сингенетического промерзания и высушивания путем сублимации льда или испарения влаги при быстрой деградации многолетней мерзлоты. Физические и геологические условия "работы" такого механизма им не сформулированы, поэтому эти предложения не обсуждаются.

разреза поймы в обстановку надпойменной террасы (в условиях аридного климата) и последующей пригрузки толщи делювиальными (или иными субаэральными) отложениями или весом возведенного сооружения. Им же предложена логическая графическая схема этого процесса, которую мы попытались воспроизвести экспериментально.

Для проведения первого опыта использовались монолитные образцы современного аллювиального суглинка скрытослоистой микрофракции, отобранные с глубины 0,5–0,8 м в пойме р. Иртыш близ г. Ханты–Мансийска. По составу это суглинок тяжелый, пылеватый (24% глинистых и 75% пылеватых частиц), сильно агрегированный, незасоленный (сухой остаток 0,07%), бескарбонатный. Естественная влажность породы 39%, степень влажности 0,76, плотность скелета 1,12 г/см<sup>3</sup>, пористость 58%. В грунте много корней, макропор субвертикального направления. Данный грунт сильносжимаемый; просадочными свойствами он не обладал.

Два монолитных образца этого грунта были вскрыты сверху (изоляционный слой снизу и по бокам оставлялся) и подсыхали на воздухе при температуре около 20°С. Через 7–10 дней из верхней части вырезались кольца грунта для определения просадочности при данной влажности при нагрузках 0,05, 0,1 и 0,3 МПа, а оставшийся монолит продолжал подсушиваться. Через такой же промежуток времени эти операции повторялись. В результате были получены данные о просадочности грунта при разных действующих нагрузках при влажности 28, 22, 11, 6 и 4%. Не рассматривая структурные изменения, наблюдавшиеся при подсыхании грунта\*, отметим, что при подсыхании высокопористый аллювиальный суглинок приобрел просадочные свойства. При нагрузке 0,05 МПа коэффициент относительной просадочности превышал 0,01 лишь при влажности 4% (степень влажности  $K_w = 0,08$ ), при 0,1 МПа – уже при влажности 22% ( $K_w = 0,47$ ), а при 0,3 МПа – при влажности 28% ( $K_w = 0,62$ ). При последующем увеличении влажности величина коэффициента относительной просадочности закономерно возрастает, и при влажности 22% и меньше при нагрузке 0,3 МПа грунт становится сильнопросадочным (рис. 2).

Аналогичная по существу серия опытов была проведена на образцах современного аллювиального легкого суглинка линзовидно-слоистой микрофракции, отобранного в пойме р. Оби близ г. Ханты–Мансийска. Естественная влажность породы 27%, плотность скелета 1,40 г/см<sup>3</sup>, пористость 48%. Подсушивание монолитного образца этой породы привело к появлению просадочных свойств, что ясно фиксировалось при нагрузках 0,1 и 0,3 МПа. При наименьшей влажности подсушенных образцов, равной 2%, величина коэффициента относительной просадочности составила при этих нагрузках 0,013 и 0,034 соответственно.

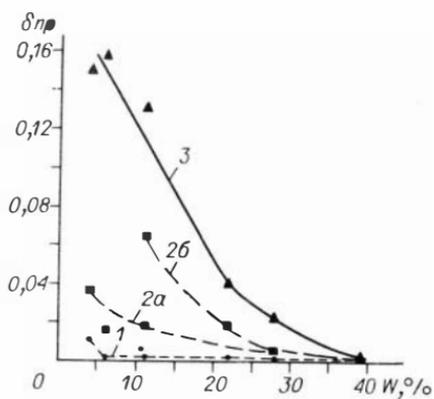
Гипотеза о формировании просадочности как эпигенетического свойства в ходе гипергенного изменения пород неодинакового состава

---

\* Кратко это сделано В.Т. Трофимовым и В.С. Бондаренко /1983а/

Рис. 2. Зависимость коэффициента относительной просадочности подсушенного современного аллювиального суглинка скрытослойной микрофашии при разных влажностях от нагрузки.

1 - при нагрузке 0,5 МПа; 2 - 0,1 МПа; 3 - 0,3 МПа. Кривые 2а и 2б получены для проб грунта, вырезанных из разных монолитов одинакового по составу грунта.



ва и генезиса в последние годы развивается в разных аспектах многими исследователями. Особенно активно разрабатывается ее "криоэлювиальное" направление. В соответствии с представлениями А.В. Минервина и Е.С. Сергеева, наиболее активно развивающих его, просадочность лессовых пород формируется лишь при воздействии криогенных процессов на выветривающиеся породы. Особенно большая роль придается сторонниками этой гипотезы разуплотнению в верхней части разреза за счет сезонного промерзания пород, циклическому изменению температур в слое годовых теплооборотов, а также сублимации льда из мерзлых толщ, что позволяет разуплотненным ранее льдыстым породам сохранить высокую пористость в условиях низкой влажности при переходе температур горных пород в область положительных значений. Экспериментальное доказательство образования просадочности таким путем получено некоторыми исследователями, в частности А.М. Ворониным /1973/ при моделировании в лабораторных условиях, А.В. Минервиным /1979, 1982; Минервин, Комиссарова, 1983; и др./ — в массивах.

С позиций этой гипотезы, учитывая полученные экспериментальные данные, можно объяснить закономерную скачкообразную (нестационарную) изменчивость просадочности лессовых пород по разрезу, увеличение ее по разрезу, близ береговых склонов и под горизонтами погребенных почв. Она позволяет переходить к анализу циклического изменения просадочности в сложно построенных толщах.

Однако и эта гипотеза имеет целый ряд недостаточно разработанных моментов и геологически слабых сторон: а) недостаточно убедительные позиции в вопросах "консервации" и сохранения просадочных свойств лессовых пород во времени; б) отведение слишком большой роли процессу сезонного промерзания — протаивания в формировании просадочности элементарного слоя; в) отсутствие доказательства возможности сублимации льда из толщ промерзавших разуплотненных пылеватых пород; г) недостаточный учет других факторов гипергенного преобразования пород (изменение влажности, агрегация пород при их подсыхании, перераспределение воднорастворимых солей и карбонатов по разрезу и др.), приводящего к формированию просадочных свойств. Кроме того, авторы этой ги-

потезы не предложили логическую, обоснованную с точки зрения физики и механики процесса графическую модель формирования просадочности в элементарном объеме (слое), а затем и толще лессовых пород.

Наряду с описанным направлением развивается и другое, связывающее формирование просадочности с разуплотняющим породы действием гипергенных процессов. В его рамках ведущая роль отводится не промерзанию толщ и сублимации льда, а разуплотнению и дегидратации толщи вследствие изменения ее термовлажностного режима в условиях отсутствия фазовых переходов воды. Полученные интересные экспериментальные данные для серии разрезов, сложенных первично-пылеватыми породами разного возраста и генезиса /Трофимов и др., 1980; Трофимов, Бондаренко, 1983а, б/, доказывают возможность этого пути формирования просадочности пород даже в условиях гумидного климата.

Подчеркнем, что изучение генезиса, скорости формирования просадочности, распределения ее величины по разрезу и простирающую толщу потребовало специального опробования толщ, залегающих непосредственно у бровок молодых склонов надоползневых уступов (с известной датой смещений последнего оползневого тела) или осыпных подмываемых береговых склонов. При опробовании каждого разреза из шурфов отбиралось большое количество монолитных образцов. Первый шурф вскрывал мощность облессованных пород и углублялся на 5 м в глубину склона от его бровки. Шурфы также закладывались на расстоянии 10, 50 и 100 м от бровки склона. Образцы-монолиты отбирались как по вертикальным, так и горизонтальным рядам. Первый горизонтальный ряд образцов был отобран с глубины около 1 м и непосредственно под современным почвенным слоем, следующие ряды – последовательно через 1 м вниз по разрезу толщи. Первый вертикальный ряд образцов отбирался непосредственно с обнаженного склона, последующие – на расстоянии 1, 3, 5, 10, 50 и 100 м.

Одним из наиболее характерных разрезов, по которому были получены интересные данные о скорости образования просадочных свойств за счет современного выветривания, является разрез Кирпичное, расположенный в пределах молодого оползневого склона напротив устья р. Иртыша (оползень произошел в 1968 г.). Гипергенному преобразованию здесь подвергается толща верхнечетвертичных (?) озерно-аллювиальных отложений, представленных в основном лессами легкосуглинистыми крупнопылеватыми (по классификации С.С. Морозова), в составе которых преобладает крупная пыль (49–70%). Содержание глинистых частиц в незасоленных, бескарбонатных породах составляет 5–15%.

Распределение значений естественной влажности и пористости весьма специфично. В прибровочной части разреза (до 10 м в глубину массива) ее величина составляет в основном 7–12%, лишь в ряде точек опробования она достигала 13–15%. По мере дальнейшего удаления от бровки склона она заметно возрастает и на расстоянии 50 м от него достигает 25–27%, что соответствует регио-

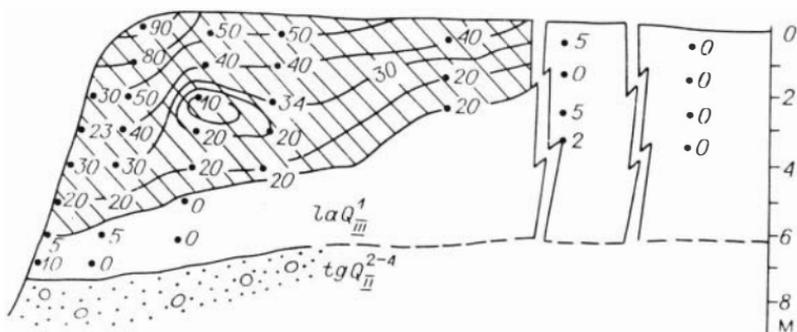


Рис. 3. Распределение значений коэффициента относительной просадочности облессованных пород ( $\delta_{\text{пр}} \cdot 10^3$ ) при нагрузке 0,3 МПа в разрезе Кирпичное (заштрихована зона с величиной  $\delta_{\text{пр}} \geq 0,01$ ).

нальному значению влажности пород этого состава в данном районе. Пористость пород высокая и закономерно уменьшается по разрезу толщи. В верхней ее части она несколько превышает 50%, а близ бровки склона достигает 55–60%. Общая картина распределения пористости по разрезу и простираению свидетельствует о значительном гипергенном разуплотнении пород в присклоновой части толщи.

Часть пород этого разреза обладает просадочными свойствами. Коэффициент относительной просадочности при бытовой нагрузке достигает 0,03–0,08, а при нагрузке 0,3 МПа – 0,05–0,9. Мощность просадочных при бытовой нагрузке облессованных пород в присклоновой части разреза 2,5 м, в глубь склона зона таких пород резко сужается и выклинивается на расстоянии 5 м от его бровки. Закономерности изменения показателей просадочности при нагрузке 0,3 МПа в целом такие же. Однако мощность просадочной зоны в присклоновой части 5–6 м, ширина же около 40 м (рис. 3), причем распределение величины коэффициента относительной просадочности тесно связано с характером распределения значений влажности и пористости.

Скорость формирования просадочных свойств пород в разрезе Кирпичное достаточно велика. Указанная просадочная зона в пределах надолзневного уступа сформировалась за 10–12 лет, после крупного оползня, и в прибровочной части надолзневного массива озерно–аллювиальные сильноувлажненные пылеватые породы невысокой дисперсности начали активно изменяться гипергенными процессами. В разрезах, сложенных более высокодисперсными грунтами, процессы облессования, в ходе которых формируется просадочность, идут более медленно и по более сложной схеме /Трофимов, Бондаренко, 1983б/. Однако эти толщи постепенно разуплотняются, и в узкой прибровочной части массива породы приобретают просадочные свойства.

Приведенные экспериментальные данные свидетельствуют о возможности формирования просадочности – наиболее характерного,

специфического и неблагоприятного в инженерно-геологическом отношении свойства – разными путями в неодинаковых физико-географических условиях. Это является свидетельством правомочности различных представлений (гипотез) о генезисе просадочности лессовых пород. Необходимы дальнейшие лабораторные и полевые экспериментальные работы с целью изучения особенностей формирования син- и эпигенетической просадочности в грунтах разного гранулометрического и химико-минерального состава при неодинаковых условиях изменения термовлажностного режима. Особое внимание должно быть обращено на геологическое и физическое объяснение консервации просадочных свойств лессовых пород и сохранение их в течение геологически долгого времени.

### Литература

- Воронин А.М. Роль сезонного промерзания в возникновении просадочности у лессовых пород. Автореф. канд. дис. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 24 с.
- Денисов Н.Я. Строительные свойства лесса и лессовидных суглинков. – М.: Госстройиздат, 1953. – 155 с.
- Минервин А.В. Формирование просадочных свойств лессов из эоловой пыли в современных условиях Средней Азии. – Инж. геол., 1979, № 3, с. 78–85.
- Минервин А.В. Природа просадочности и генезис лессовых пород. – В кн.: Проблемы лессовых пород в сейсмических районах. Ташкент: Фан, 1980, с. 103–105.
- Минервин А.В. Роль криогенных процессов в формировании лессовых пород. – В кн.: Проблемы криолитологии. Вып. 10. М.: Изд-во МГУ, 1982, с. 41–60.
- Минервин А.В., Комиссарова Н.Н. Природа просадочности лессовых пород. – В кн.: Вопросы инженерной геологии грунтоведения. Вып. 5. М.: Изд-во МГУ, 1983, с. 16–31.
- Сергеев Е.М. Генезис лессов в связи с их инженерно-геологическими особенностями. – Вестн. МГУ, 1976, № 5, с. 3–15.
- Трофимов В.Т. О гипотезах формирования просадочности лессовых пород. – В кн.: Проблемы лессовых пород в сейсмических районах. Ташкент: Фан, 1980, с. 100–103.
- Трофимов В.Т., Бондаренко В.С., Назмиева К.Я. О формировании просадочных свойств лессовых пород в современных условиях в центральных районах Западно-Сибирской плиты. – Там же, с. 106–107.
- Трофимов В.Т., Бондаренко В.С. Особенности современного облессования пород различного гранулометрического состава в гумидных условиях. – В кн.: Вопросы инженерной геологии и грунтоведения. Вып. 5. М.: Изд-во МГУ, 1983а, с. 32–41.
- Трофимов В.Т., Бондаренко В.С. О результатах моделирования формирования просадочности грунтов в процессе прогрессивного литологенеза. – Инж. геол., 1983б, № 6, с. 32–38.

И.А. Волков, В.С. Волкова

## ЦИКЛИТЫ СУБАЭРАЛЬНОЙ ТОЛЩИ И КОНТИНЕНТАЛЬНОЕ ПЛЕЙСТОЦЕНОВОЕ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Южная часть Западной Сибири в пределах древних при- и внеледниковых зон является областью развития почти сплошной неравномерной по мощности толщи четвертичных отложений. Наибольшие мощности осадков водного генезиса связаны с древними и современными долинами в приледниковой зоне. Субэральные отложения по всей южной части Западно-Сибирской равнины образуют почти непрерывный чехол, изменчивый по строению и составу. На юго-востоке Западно-Сибирской равнины развиты мощные и сложно построенные толщи лессов и лессовых отложений с ярко выраженным циклическим строением.

В приледниковой зоне преобладают осадки, накопившиеся в водной среде. Строение и условия залегания отложений различного возраста и генезиса отражают многократные резкие изменения характера седиментации, происходившие по мере чередования ледниковых (стадиальных) и межледниковых (интерстадиальных) обстановок. В приледниковой и ледниковой зонах накопление речных и озерно-ледниковых осадков закономерно сочеталось с отложением ледникового комплекса. Значительная, а иногда и преобладающая, часть толщи четвертичных отложений в приледниковой зоне залегает ниже уреза современных рек. В низовьях Иртыша, например, основание четвертичной толщи местами зафиксировано буровыми скважинами и ниже современного речного русла, и ниже уровня океана.

На юге в пределах внеледниковой зоны преобладают древние эоловые и иные субэральные образования различного состава и мощности. На большей части территории распространён позднечетвертичный покров влекомого эолового наноса небольшой мощности, налегающий на третичные и четвертичные отложения (главным образом речные, озерные, реже субэральные). С этим покровом обычно связаны древние эоловые формы (гряды, бугры, пологие волны, котловины). В восточной части Кулунды, на Предалтайской равнине и в Кузнецкой котловине преобладают накопления взвешенного эолового наноса (алеврита и более мелких частиц). Этот нанос образует налегающие друг на друга покровы, общая мощность которых во многих местах превосходит 100 м. Чередуются циклиты, нижнюю часть которых образует горизонт лессовых отложений, а верхнюю – ископаемый педокомплекс. Известны разрезы, обладающие наибольшей полнотой плейстоценовой толщи по сравнению с любыми иными. Это позволило выделить в пределах палеомагнитной эпохи Брюнес горизонты, соответствующие всем 19-ти стадиям палеотемпературной кривой океанических шлов.

Широкое использование радиоуглеродного датирования, палео-



<i>Тип отложений</i>	
<i>Приледниковая зона [Волкова, 1977]</i>	<i>Зоны: ледниковая и морских трансгрессий [Архипов и др, 1981]</i>
<i>Почва, торф</i>	<i>Торф</i>
<i>Оз.-ледник, озерный</i>	<i>Ледниковый</i>
<i>Аллювий, озерный, почва</i>	<i>Аллювий озерный, оз.-ледник, морской</i>
<i>Оз.-ледник, озерный</i>	<i>Ледниковый</i>
<i>Аллювий озерный, почва</i>	<i>Аллювий, морской</i>
<i>Озерно-ледниковый, озерный</i>	<i>Ледниковый (халапанская морена)</i>
<i>Аллювий озерно-болотный</i>	<i>Аллювий озерный (средн. межморенная пачка, ТЛ 210 т.л.)</i>
<i>Озерно-ледниковый, озерный</i>	<i>Ледниковый (карым-карская морена)</i>
<i>Аллювий, озерно-эстуарный (тобольская, тугружанская свиты)</i>	<i>Аллювий озерный (нижняя межморенная пачка, ТЛ 260-290 т.л.) Морской (обские слои)</i>
<i>?</i>	<i>?</i>
<i>Озерно-ледниковый (семейкинская свита)</i>	<i>Ледниковый (нижняя морена), первая и третья пачки, аллювий озерный (вторая пачка)</i>
<i>Аллювий</i>	<i>Аллювий (приенисейский север)</i>

Сопоставление субаэральных осадков внеледниковой зоны с отложениями ледниковой и приледниковых областей.

лютной геохронологии. Этому способствовал также миграционно-климатический подход при анализе палеонтологических данных. В последние годы появилась возможность сопоставить выделенные ранее стратиграфические горизонты в при- и внеледниковой зонах, а также наметить предварительную корреляцию этих подразделений в пределах палеомагнитной эпохи Брунес с хронологическими стадиями палеотемпературной кривой (см. рисунок).

Эоплейстоцен. Оценка времени формирования и положения в стратиграфической схеме наиболее древних подразделений четвертичного периода может быть дана в той мере, в которой это позволяют реконструкции общей истории напластования осадков, палеонтологические данные (с использованием эволюционных и миграционноклиматических оценок) и данные палеомагнитных исследований. Выделение древних стратиграфических аналогов дунайского, гюнцского и миндальского похолоданий и разделяющих их потеплений является пока условным. Четвертичная система рассматривается нами в объеме с нижней границей на рубеже 1,8 млн. лет назад, которая проходит по подошве озерных ерестнинских слоев, распространенных в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины и входящих в состав кочковского горизонта региональной шкалы (аналог апшерона).

Они содержат представителей раздольинского фаунистического комплекса (аналог таманского) с *Protagurus pannonicus*, *Mimomys pusillus*, *Millanya meridionalis*.

Палеомагнитные исследования, выполненные в ИГиГ СО АН СССР под руководством Г.А. Поспеловой /Поспелова и др., 1976/ на разрезах восточной части Кулунды, показали, что ерестнинские слои и нижняя часть перекрывающих их лессовидных пород краснодубровской свиты имеют обратную полярность и относятся к эпохе Матуяма. Встреченные эпизоды прямой полярности пока не имеют точной привязки. Дополнительные палеомагнитные исследования по скважинам в Барабе и Кулунде позволяют заключить, что убинские, ерестнинские слои и подстилающие их барнаульские пески, входящие также в кочковский горизонт, формировались в эпоху Матуяма.

В целом палеомагнитные данные с учетом эволюции мелких и крупных млекопитающих /Вангенгейм, 1977; Зажигин, 1980/ позволяют заключить, что возрастным аналогом апшеронского региона Юра Европейской шкалы в Западной Сибири является верхняя часть кочковского горизонта. Она включает ерестнинские слои в Верхнем Приобье, убинскую свиту Барабы и раздольинские слои на р. Алей /Мартынов, и др., 1984/. Сюда же отнесены глинистая часть смировской свиты на Обь-Иртышском и тайгинские глины на Обь-Енисейском междуречьях /Волкова, 1971, 1977/. Возрастным аналогом апшерона, вероятно, являются также плотные лессовидные суглинки, слагающие нижнюю часть разрезов левого берега Оби в Барнаульском Приобье. Они также отлагались еще в конце эпохи Матуяма. Наличие мощных сближенных ископаемых почв луговых степей и общее стратиграфическое положение позволяют предполагать, что эти образования являются возрастными аналогами крымжановского, ильичевского и ширококинского горизонтов Украины. Возможно, их верхняя часть соответствует 23-й и 21-й стадиям палеотемпературной кривой океанических илов (см. рисунок).

Оценка палеоклиматической обстановки позднекочковского времени дана на основе палеоботанических анализов. Установлено, что флора кочковского времени представлена исключительно западно-сибирскими видами бедного систематического состава /Волкова, 1966, 1971, 1977; Волкова, Букреева, 1970; Букреева, Полещук, 1970; Адаменко и др., 1971/. Данные палинологии указывают на два этапа в развитии растительности.

Вначале (первый этап) количественные соотношения и состав флоры свидетельствуют о развитии лесотундры, а временами тундры и арктической пустыни. Такой тип ландшафтов могло обусловить только оледенение на севере равнины, которое по времени отвечало гюнскому оледенению в Альпах /Волкова, 1971, 1984/.

Позднее (второй этап) произошла перестройка флор. Количественные соотношения и состав палиофлор указывают на расселение древесной растительности и некоторое улучшение климатических условий. Однако они продолжали оставаться холоднее современных. Таким образом, с началом позднекочковского времени, т.е. 1,8-1,6 млн. лет тому назад, мы связываем становление гипоарктической и арктической зон на севере Евразии /Волкова, 1977, 1984; Волкова, Баранова 1980/.

Нижний плейстоцен по стратиграфической схеме, принятой в

Тюмени в 1976 г., включает два горизонта — талагайкин-ский и шайтанский. Эти горизонты выделены на основании изучения водных осадков. Строение же субаэральной толщи юго-восточной части Западной Сибири более сложное и свидетельствует о том, что в стратиграфии по водным осадкам имеются значительные перерывы.

Талагайкинский горизонт представлен речными песчаными осадками, залегающими ниже уреза современных рек, в переуглублениях долин глубиной до 30–35 м. Преобладают пески с растительными остатками. В верхней части отмечены следы полигональных жильных льдов, инволюций, ячеистых грунтов. Это указывает на значительное похолодание в конце накопления аллювия и на субаэральный перерыв. На древних олигоценовых породах аллювий залегаёт с резким размывом и перекрывается озерно-ледниковыми суглинками шайтанского горизонта. Эти суглинки на севере равнины замещаются морскими слоями с тильтимским комплексом фораминифер. Возраст отложений талагайкинского горизонта определялся по ряду косвенных данных. В низовьях Иртыша аллювий перекрыт озерно-ледниковыми суглинками — семейкинской свитой, для которой есть термолюминесцентная (ТЛ) дата  $600 \pm 70$  тыс. лет назад /Зубаков, Кочегура, 1973/. Датированный образец располагался в кровле мощных псевдоморфоз по жильным льдам, описанных Ф.А. Каплянской и В.Д. Тарноградским /1974/.

В последние годы на Алтае из аллювиальных и озерных отложений телецкого горизонта, одновозрастного аналога талагайкинского, получена ТЛ дата  $630 \pm 75$  тыс. лет назад /Архипов и др., 1984/. Кроме того, для талагайкинского (телецкого) горизонта имеются еще две ТЛ даты:  $550 \pm 100$ ,  $560 \pm 60$  тыс. лет назад. На этом основании С.А. Архипов возраст талагайкинского горизонта считает не древнее  $690 \pm 70$  тыс. лет назад. По его мнению, талагайкинский и телецкий горизонты являются вероятными аналогами кромера /Архипов и др., 1984, с. 108/.

Принимая во внимание ТЛ дату из кровли семейкинской свиты ( $600 \pm 70$  тыс. лет назад), можно предположить, что возраст талагайкинского горизонта несколько древнее 0,7 млн. лет. Не исключено, что его формирование произошло в конце эпохи Матуяма от 0,7 до 0,9 млн. лет тому назад.

Аллювиальные отложения талагайкинского времени содержат богатую палинофлору, в целом свидетельствующую о развитии лесной растительности. Она представлена преимущественно западно-сибирскими видами, бореальными и отчасти гипоарктическими, развитыми в холодные отрезки времени. Для талагайкинского горизонта установлено шесть палинозон, отражающих три потепления и три неглубоких похолодания /Волкова, 1977, 1984/. Эта в целом теплая эпоха по времени (с учетом данных палеомагнитного анализа и климатостратиграфической шкалы Западной Сибири) может сопоставляться с 21, 22 и 23-й зонами палеотемпературной кривой океанических илов, полученной по изотопам кислорода.

Шайтанский ледниковый горизонт в приледниковой зоне предста-

лен ленточно-слоистыми глинами, описанными как семейкинская свита, мощностью до 17 м. Ленточные глины залегают на талагайкинском аллювии и перекрываются речными и озерно-дельтовыми песками тобольского горизонта. По простирацию же в районе Самарово-Ханты-Мансийска семейкинская свита замещается нижнечетвертичной бассейновой мореной, описанной И.А. Волковым /Волков и др., 1973/. В низовьях Оби и Енисея установлены две морены, разделенные речными и озерными отложениями.

Коррелятными отложениями шайтанской и горнинской бассейновой морен (по И.А. Волкову), а также семейкинской свиты являются низямская морена Белогорского материка /Архипов и др., 1981/ и катунская Алтая. Возраст низямской морены по ТЛ имеет широкий диапазон от  $390 \pm 80$  тыс. лет до  $550 \pm 100$  тыс. лет. Весьма важным, по мнению С.А. Архипова, является то, что из отложений, подстилающих катунскую морену (коррелятную шайтанской и низямской), получена ТЛ дата -  $560 \pm 60$  тыс. лет /Архипов и др., 1984/. Следует заметить, что эта дата уже близка ТЛ дате, полученной из кровли семейкинской свиты -  $600 \pm 70$  тыс. лет /Зубаков, Кочегура, 1973/. Учитывая современную степень изученности отложений и разброс дат, мы условно возраст шайтанской ледниковой эпох принимаем за 550-700 тыс. лет.

Палинологические данные из семейкинской свиты приледниковой зоны указывают на две фазы развития оледенения. Этот вывод подтверждается геологическими материалами по низовьям Оби, где установлены две морены, разделенные речными отложениями. Палеоботанические данные из стратотипа этой свиты, включенной в состав шайтанского горизонта, указывают на господство растений с северными и полярно-арктическими ареалами (*Betula nana*, *Salix polaris*, *S. herbaceae*, *Dryas octopetala*). Растения гипоарктики и арктические гольцевые виды расселились на территории современных средне- и южнотаежных лессов. Растительность типа тундры и лесотундры заняла весь юг Западной Сибири. Лесная зона располагалась в Приаралье и Тургае.

Сопоставить события раннечетвертичной ледниковой эпохи с палеотемпературной кривой океанических илов затруднительно из-за неполноты геологической летописи. Общая сумма палинологических данных /Волкова, 1977, 1981; Волкова, Баранова, 1980/ позволяет шайтанское время условно сопоставить с 16, 17 и 18-й стадиями палеотемпературной кривой океанических илов. Семнадцатой зоне будет отвечать небольшое потепление (пятая пыльцевая зона, по Волковой /1977/).

Средний плейстоцен включает четыре горизонта: тобольский, самаровский, тазовский и ширтинский. Тобольский горизонт объединяет разные генетические типы отложений. На севере это морские слои с обским комплексом фораминифер. Палеогеографический тип комплекса (зоны *Miliolinella pyriformis*) и стратиграфическое положение слоев позволили В.И. Гудиной /1981/ предположительно считать их возрастным аналогом Гольштейна. В приледниковой зоне коррелятной обским слоям является речная тобольская

свита, а во внеледниковой – субаэральные образования, преимущественно почвы (верхняя почва шилуновского педокомплекса).

Водные отложения включают остатки крупных и мелких млекопитающих тираспольского и сингильского комплексов /Вангенгейм, 1977; Вангенгейм, Зажигин, 1965/. По остаткам мелких млекопитающих В.С. Зажигин /1980/ датирует тобольскую свиту первой половиной среднего плейстоцена.

Биостратиграфические и климатостратиграфические данные указывают на то, что тобольский аллювий и его одновозрастные аналоги формировались в межледниковье. Результаты термолюминесцентного анализа из основания отложений тобольского горизонта в Нижнем Приобье ( $380 \pm 65$ ,  $390 \pm 60$ ) и перекрывающих его осадков ( $290 \pm 59$ ) позволили С.А. Архипову сделать заключение, что морские, речные слои и их одновозрастные аналоги сформировались за 100 тыс. лет (в интервале от 300 до 400 тыс. лет тому назад). Следует, однако, отметить, что присутствие остатков руководящих форм тираспольского комплекса в нижней части разрезов диагонально-слоистых песков (на Иртыше у г. Тобольска и с. Абалак) дает основание допускать, что в тобольский горизонт включены гетерохронные образования (первая половина среднего и нижнего плейстоцена). На это обстоятельство уже давно указывали Э.А. Вангенгейм и В.С. Зажигин /1965/. Не исключено, что в приледниковой зоне в тобольский горизонт включены две речные толщи разного возраста.

Оценка палеоэкологической обстановки тобольской эпохи по различным остаткам органического мира неоднозначна. По палинологическим данным установлены три пылеватые зоны, которые позволили провести корреляцию генетически разнородных отложений горизонта. Палинологические зоны характеризуют растительность межледниковья. Оптимум тобольского времени был теплее современного климата низовьев Иртыша. На это указывают состав региональных экзотов флоры и характер растительности /Волкова, 1966/. Данные палинологии, малокологии, карпологии и изучения ископаемых остракод подтверждают, что оптимум тобольского потепления был теплее и оптимума голоцена. По климатическим показателям тобольское межледниковье сопоставляется с 11-й зоной климатической кривой океанических илов. Отложения, отвечающие по времени образования 12, 13 и 14-й стадиям океанических илов, пока установлены лишь в толще покровных отложений юга равнины.

В самаровский горизонт включен сложный комплекс осадков (морены водно-ледниковые, озерные, речные и субаэральные). В пространстве эти отложения дифференцированы и распространены весьма широко. Отложения самаровского горизонта относятся к ледниковой эпохе. Возраст осадков устанавливается по стратиграфическому положению и термолюминесцентным датам. Данные по Белогорскому материку, полученные В.Н. Шелкоплясом из коллекции образцов С.А. Архипова /Палеогеография ..., 1980; Архипов и др., 1981, 1984/, указывают на формирование горизонта в пределах 200–260 тыс. лет назад. Не исключено, что возраст самаровского горизонта окажется больше. В настоящее время холодную самаровскую

эпоху мы склонны сопоставлять с 8-й зоной климатической кривой океанических илов. Во внеледниковой области этой зоне отвечает чулымский лесс, а в европейской части Союза – днепровский ледниковый горизонт /Никифорова и др., 1980/.

Палеоботанические данные указывают на глубокие преобразования ландшафтов, на становление большой гипоарктической зоны. Тундровая зона к югу от границ оледенения (60° с.ш.) занимала неширокую полосу. Лесная зона располагалась, по-видимому, на территории Средней Азии. Климат был холодный и влажный. На фоне общего похолодания вырисовывается небольшое потепление.

Ширтинский горизонт представлен озерными, озерно-болотными и речными отложениями небольшой мощности. Во внеледниковой области в это время формировался койнихинский педокомплекс. В разрезах Белогорского материка озерные отложения по данным термолюминесцентного метода имеют возраст  $200 \pm 28$ ;  $210 \pm 46$  тыс. лет назад /Архипов и др., 1984/. Предел формирования этого горизонта точно не установлен. Условно горизонт сопоставлен с 7-й зоной палеотемпературной кривой океанических илов.

Тазовский ледниковый горизонт включает моренные суглинки и супеси, а в приледниковой зоне – озерные и субэаральные образования. Во внеледниковой области ему соответствует сузунский лесс. Следует отметить, что эпохи лессообразования по длительности отвечают лишь концам ледниковых эпох и связаны уже с таянием ледника, когда освободилось большое количество минерального вещества и происходило оттаивание мерзлой поверхности /Волков, 1971/. Абсолютных датировок тазовских отложений в приледниковой области нет. По данным С.А. Архипова /Архипов и др., 1984/, из отложений, подстилающих тазовскую морену, по ТЛ методом получена дата  $180 \pm 40$  тыс. лет назад, из перекрывающих озерных слоев также  $130 \pm 24$ . На этом основании можно считать, что отложения сформировались в интервале 130–200 тыс. лет назад.

Палинологические данные указывают на более сухой и холодный климат тазовского времени по сравнению с самаровским веком. К югу от границы оледенения, до 57° с.ш., равнина была занята перигляциальной тундро-степной растительностью. Положение горизонтов с учетом термолюминесцентных дат позволяет сопоставить тазовский век с 6-й зоной кривой океанических илов.

Верхний плейстоцен. Успешное применение радиоуглеродного метода в комплексе с другими данными позволило наметить основные рубежи осадконакопления и доказать их синхронность для всего Северного полушария. К верхнему плейстоцену в Западной Сибири отнесены четыре горизонта – казанцевский, ермаковский (нижнезырянский), каргинский (среднезырянский) и сартанский (верхнезырянский).

В казанцевский горизонт на севере равнины включены морские слои с аркто-бореальным межледниковым комплексом фораминифер /Гудина, 1981/ и морскими моллюсками с *Arctica islandica* /Троицкий, 1979/, а в более южных районах – речные, озерные и субэаральные. С этим временем связано формирование сложно построенного бердского педокомплекса во внеледниковой области. Абсолютный

возраст из морских слоев горизонта не определялся. Комплекс фораминифер межледникового типа коррелируется В.И. Гудиной /1981/ с эемом (рисс-вюрмом). В центральной части равнины озерные отложения датированы по ТЛ методу в 120–130 тыс. лет /Архипов и др., 1980/.

Палинологические данные указывают на сложную климатическую обстановку. Установлено три потепления, разделенных тремя похолоданиями. Оптимум казанцевского времени был теплее современного. Этот вывод основан на большом (до 80%) содержании региональных экзотов, в числе которых весьма интересны находки *Aldrovanda visiculosa* (L.) Monti. /Никитин, 1970/, в более ранних межледниковых флорах не встречающиеся. Основная проблема – определение абсолютного возраста морских слоев, прослеживание их перехода по латерали в речные и озерные осадки, датирование погребенных почв, а также исключение из состава казанцевского горизонта сходных по литологическому составу, но более молодых по возрасту отложений. Казанцевское межледниковье по термическому режиму можно отнести к 5-й зоне климатической кривой океанических илов.

Раннезырянский, или ермаковский, горизонт представлен различными отложениями. На севере равнины он включает валунные супеси и суглинки (хошгортские и ермаковские слои) в приледниковой зоне – озерные супеси, суглинки и субаэральные покровные лессовидные отложения; во внеледниковой области к этому периоду относятся тулинский лесс, залегающий между бердским и искигимским педокомплексами. Это похолодание сопоставляется с 4 зоной палеотемпературной кривой.

Среднезырянский горизонт объединяет сложный комплекс отложений, сформировавшихся в интервале от 50 до 20 тыс. лет назад.

В первую половину этого времени (от 50–47 до 39 тыс. лет назад) на севере равнины отлагались морские (харсоимские) глины, лагунные и прибрежно-морские слои с характерным комплексом фораминифер, в при- и внеледниковой зонах накапливались речные и озерные осадки и сформировался искигимский педокомплекс. Многочисленные радиоуглеродные даты позволяют выделить в нем ранне- и позднекаргинское потепления, разделенные похолоданием.

Палинологические данные М.Р. Вотях /Последнее оледенение..., 1971, 1980/, полученные из морских и речных (казанцевских) отложений в низовьях Оби, позволили подтвердить вывод С.Л. Троицкого о том, что климатические условия этого отрезка были теплее современных. Сходные выводы можно сделать на основании изучения семян и плодов из аллювиальных отложений, залегающих у уреза воды в разрезе близ пос. Загвоздино на Иртыше, где получена радиоуглеродная дата  $44000 \pm 100$  лет (СОАН-1894). Однако этот вывод требует еще проверки.

Следующий интервал от 39 до 31 тыс. лет назад ознаменовался значительным похолоданием и увлажнением. Отложения характеризуются тундровыми и лесотундровыми спектрами.

Последующий интервал, каргинский в понимании В.Н. Сакса, охватывает время от 30 до 22 тыс. лет назад. Тогда отлагались

озерные, озерно-болотные и субэаральные отложения. Многочисленные даты по радиоуглероду позволили провести корреляцию и расчленение слоев. В результате анализа палеоботанического материала можно заключить, что климат этого интервала был прохладнее и влажнее современного. Об этом свидетельствует далекое продвижение еловых лессов на юг Западной Сибири. Каргинское время сопоставляется с 3-й стадией палеоклиматической кривой океанических илов.

Сартанский (верхнезырянский) ледниковый горизонт объединяет ледниковые, экстуально-морские слои на севере равнины, озерно-ледниковые и субэаральные отложения (преимущественно эоловые). Многочисленные радиоуглеродные даты указывают на накопление осадков в интервале 22-10 тыс. лет назад. С этим временем связано формирование озерных отложений подпрудного приледникового Мансийского бассейна и ельцовского покрова лессовых отложений. Климат сартанского периода исключительно холодный и аридный. Максимум аридизации был в интервале 17 и 15 тыс. лет назад. В максимум распространения сартанского оледенения на равнине существовало всего лишь три этапа зональной растительности: перигляциальная тундростепная, тундровая и лесотундровая. По климатической характеристике эта ледниковая эпоха отличалась от предыдущих более низким температурным режимом и сухостью. Сартанское время сопоставляется со 2-й стадией палеотемпературной кривой океанических илов.

В заключение следует отметить, что четвертичные отложения Западной Сибири обладают четко выраженной цикличностью строения и формирования. Это особенно ясно видно на примере субэаральной толщи южных районов, строение которой отражает колебания климата четвертичного периода наиболее полно. Изучение цикличности осадконакопления четвертичных отложений региона только начинается. Нуждаются в более детальном расчленении и обосновании возраста многие горизонты, свиты и слои. Необходимо определить страторегионы, где бы можно было получить детальную стратиграфию, отвечающую всем зонам палеотемпературной кривой океанических илов. Таким страторегионом, по нашему мнению, может быть внеледниковая область. В этом регионе крайне необходимо широкое внедрение методов абсолютной геохронологии (радиоуглеродного, палеомагнитного, термолюминесцентного, аминокислотного и др.) в комплексе с данными по биостратиграфии.

Изучение отложений при- и внеледниковой зон свидетельствует о том, что колебания климата в четвертичное время проявлялись в виде пространственно-временной миграции ландшафтных зон, что особенно четко прослеживается при анализе палеофитологических данных /Волкова, 1977/. Масштабы таких миграций были весьма значительными. Создание общей схемы цикличного формирования четвертичной толщи Западной Сибири является важным направлением дальнейшего изучения четвертичного периода.

- Адаменко О.М., Архипов С.А., Вотах М.Р. Путеводитель экскурсии по разрезам кайнозойских отложений Верхнего Приобья. – Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1971. – 27 с.
- Архипов С.А., Волков И.А., Волкова В.С., Гудина В.И. Антропоген (четвертичная система). – В кн.: Фанерозой Сибири, мезозой, кайнозой. Т. 2. Новосибирск: Наука, 1984, с. 100–129.
- Архипов С.А., Вотах М.Р., Шелкопляс В.И. Стратиграфия и термолюминесцентный возраст и корреляция морен Белогорского Приобья. – В кн.: Четвертичные оледенения Сибири и других областей Северного полушария. Новосибирск: Наука, 1981, с. 47–62.
- Букреева Г.Ф., Полещук В.П. Барабинская степь. – В кн.: История развития растительности внеледниковой зоны Западно-Сибирской низменности в позднелиценное и четвертичное время. М.: Наука, 1970, с. 128–161.
- Вангейгейм Э.М. Палеонтологическое обоснование стратиграфии антропогена Северной Азии. – М.: Наука, 1977. – 170 с.
- Вангейгейм Э.А., Зажигин В.С. Некоторые итоги изучения антропогенной фауны млекопитающих Западной Сибири. – В кн.: Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1965, с. 301–310.
- Волков И.А. Позднечетвертичная субаэральная формация. – М.: Наука, 1971. – 254 с.
- Волков И.А., Волкова В.С., Гуртовая Е.Е. О строениях и условиях формирования отложений района г. Самарово. – В кн.: Плейстоцен Сибири и смежных областей. М.: Наука, 1973, с. 55–68.
- Волкова В.С. Четвертичные отложения низовьев Иртыша и их био-стратиграфическая характеристика. – Новосибирск: Наука, 1966. – 147 с.
- Волкова В.С. Верхнелиценные и нижнечетвертичные отложения юга Западной Сибири. – В кн.: Кайнозойские флоры Сибири по палинологическим данным. М.: Наука, 1971, с. 61–93.
- Волкова В.С. Стратиграфия и история развития растительности Западной Сибири в позднем кайнозое. – М.: Наука, 1977. – 235 с.
- Волкова В.С. Колебание климатов и ландшафты Западной Сибири в четвертичном периоде по палинологическим и геологическим данным. – В кн.: Четвертичные оледенения в Западной Сибири и других смежных областях Северного полушария. Новосибирск: Наука, 1981, с. 92–98.
- Волкова В.С. Палинофлоры глицена и раннего плейстоцена Западной Сибири в связи с решением проблемы нижней границы антропогена. – В кн.: Стратиграфия пограничных отложений неогена и антропогена Сибири. Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1984, с. 54–71.
- Волкова В.С., Баранова Ю.П. Плиоцен–раннелиценные из-

- менения климата в Северной Азии. – Геол. и геофиз., 1980, № 7, с. 43–52.
- Волкова В.С., Букреева Г.Ф. Спорово-пыльцевая характеристика основных разрезов позднеплиоценовых и четвертичных отложений (Западная часть Обь-Иртышского междуречья). – В кн.: История развития растительности внеледниковой зоны Западно-Сибирской низменности в позднеплиоценовое и четвертичное время. М.: Наука, 1970, с. 48–80.
- Гудина В.И. Значение фораминифер для стратиграфии и фациального анализа северного плейстоцена СССР. – В кн.: Четвертичные оледенения Западной Сибири и других областей Северного полушария. Новосибирск: Наука, 1981, с. 41–46.
- Зажигин В.С. Грызуны позднего плиоцена и антропогена юга Западной Сибири. – М.: Наука, 1980. – 153 с.
- Зубаков В.А., Кочегура В.В. Хронология новейшего этапа геологической истории СССР. – В кн.: Хронология плейстоцена и климатическая стратиграфия. Л.: Недра, 1973, с. 39–71.
- Каплянская Я.Ф., Тарноградский В.Д. Средний и нижний плейстоцен низовьев Иртыша. – Л.: Наука, 1974. – 159 с.
- Мартынов В.А., Волкова В.С., Гнибиденко З.И. и др. Варианты неоген-четвертичной границы на юге Западной Сибири. – В кн.: Среда и жизнь на рубежах эпох кайнозоя в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск: Наука, 1984, с. 180–184.
- Никитин В.П. Четвертичные флоры Западной Сибири (семена и плоды). – В кн.: История развития растительности внеледниковой зоны Западно-Сибирской низменности в позднеплиоценовое и четвертичное время. М.: Наука, 1970, с. 245–311.
- Никифорова К.В., Краснов И.И., Александрова Л.П. и др. Хроностратиграфическая схема европейской части СССР. – В кн.: Четвертичная геология и геоморфология, дистанционное зондирование. М.: Наука, 1980, с. 65–68.
- Палеогеография Западно-Сибирской равнины в максимум позднезрянского оледенения/ Архипов С.А., Астахов В.И., Волков И.А. и др. – Новосибирск: Наука, 1980. – 107 с.
- Последнее оледенение в Нижнем Приобье/ Архипов С.А., Ботах М.Р., Гольберт А.В. и др. – Новосибирск: Наука, 1971. – 213 с.
- Поспелова Г.А., Гнибиденко З.Н., Адаменко О.М. Опорный магнито-стратиграфический разрез неоген-четвертичных отложений юга Западной Сибири. – Изв. АН СССР. Сер. геол., 1976, № 9, с. 19–32.
- Троицкий С.Л. Морской плейстоцен Сибирских равнин. – Новосибирск: Наука, 1979. – 291 с.

С.В. Томирдиаро, Б.И. Черненький

СТРУКТУРА, ГЕНЕЗИС И ЭВОЛЮЦИЯ  
ЛЕССОВО-ЛЕДНИКОВОЙ ФОРМАЦИИ СЕВЕРА АЗИИ

В пределах Якутии, Чукотки и Аляски широко развиты уникальные вечномерзлые лессовые отложения с сингенетическими полигонально-жильными подземными льдами позднеплейстоценового возраста. В отечественной литературе эти отложения долгое время описывались как аллювиальные или озерно-аллювиальные осадки так называемой "едомой<sup>\*</sup> свиты" /Попов, 1965; Втюрин и др., 1979; Путеводитель ..., 1979/. Однако в последнее время данную ассоциацию пород, слагающих все якутские, чукотские и аляскинские едомы, а также сохранившиеся вдали от морских побережий целые мерзлотно-лессовые равнины, предлагается рассматривать как новую в геологии лессово-ледовую криогенно-эоловую формацию /Томирдиаро, 1978, 1980; Шило, Томирдиаро, 1982; Геологическая карта..., 1982/.

В позднем плейстоцене эта формация, по-видимому, занимала также огромные территории так называемой гиперзоны /Величко, 1973/ в Западной и Восточной Европе, в Западной Сибири, а также во внеледниковых районах Северной Америки. Однако там после оттаивания вечной мерзлоты с началом голоцена и в ходе дальнейшего диагенеза она преобразовалась в классическую формацию перигляциальных лессов /Томирдиаро, 1980/. От существовавших здесь ледяных жил, формировавшихся одновременно с активным накоплением эолового лессового осадка (т.е. сингенетически) в ходе ледниковых эпох позднего плейстоцена, остались только широко известные полигональные псевдоморфозы – земляные клинья /Величко, 1973/. До последних лет строение едомых отложений представлялось и описывалось в литературе по такой упрощенной схеме, будто это совершенно однообразная и монотонная "едомая свита", лишенная каких-либо разновозрастных или различных по литологии горизонтов /Путеводитель ..., 1979/. Однако специальные многолетние исследования многочисленных разрезов якутских и чукотских едом /Томирдиаро, 1978, 1980/ показали, что их подлинное строение (в достаточно расчищенных обнажениях) гораздо сложнее.

Во-первых, было установлено, что достаточно полные разрезы едом содержат четыре (а не один) ярко выраженных криолитологических и хроностратиграфических горизонта. Снизу, на любых по генезису и возрасту породах, залегает мощный горизонт эоловой лессовой породы зырянского времени ( $Q_{III}^2$ ) весьма широкими (до 5–6 м в сечении) сингенетическими ледяными жилами; над ним развит горизонт каргинского интерстадиала ( $Q_{III}^3$ ), представлен-

\* Едома – местное название как бы "съедаемых" термокарстом останцовых плато и холмов, сложенных лессово-ледовым комплексом.

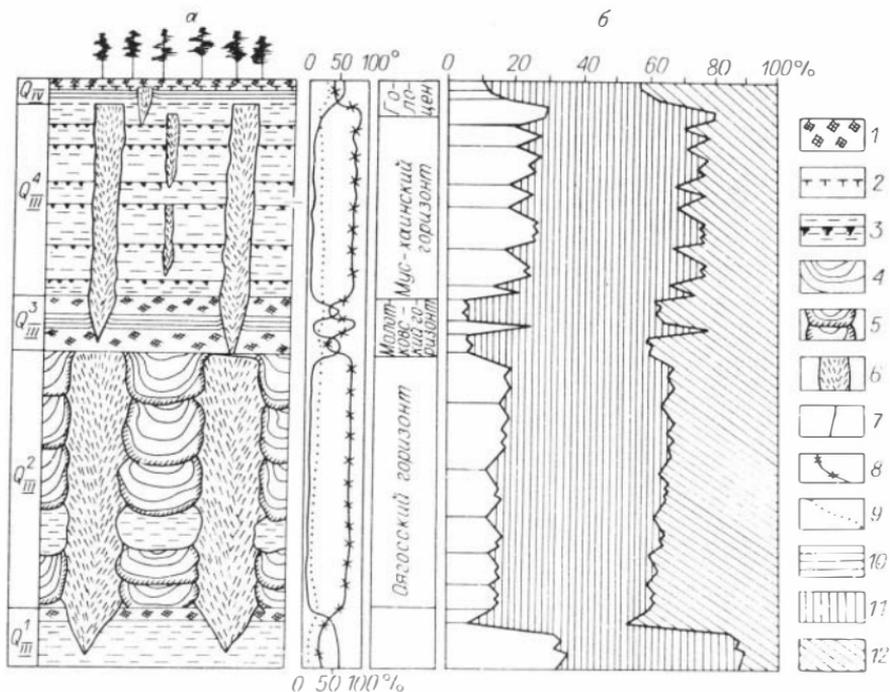
ный погребенными почвами, торфяниками и термокарстовыми осадками, в которых ледяные жилы нередко прерываются или образованы эпигенетическими клиньями (см. рисунок); выше залегает наиболее мощный горизонт золотой лессовой породы сартанского ледникового времени ( $Q_{III}^4$ ), где (кроме региона особых арктических лессово-ледовых едом) ледяные жилы представляют весьма тонкие (до 2–2,5 м в сечении, но достигающие десятков метров по вертикали) сингенетические образования; наконец, самым верхним и маломощным горизонтом является почвенно-грунтовый слой, или так называемый покровный комплекс на едомах, захватывавшийся во время голоценового климатического оптимума глубоким сезонным протаиванием и термокарстом ( $Q_{IV}$ ).

Во-вторых, удалось выявить на самом севере Якутии регион совершенно уникальных "ледовых" едом, где до 90% породы слагает подземный лед (толщиной 35–40 м). Это вызвано не только очень большим насыщением некогда периодически оттаивавшего, замораживавшего и вновь замерзавшего мелкозема специфическими поясками и прослоями сегрегационного льда, но и необычной шириной (до 8,5–9 м) ледяных жил и соответствующим резким изменением между-жилных грунтовых блоков (ядер полигонов древнего морозобойного растрескивания) до состояния своеобразных тонких и высоких "земляных колонн" диаметром всего 2–3 м, расставленных в шахматном порядке во льду /Томирдиаро, 1980; Томирдиаро и др., 1982/. Все это свидетельствует о резком замедлении процессов золотого лессонакопления в позднплейстоценовой Арктике по сравнению с Субарктикой. При этом лессового вещества в едомах накопилось почти в 10 раз меньше, чем в таких же по мощности едомах Субарктики. Однако выяснилось, что в первом случае это по гранулометрическому составу суглинки и даже алевроитовые глины, а во втором – супеси и даже пылеватые пески. Граница региона арктических ледовых едом, называемых также едомами шельфового типа /Томирдиаро, 1982/, проходит в районе 72° с.ш. По-видимому, такие образования не формировались нигде, кроме Арктики.

Что же касается отложений едом субарктического типа, то, как уже отмечалось, они, вероятно, были широко распространены в перигляциальной гиперзоне материков Северного полушария. В то же время в едомах обоих типов прослеживаются одни и те же хроностратиграфические и криолитологические горизонты (см. рисунок).

Состоявшееся в 1982 г. в г. Магадане Межведомственное всесоюзное совещание по разработке региональных стратиграфических схем Востока СССР приняло в качестве региональной схемы для Северо-Восточной Якутии и Чукотки ранее разработанную С.В. Томирдиаро /1980/ стратиграфическую схему, отраженную на рисунке. Однако при этом всем основным хроностратиграфическим горизонтам были даны местные региональные названия. Названия этих горизонтов и их возраст приводятся на рисунке.

Как видим, принятая региональная стратиграфическая схема расчленения отложений едомого комплекса (см. рисунок) соответст-



Обобщенная схема криолитологического строения и состава отложений едомного комплекса (едомной серии) субарктического типа (по С.В. Томирдиаро /1982/).

а – хроностратиграфические и криолитологические горизонты едомной серии; б – гранулометрический состав.

1 – покровные и погребенные торфяники и почвы теплых эпох; 2 – уровень современного летнего протаивания; 3 – малольдистая мерзлотно-лессовая порода с микрошлировой (микролинзовидной) криогенной текстурой и зачерненными прослоями недоразвитых степных почв; 4 – высокольдистая мерзлотно-лессовая порода с толстошлировой параллельно-вогнутой полнослоистой криотекстурой эпигенетического типа; 5 – зачернены подошвы пачек ледовой слоистости, являющиеся фациями эмбрионального термокарста; 6 – ледяные полигональные жилы; 7 – суммарное содержание пыльцы древесных и кустарниковых растений в спорово-пыльцевых диаграммах; 8 – то же недревесных; 9 – содержание спор; 10 – 12 – содержания гранулометрических фракций: 10 – размером более 0,05 мм, 11 – 0,05-0,01 мм, 12 – менее 0,01 мм.

вует в главных чертах принципу цикличности в расчленении классических европейских лессово-почвенных комплексов. Эоловый лессовый мелкозем накапливался здесь тоже только в фазы резкого похолодания и иссушения климата, т.е. в зырянскую ( $Q_{III}^2$ ) и сартанскую ( $Q_{III}^4$ ) ледниковые эпохи, а также в холодную стадию середины каргинского ( $Q_{III}^3$ ) интерстадиала. По данным радио-

углеродных анализов и скорость эолового лессонакопления в субарктической Якутии была в сартанское время примерно такой же, как в это время в перигляциальных регионах Европы – около 1–2 мм в год /Шило, Томирдиаро, 1982/.

С потеплением и увлажнением климата в интерстадиальные и межледниковые фазы лессовое вещество едом не накапливалось и вместо него появились хорошо развитые почвы и термокарстовые фации. Ландшафты также резко изменялись: от своеобразных сухих арктических степей и лугово–степей в фазы лессонакопления – к заболоченным тундрам, лесо–тундрам и северо–таежным лесам в фазы почвообразования. Это ярко отражено на всех спорово–пыльцевых диаграммах, полученных по изученным разрезам /Каплина, 1979; Томирдиаро, 1980/, и показано на рисунке.

Однако в последнее время нам удалось выявить еще ряд важных добавочных особенностей строения едомых толщ, позволяющих использовать принцип цикличности для большей детализации их стратиграфической схемы. При этом вырисовывается перспектива установить неизвестные науке климатические циклы внутри ледниковых эпох позднего плейстоцена, имевшие, вероятно, глобальное развитие.

Оягосский горизонт ( $Q_{III}^2$ ). Здесь между пачками высокольдистой супеси (или суглинка в едомах арктического типа) с параллельно–вогнутой ледовой (толстошлировой) слоистостью наблюдаются значительно менее льдистые пачки такого же вещества, но с микролинзовидной (микрошлировой) криотекстурой (см. рисунок). В пределах стратотипического разреза Оягосский Яр нам удалось установить, что такие микрошлировые пачки прослеживаются из одной “грунтовой колонны” в другую, образуя явные хроностратиграфические добавочные подгоризонты /Томирдиаро и др., 1982/. По нашим исследованиям их можно рассматривать как первичные лессовые образования, незатронутые термокарстовыми процессами. Это по–видимому, позволяет отнести их к каким–то особым криоксеротическим подфазам климата внутри зырянской (ранневюрмской) эпохи. Таких циклов было несколько, даже в пределах видимого обнажения Оягосского Яра мы наблюдали два подобных ярко выраженных подгоризонта.

Возникает мысль о том, что и сами несогласно залегающие пачки криогенной эпигенетической слоистости в оягосском горизонте имеют также какое–то климатостратиграфическое значение и отражают какие–то особые климатические подциклы внутри раннего вюрма. Это подтверждается тем, что подошвы данных пачек прослеживаются в “грунтовых колоннах” и блоках примерно на одном и том же уровне в пределах того или иного обнажения (см. рисунок), т.е. образуют подгоризонты. К сожалению, количество таких пачек пока точно не установлено. Механизм же их образования объясняется периодическим замораживанием лессовой породы при ее частичном оттаивании под возникавшими в зырянское время эмбриональными (по В.К. Рябчуну) термокарстовыми озерками и последующим эпигенетическим промерзанием такой пачки после иссыхания.

Молотковский горизонт ( $Q^3_{III}$ ). В большинстве разрезов между двумя пачками погребенных торфяников или ископаемых за-торфованных почв залегает слой лессовой породы с эпигенетической толстошлировой, но горизонтально-слоистой (как в голоценовом покровном слое) криотекстурой (см. рисунок).

Верхний и нижний почвенно-торфяные горизонты характеризуются лесными и лесотундровыми спорово-пыльцевыми спектрами и содержат большое количество древесных макроостатков. Заключенный же между ними слой эолового лессового вещества характеризуется степным спектром растительности (см. рисунок). Учитывая имеющиеся многочисленные радиоуглеродные датировки, позволившие Т.Н. Каплиной и Р.Е. Гитерман /1982/ выделить сам молотковский горизонт как образование каргинского времени в целом, мы полагаем, что вышеотмеченная трехслойность строения этого горизонта может рассматриваться в качестве показателя его добавочного климатостратиграфического расчленения. Это три подгоризонта, соответствующие двум теплым и одному холодному климатическому подциклу внутри каргинского термохрона. Эти подциклы, как и подциклы, зафиксированные в вышерассмотренном оягосском горизонте, должны были иметь глобальное проявление. И весьма важно, что подобный ход природного процесса для эпохи  $Q^3_{III}$ , действительно, уже установлен по разрезам в Восточной Европе /Иванова, 1980/.

Оба потепления каргинского термохрона сопровождались активным развитием озерного термокарста, подобного современному. Поэтому во многих разрезах в молотковском горизонте (особенно в пределах стратотипического разреза Молотковский Камень на р. Анжуй) вскрываются не только погребенные торфянно-почвенные прослои (см. рисунок), но и погребенные озерно-термокарстовые, так называемые аласные толщи, включающие переотложенные озерные, а потому обогащенные остатками водных организмов (раковинки, чешуя рыб и др.), а также гидрофильными аутигенными минералами (например, отсутствующим в лессовых горизонтах вивианитом), суглинки и супеси, потерявшие свой первоначальный лессовидный облик. И если отложения всех лессовых горизонтов в едомах совершенно лишены оглеенности и при оттаивании и высыхании превращаются в очень рыхлую пористую породу (так называемый байджаровский лесс), то переработанные термокарстом осадки теплых эпох как каргинского, так и голоценового этапа характеризуются высокой оглеенностью. Поэтому при высыхании они, как и пойменный аллювий этих районов, превращаются в очень плотную и твердую породу, не проявляющую характерных для лесса свойств.

Мус-хаинский горизонт ( $Q^4_{III}$ ). Между пачками сравнительно малольдистой лессовой породы с микрошлировой (микролинзовидной) горизонтально-слоистой криотекстурой наблюдаются тонкие пропластки сильно гумусированного, насыщенного корешками древней травянистой растительности мелкозема (см. рисунок). Эти прослои образуют подгоризонты, прослеживаются на всем протяжении изученных нами обнажений, в том числе на мус-хаинском стратотипическом разрезе на р. Яне и на опорном обнажении Дуванный Яр на р. Ко-

лыме. Мы полагаем, что прослой, являющиеся своего рода примитивными погребенными почвами, можно рассматривать как добавочные хроностратиграфические подгоризонты, фиксирующие какие-то климатические циклы внутри сартанского (позднеюрмского) криохрона. В этапы образования этих примитивных маломощных почв процесс очень активного лессонакопления, свойственного всему позднему юрму в целом, явно резко ослабевал. Но в то же время эти почвы не характеризуются оглеенностью и кислотной реакцией, как настоящие развитые почвы термохронов в каргинском или голоценовом горизонтах. Они обладают тем же степным спорово-пыльцевым спектром и щелочной реакцией, как и вся вмещающая их сартанская лессовая толща. Следовательно, эти климатические подциклы не сопровождались крупными перестройками ландшафта. Следы подобных образований в европейских лессах, возможно, являются встречающиеся в них так называемые цветные пояски.

Следы термокарста в мус-хаинском лессовом горизонте отсутствуют, толстошлировые криотекстуры не встречаются. Это, а также господство крайне сухолюбивой растительности (особенно плаунка сибирского) и появление тонких ледяных жил добавочной генерации, фиксирующих необыкновенно густую сеть полигонального морозобойного растрескивания порядка 5–6 м между осями трещин (см. рисунок), свидетельствуют о крайне возраставшей континентальности климата, не имеющей современных аналогов на Земле. По-видимому, это было связано с океаническим мощным оледенением в Арктике, что создавало на месте современного океана своеобразную климатическую сушу. Над ней формировался круглогодичный полярный антициклон, который и препятствовал поступлению в Арктику золотой пыли с окружающих материков. Поэтому здесь и формировались такие уникальные, почти сплошь ледовые отложения с "грунтовыми столбами" во льду, чьи остатки образуют в настоящее время ледовые едомы арктического типа. В прошлом такие отложения, видимо, покрывали большую площадь современного шельфа в пределах моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, а также часть векового ледяного панциря на самом океане, образуя трансарктический стенной мост и особую лессово-ледовую страну Арктиду /Томирдиаро, 1982/.

Отдельно следует отметить, что всякое ускорение поступления золотого лессового вещества фиксируется в разрезах едом не только тонкими ледяными жилами главной генерации (см. рисунок), но и огрублением гранулометрического состава и появлением тяжелых минералов, в частности пироксена (60–70%), циркона (7–10%), амфибола (5–10%), ильменита (7–9%) не только во фракции 0,05–0,01 мм (в которой они присутствуют в едомах обоих типов), но и во фракции 0,1–0,05 мм в едомах континентального типа. Замедление же осадконакопления, естественно, приводило к большему физическому и химическому дроблению минерального вещества в слое сезонного промерзания – протаивания и, следовательно, к увеличению содержания минералов глинистой фракции (см. рисунок).

На основании всего изложенного мы предлагаем выделять новые

многочисленные климатические циклы (или подциклы) внутри обоих ледниковий позднего плейстоцена. Но для использования их в целях более детального расчленения лессовых толщ этих этапов следует в ближайшем будущем точно установить их количество и интенсивность, а для позднего вюрма – и их точные радиоуглеродные датировки. Естественно, что эти исследования следует проводить прежде всего на едомах Северо-Востока СССР, используя свойственную им уникальную почти “музейную” сохранность законсервированного вечной мерзлотой первичного криогенно-эолового вещества позднего плейстоцена.

### Литература

- Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
- Втюрин Б.И., Болиховская Н.С., Болиховский В.Ф., Гасанов Ш.Ш. Строение едомных отложений в низовьях Индигирки. – В кн.: Стратиграфия и палеогеография кайнозоя Тихоокеанского кольца. М.: ВИНТИ, 1979, с. 151–153.
- Геологическая карта Северо-Востока СССР. М-6 1:1 500000. – Л.: МинГЕО СССР, 1982.
- Иванова И.К. О геохронологии и стратиграфии позднего плейстоцена по материалам Среднего Приднестровья. – В кн.: Геохронология четвертичного периода. М.: Наука, 1980, с. 102–116.
- Каплина Т.Н. Спорово-пыльцевые спектры осадков ледового комплекса приморских низменностей Якутии. – Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1979, № 2, с. 85–93.
- Каплина Т.Н., Гитерман Р.Е. Расчленение позднеплейстоценовых отложений Колымской низменности (опорный разрез Молотковского Камня на р. Малый Анюй). – В кн.: Четвертичные отложения Востока СССР. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ. Препринт, 1982, с. 11–13.
- Попов А.И. Подземный лед в четвертичных отложениях Яно-Индигирской низменности как генетический и стратиграфический индикатор. – В кн.: Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1965, с. 278–285.
- Путеводитель научной экскурсии XIV Тихоокеанского научного конгресса по туру XI. – М.: ВИНТИ, 1979. – 116 с.
- Томирдиаро С.В. Природные процессы и освоение территорий зоны вечной мерзлоты. – М.: Недра, 1978. – 145 с.
- Томирдиаро С.В. Лессово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. – М.: Наука, 1980. – 184 с.
- Томирдиаро С.В. Арктический и субарктический типы мерзлотного лесса и выделение едомных формаций шельфового и континентального типов. – В кн.: Основные черты развития природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982, с. 134–141.
- Томирдиаро С.В., Черненький Б.И., Башлавин Д.К. Лессо-

во-ледовая формация шельфового типа и обнажение Оягосский Яр. – В кн.: Мерзлотно-геологические процессы и палеогеография низменностей Северо-Востока Азии. Магадан: Кн. изд-во, 1982, с. 30–53.

Шило Н.А., Томирдиаро С.В. Палеогеография и абсолютная геохронология позднего плейстоцена на Северо-Востоке Сибири. – В кн.: Мерзлотно-геологические процессы и палеогеография низменностей Северо-Востока Азии. Магадан: Кн. изд-во, 1982, с. 9–22.

УДК 551.3.051

Я.Е. Шаевич

## ЗНАЧЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ЦИКЛИЧНОСТИ

### ЛЕССОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

### В РЕШЕНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

### ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Цикличность природных явлений относится к числу тех проблем, которые по мнению одних исследователей бесспорны и очевидны, а по мнению других – расплывчаты и малоопределенны. Первые склонны видеть в цикличности чуть ли не основу мироздания, вторые же до предела в этом отношении сдержанны.

И все же многие исследователи считают, что циклическое осадконакопление – это не только эффективный способ восприятия и охвата многообразных факторов в единой общей концепции, но и новый метод познания.

Более чем столетняя история изучения лессовых отложений имеет немало примеров сознательного или стихийного подхода к познанию лессов с позиций цикличности их строения.

В ряду субаэральных образований лессовые занимают особое положение благодаря наличию у них не только ряда специфических свойств (например, просадочных), но и хорошо выраженного циклического строения толщ, состоящих из отдельных слоев и их ассоциаций. Слоистость, по единодушному признанию крупнейших геологов, – одно из самых существенных и характерных свойств почти всех осадочных образований. Лессовые отложения в этом отношении не составляют исключения.

Причиной образования слоистости в самом общем виде является нестационарный режим осадконакопления: изменение количества и качества поступающего в бассейн седиментации обломочного и растворенного материала, динамики среды, чередование периодов размыва и осадконакопления и т.д. Причина проявления слоев, соответствующих отдельным циклам и осадочным толщам, – главным образом изменения климата, обусловленные космическими и астрономическими факторами, и геотектонические процессы.

Четвертичный период, с которым связана вся история лессовых

отложений, характеризуется многократными и весьма значительными колебаниями климата, что находит отражение не только в литологии лессов, но и во всем их облике. Мы разделяем мнение о том, что лессы – отложения климатические. Особое внимание при этом уделяем литолого–генетической характеристике материнских пород и заключенных в них погребенных почв не только как средствам разделения толщи, но и как предпосылкам для восстановления палеогеографической обстановки.

Многие исследователи (В.Д. Ласкарев, А.И. Набоких, Г.Ф. Мирчинк, А.Н. Москвитин, В.И. Крокос, М.Ф. Веклич, И.А. Волков, Я.Е. Шаевич) погребенным почвам придают большое стратиграфическое значение. Вся стратиграфия украинского лесса базируется на погребенных почвах.

Палеопедологический метод подкупает своей простотой и, очевидно, поэтому находит себе все больше сторонников. И, как это часто бывает в таких ситуациях, выделение погребенных почв иногда становится просто самоцелью и вряд ли способствует расчленению толщи, не говоря уж о ее стратификации. Сознание того, что для формирования почв необходимы определенные условия, отличные от условий образования лессов, привело к простой (со всеми вытекающими из этого обстоятельствами) формуле – погребенные почвы образовались в условиях теплого и относительно влажного климата, накопление осадков и формирование лессовых пород протекало в условиях весьма сухого и довольно прохладного климата. Вместе с тем в литературе появляется иная информация. Так, в работе Н.С. Болиховской /1982/ отмечается: "...При стратиграфическом расчленении лессовых отложений большинством исследователей априори принимается, что горизонты ископаемых почв соответствуют периодам смягчения климата, по сравнению с климатом периодов лессонакопления. Палинологические данные свидетельствуют, что такая посылка справедлива не всегда. Нередки случаи, когда ископаемым почвам соответствуют этапы наибольшего похолодания и иссушения климата. Имеются факты, когда формирование единого гумусового горизонта ископаемой почвы охватывало несколько последовательных ландшафтно–климатических этапов, характеризующихся палиноспектрами различного типа (например, лесного и степного).."

Т.Д. Морозова /1981/ отмечает, что почвообразование не прерывалось в холодные эпохи, когда наблюдалось лессообразование. В отличие от межледниковых в эти эпохи почвообразование происходило в сухих холодных условиях перигляциальных эпох и носило инициальный характер, сочетавшийся с интенсивным накоплением минерального материала (слабое гумусонакопление, микроагрегирование, аккумуляция и перераспределение вторичных карбонатов без их выветривания).

В свете этих и других высказываний становится непонятным, почему некоторые исследователи настойчиво и однозначно связывают особенности строения лессовых разрезов, их стратификацию с ледниковыми и межледниковыми периодами.

В свое время А. Пенк и Е. Брюкнер относили лесс Центральной

и Западной Европы к межледниковым эпохам. Это мнение сейчас почти всеми опровергнуто.

М.Г. Кипиани и А.Д. Колбутов /1966, с. 159/ отмечали: "... Выделением в четвертичной системе горизонтов, к которым относятся отложения, соответствующие ледниковым и межледниковым, мы вносили элемент не только субъективизма, но и слишком вольного обращения со стратиграфической классификацией и затрудняли работу геологов в поле ... Традиционные принципы стратиграфии четвертичных отложений, основанные на представлении о чередовании ледниковий и межледниковий, весьма условны и не должны быть рекомендованы для обоснования дробного стратиграфического расчленения четвертичных отложений ..."

В конце 60-х годов текущего столетия стало очевидным, что древние материковые оледенения, занимавшие не более четверти суши в период максимума их распространения, представляют лишь локальное, частное проявление более общих, глобальных закономерностей – постоянных ритмичных колебаний климата Земли и ритмичных же изменений природы в пределах всех ландшафтных зон. Поэтому, когда речь идет о глобальных изменениях ландшафтной зональности геологического прошлого, понятие "ледниковый" и "межледниковый" целесообразно заменить фазами похолоданий и потеплений, а также увлажнением и иссушением климата, колебанием термического режима планетарного масштаба. Так, ледниковая теория постепенно дополнялась более универсальной теорией климатической ритмичности, на которой основывается современная стратиграфия отложений не только ледниковых, но и внеледниковых областей Земли /Морозова, 1981/.

Естественно, что столь категоричные утверждения не могут обойтись без оппонентов.

П. Дафф и др. /1971, с. 46/ отмечают: "Попытка связать литологические циклы с долгопериодическими климатическими или астрономическими циклами обречены на то, чтобы оставаться в значительной степени умозрительными ...". На наш взгляд они остаются такими только в том случае, если недостаточно обоснованы.

Сложившиеся взгляды на лессы и погребенные почвы как на обособленные в пространстве и во времени геологические тела наложили свой отпечаток на всю стратиграфию лессовых отложений. Оправданно ли при стратификации лессовых отложений отделять погребенные почвы от вмещающих их лессов?

"...Многие, – замечает Г.Ф. Мирчинк /1934, с. 7/, – сплошь и рядом каждую из промежуточных почв, отвечающих замедлению в темпе накопления лесса, считают за образование, синхронное целым межледниковым эпохам. Тут сказывается отсутствие динамического подхода к анализу развивающихся событий ..."

Под седиментационным циклом мы вслед за Ю.Н. Карогодиным /1980а, б/ понимаем процесс (законченный или прерванный) смены динамических и прочих условий и обстановок осадконакопления, ведущий к формированию породных слоев. Для вещественного обозначения цикла (процесса), т.е. для комплекса породных лессовых слоев

и погребенных почв, образовавшихся во время одного цикла, предлагается термин "циклесс". Ему дается следующее определение: "Циклесс – единая, законченная совокупность лессовых породных слоев и погребенных почв, характеризующаяся направленностью строения (морфоструктуры), непрерывностью в изменении основных показателей состава, структурно-текстурных признаков, физико-механических свойств, тесным взаимоотношением и характером плавных границ между слоями." Правомерность этого термина нами уже рассмотрена /Шаевич, 1980, 1982/. Подчеркнем особо, что характерным в строении циклессов является их двуединое строение, ярко выраженное в совместном сонахождении погребенных почв и лессовых разностей

Следует отметить, что все больше исследователей, изучая лессы (не только в целях стратиграфии), представляют их в виде единых комплексов (лесс, погребенная почва).

Гжан Цаунху /1982, с. 323/ в целях изучения стратиграфии делит мощную толщу китайских лессов на несколько серий, а каждую из них – на лессы и погребенные почвы.

Н.И. Кригер /1980, с. 34/ считает, что наличие циклокомплексов (в нашей интерпретации – циклессов) характерно для лессовых отложений. Каждый циклокомплекс состоит из ископаемой почвы и лесса.

Учитывая предпосылки палеопедологии, мы задались целью использовать погребенные почвы не только как граничные рубежи, но и как тела, венчающие определенную породно-слоевую ассоциацию, соответствующую одному циклу осадконакопления и формирования толщи пород. Появилась возможность представить лессовую толщу в виде системы, а для ее изучения использовать системно-структурный подход.

Циклесс, по сути дела, является системой. Об этом свидетельствует хотя бы то, что породные слои, выделяемые нами как элементы системы, не могут рассматриваться сами по себе. Как независимые они непременно должны быть соотнесены с чем-то целым, в противном случае теряется смысл самого процесса цикличности и понятия породно-слоевая ассоциация. Совокупность отношений между элементами в циклессе является ее структурой.

В лессовой породно-слоевой ассоциации структура (связь) характерна тем, что ее элементы (породные слои) связаны между собой не прямо, а через посредство их отношений к природной среде. Иными словами, они представляют собой независимые единицы, образующие систему, благодаря тому, что объединены рядом общих свойств. Считая, что для лессовой системы характерно сонахождение породных слоев, мы должны знать, что является причиной их парагенетических связей. Это дает возможность устанавливать типы циклессов, их морфологию. Парагенезис слоев мы связываем с цикличностью лессообразования.

Итак, элементарная лессовая система – это цельное тело с определенной структурой ее неделимых на заданном уровне элементов (породных лессовых слоев и погребенных почв), обладающее эмерджентностью и упорядоченностью во времени.

Используя системно-структурный подход к изучению какого-либо природного образования, мы должны установить в нем наличие: 1) целостности; 2) ее частей (элементов); 3) определенной структуры, т.е. взаимосвязи между элементами; 4) иерархичности; 5) упорядоченности во времени, т.е. повторяемости через какие-то промежуточные времена.

Наличие этих признаков рассмотрено нами на конкретных примерах /Шаевич, 1980, 1982/.

Мы твердо убеждены, что циклесс (породнослоевая ассоциация) венчается погребенной почвой, а не подстилает лессовые породы определенного цикла их образования. Чтобы понять строение статических объектов, какими являются лессовые отложения, понять их природу, необходимо привести такие объекты в движение, рассмотреть процессы их становления.

Мы процесс (цикл) образования комплекса породных слоев представляем состоящим из активной и пассивной частей. Сущность этого заключается в том, что в активной (инциклессе) части идут очень интенсивное накопление осадка и превращение его в лессовую породу с последующей дифференциацией на отдельные породные тела (слои). Вторая часть (условно назовем ее пассивной - финциклесс) характеризуется тем, что процесс накопления осадков затухает (не останавливается, не прерывается), начинают преобладать факторы, способствующие превращению осадков в погребенную почву.

Б.Н. Ильичев и В.О. Торгульян /1981/ пишут, что в настоящее время в науках, исследующих современные и древние процессы почвообразования и континентального литогенеза, оформились две концепции формирования субэральных почв и кор выветривания.

Первая состоит в том, что почва и кора выветривания развиваются в стабильной толще материнской породы вглубь от фиксированной дневной поверхности и достигают определенного зрелого равновесного состояния разной природной среды. Это классическая концепция, берущая начало от В.В. Докучаева и К.Д. Глинки.

Вторая концепция, оформившаяся при изучении лессовых толщ и заключенных в них погребенных почв, наряду с подобным ходом процесса "вводит" в систему почво- и корообразования регулярное поступление на дневную поверхность эолового силикатного материала - эоловой пыли; при этом толща почв на водоразделах растет вверх. Однако и в том и в другом случае субстратом для почвы является материнская порода, на поверхности которой образуется верхняя граница раздела.

Правильно разделить толщу на отдельные циклессы можно не одним - двумя, а целым комплексом генетически связанных друг с другом признаков, отражающих взаимосвязанное влияние всех стадий преобразования осадка в породу. Вместе с тем необходимо из многообразия признаков выделить те главные, диагностические, которые наиболее полно и однозначно характеризуют лессовые отложения в связи с их цикличностью.

Специфичность строения лессовых отложений и характер изменения по разрезу основных показателей состава, струк-

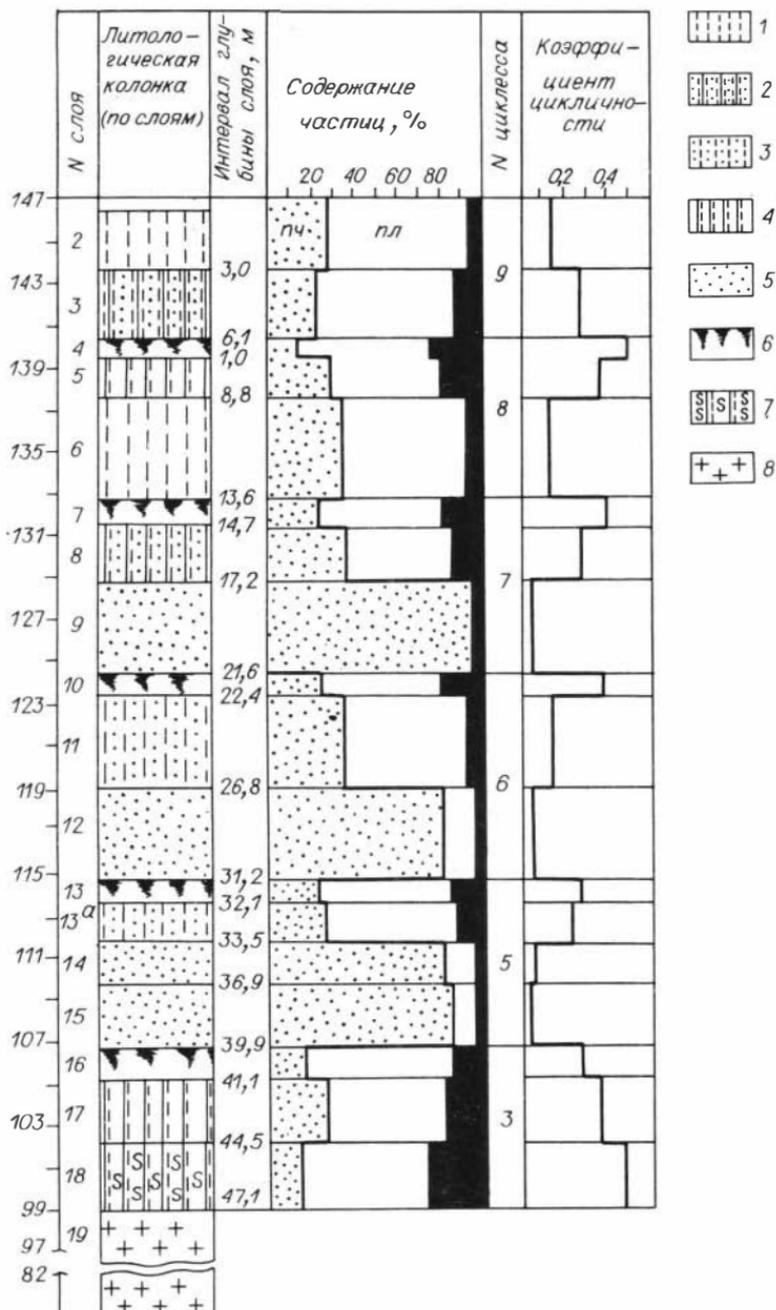


Рис. 1. Графики изменения гранулометрических показателей и коэффициента цикличности.

1 - супеси тяжелые, 2 - суглинки легкие, 3 - супеси легкие, 4 - суглинки средние, 5 - пески пылеватые, 6 - погребенные почвы, 7 - суглинки иловатые, 8 - граниты; пч - песчаные, пл - пылеватые.

туры, текстуры и физико-механических свойств, в особенности главного структурного признака – гранулометрического состава (рис. 1), свидетельствуют о том, что любой разрез лессовых отложений независимо от фациальных особенностей по последовательности породных слоев и их ассоциаций распадается на отдельные четкие циклессы (системы), легко обнаруживаемые при графическом изображении гранулометрического состава.

Многочисленными исследованиями доказано, что и другие структурно-текстурные признаки, вещественный и химический состав, физико-механические свойства закономерно изменяются как в пределах отдельного циклесса, так и в разрезе в целом. Границы подобных изменений чаще всего совпадают с переломами и аномалиями на гранулометрических кривых. Это свидетельствует о тесной корреляционной связи всех признаков друг с другом и в особенности с гранулометрическим составом. Выделяя отдельные циклессы по гранулометрическому составу, мы тем самым выделяем их и по другим признакам.

Вышесказанное дает нам право принять в качестве одного из основных диагностических признаков расчленения лессовых толщ гранулометрический состав. Многие литологи склоны считать, что разные комбинации фракций гранулометрического состава, характерные для конкретного породного образования, отражают условия осадконакопления.

Несомненное диагностическое значение гранулометрического состава, анализ отдельных групп фракций (песчаных, пылеватых, глинистых) способствовали поиску интегрального цифрового критерия для выделения в разрезе отдельных циклессов.

Комплексное изучение лессовых отложений показало, что основными фракциями, существенно влияющими на облик и свойства лессовых отложений, являются крупнопылеватые ( $d = 0,01-0,05$  мм) и глинистые частицы ( $d = 0,005$  мм).

Нами в качестве коэффициента цикличности ( $K_{\text{ц}}$ ) принято процентное отношение частиц  $d = 0,005$  мм к частицам  $d = 0,01-0,05$  мм.

Анализ более 730 значений  $K_{\text{ц}}$  по разным регионам показал корректность этого показателя по отношению к другим показателям состава, свойств, а также к стратиграфии лессовых отложений.

Отмечена очень устойчивая тенденция – по мере утяжеления гранулометрического состава  $K_{\text{ц}}$  увеличивается. По сравнению с вмещающими слоями (и особенно вышележащим) погребенные почвы имеют коэффициент цикличности в 2–5 раз больше. Именно это позволяет легко фиксировать погребенные почвы и выделить циклессы. Гранулометрические особенности отдельных циклессов – это не случайное чередование литологических разновидностей с разной гранулометрией по крупности зерен, а закономерно построенные комплексы, отражающие взаимодействие участвующих при их образовании различных природных факторов.

Анализ цикличности лессовых образований вскрывает две стороны этого процесса: фиксацию цикличности в вертикальном разрезе и установление ее масштабов по латерали.

Размеры вертикальных и горизонтальных проявлений цикличности тесно связаны между собой: чем крупнее циклессы и чем длительнее время их образования, тем большие площади они захватывают.

Наблюдается выдержанность циклессов не только в вертикальном разрезе, но и по латерали на значительные расстояния, что определяет их стратиграфическое значение. По существу, последовательность циклессов в пространстве и во времени является стратиграфической шкалой лессовой толщи. Циклесс, на наш взгляд, может быть определенной стратиграфической единицей.

Рассмотрим этот вопрос подробнее. Стратиграфические исследования четвертичных отложений и особенности их картирования показывают, что наиболее целесообразным является выделение в качестве основных местных подразделений четвертичной системы стратиграфо-генетических единиц.

Вместе с тем существует целый ряд осадочных образований, генезис которых пока еще спорный. Это способствовало появлению термина "полигенетичные образования". К подобным образованиям относятся широко распространенные лессовые. Как поступать в подобных случаях?

Системно-структурный подход в изучении лессовых образований и, в частности, доказательная возможность расчленения толщи на отдельные системы – лессы (циклессы) – облегчают решение данного вопроса.

Рассмотрим правомерность циклесса как стратиграфической единицы определенного ранга.

В Стратиграфическом кодексе СССР /1977/ принята структура стратиграфической классификации. В ней выделяются три группы: 1) основные стратиграфические подразделения комплексного обоснования; 2) стратиграфические подразделения частного обоснования; 3) вспомогательные стратиграфические подразделения.

Не касаясь основных критериев первых двух групп, отметим, что при стратиграфизации лессовых образований вспомогательные стратиграфические подразделения наиболее приемлемы и обоснованны. Они являются самостоятельными и могут обозначаться терминами свободного пользования. В практике наиболее распространены две категории вспомогательных стратиграфических подразделений – лито- и биостратиграфические.

Учитывая, что лессовые образования содержат незначительное количество представительной фауны и флоры, мы рассмотрим возможность использования при стратификации лессов литологических признаков (литостратиграфический аспект), характера изменения основных свойств и, самое главное, цикличности осадконакопления и строения толщ.

Стратиграфический кодекс СССР предусматривает следующие категории литостратиграфических подразделений: толща, пачка, пласт (слой), маскирующий горизонт. Есть смысл хотя бы в одной

общей форме дать определение кодексом вышеприведенных единиц, чтобы лишний раз убедиться в том, что лессовые образования могут успешно стратифицировать по указанной схеме.

Толща – совокупность геологических образований, характеризующаяся некоторой общностью входящих в нее пород или их ассоциаций. Правомерность словосочетания “лессовая толща” не вызывает сомнения, ибо входящие в нее породные слои и их ассоциации имеют много общих черт, на которые указывалось выше.

Пачка – относительно небольшая по мощности совокупность слоев (пластов), характеризующихся некоторой общностью признаков или одним определенным признаком, что позволяет отличить ее от смежных по разрезу пачек.

Мы уже попытались показать характерные отличительные черты, присущие породно-слоевой ассоциации – циклессу. Налицо все признаки, позволяющие считать циклесс стратиграфической единицей уровня пачки.

Пласт (слой) – литологически более или менее однородные, относительно маломощные отложения, отличающиеся каким-либо признаком и ясно отграниченные от ниже- и вышележащих пластов. Многие характерные признаки лессового породного слоя соответствуют этим требованиям. Маркирующий горизонт – широко распространенные и развитые на определенном стратиграфическом уровне маломощные отложения (пачки, пласт), выделяемые на основании типичных особенностей слагающих пород, наличия остатков определенных организмов (как характерных признаков породы) или других особенностей, заметно отличающих данный горизонт от подстилающих и особенно перекрывающих отложений. Описывая циклесс, мы отмечали, что эту породно-слоевую ассоциацию венчают погребенные породы. Можно ли их считать маркирующими горизонтами? Несомненно. Погребенные почвы отличаются от вмещающих их пород рядом признаков, среди которых можно отметить более темный цвет, наличие растительных остатков, более тяжелый гранулометрический состав, повышенную влажность и др. (см. рис. 1).

Итак, стратиграфическое деление лессовых отложений может быть представлено четырьмя таксонами, находящимися в определенной иерархической последовательности: толща, пачка, слой, маркирующий горизонт (слой).

Стратиграфический кодекс /1977/ строго не регламентирует правила наименования литостратиграфических единиц (таксонов). Вместе с тем этот документ (п. 6А, Б, В) дает полезные советы описания стратиграфических подразделений. Для примера возьмем конкретный случай, скажем циклесс интервала глубины 6,4–14,9 м (см. рис. 1). Стратиграфическое положение этой элементарной системы именуется так: лессовая толща Новосибирского Приобья, пачка 8 (пылеватые, светло-коричневые просадочные сугеси и суглинки; погребенная почва – тяжелые коричневые суглинки). Подобным образом делится вся толща. Мы сознательно опускаем возрастную индексацию циклессов, так как это предмет особого разговора.

Климатостратиграфическая методика изучения лессовых отложе-

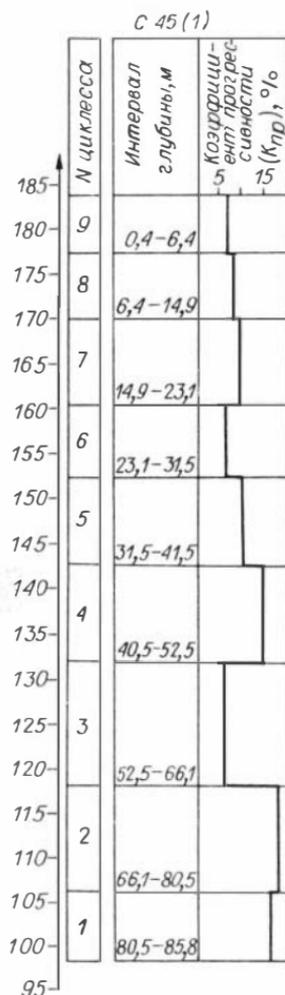
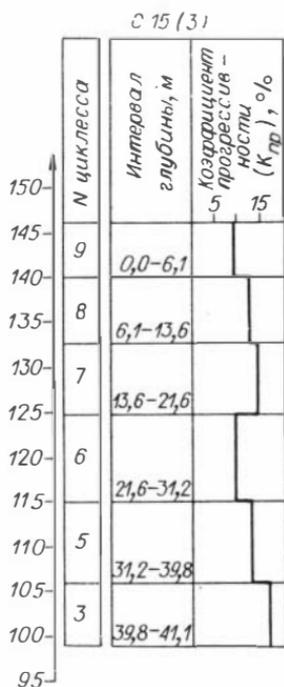


Рис. 2. Графики изменения коэффициента прогрессивности.

ний является комплексной, поскольку опирается в равной мере на характер цикличности строения, палеопедологические и литологические особенности, на данные состава, состояния и свойств породных слоев, а для целей корреляции использует разнообразные критерии синхронизации. На наш взгляд, одним из таких критериев может быть предложенный Ю.Н. Карогодиным коэффициент прогрессивности ( $K_{пр}$ , %). Выше указывалось, что для циклессов характерно их двуединое строение. Нижняя часть (инциклесс), когда идут интенсивное осадконакопление и формирование лессовых породных слоев, является активной, верхние (финциклесс) погребенные почвы представляют собой пассивную часть. Отношение мощности финциклесса к общей мощности циклесса (в этом состоит смысл предложенного коэффициента) отражает не только направленность строения толщи, но и интенсивность формирования каждого циклесса в отдельности. Нами установлено, что  $K_{пр}$  для разных лессовых

регионов имеет свои характерные пределы величин, что позволяет выполнять важную для корреляции циклессов (пачек) по латерали процедуру стратиграфического прослеживания. Так, для лессовых отложений Новосибирского Приобья  $K_{пр}$  редко бывает выше 20%, для опорных лессовых разрезов Украины  $K_{пр}$  чаще всего более 50%. На рис. 2 приведены графики  $K_{пр}$  для  $K_{пр}$  опорных скважин 15(3) и 45(1) Новосибирского Приобья.

Выдержанность циклессов на больших расстояниях определяет их стратиграфическое значение, что позволяет, используя указанные в статье принципы, стратифицировать лессовую толщу любого региона.

### Литература

- Болиховская Н.С. Палеогеография лессонакопления в свете палинологических данных. – В кн.: Тезисы докладов к IX конгрессу ИНКВА. Т. I. М.: 1982, с. 35–36.
- Гжан Цзунху. Литологический и стратиграфический анализ лессовых разрезов лессового плато Китая. – В кн.: Тезисы докладов к IX конгрессу ИНКВА. Т. II. М., 1982, с. 323.
- Дафф П., Халлам А., Уолтон Э. Цикличность осадконакопления. – М.: Мир, 1971. – 284 с.
- Ильичев Б.Н., Торгульян В.О. Эоловый привнос пыли в лесной зоне Русской равнины в голоцене. – Докл. АН СССР, 1981, т. 256, № 1, с. 923–928.
- Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. – М.: Недра, 1980а. – 241 с.
- Карогодин Ю.Н. Анализ некоторых методологических и теоретических вопросов цикличности субаэральных образований. – В кн.: Цикличность формирования субаэральных пород. Новосибирск: Наука, 1980б, с. 157–161.
- Кипиани М.Г., Колбутов А.Д. О схеме подразделений и лейстоцена (некоторые замечания по принципиальной схеме подразделения четвертичных отложений). – В кн.: Четвертичный период Сибири. М.: Наука, 1966, с. 158–164.
- Кригер Н.И. Причины цикличности процесса лессообразования. – В кн.: Цикличность формирования субаэральных пород. Новосибирск: Наука, 1980, с. 34–40.
- Мирчинк Г.Ф. Геология четвертичных отложений. – М.: ОНТИ, 1934. – 51 с.
- Морозова Т.Д. Развитие почвенного покрова Европы в позднем плейстоцене. – М.: Наука, 1981. – 282 с.
- Стратиграфический кодекс СССР. – Л.: изд. ВСЕГЕИ, 1977. – 79 с.
- Стратиграфический словарь СССР. Палеоген, неоген, четвертичная система. – Л.: Недра, 1982. – 611 с.
- Шаевич Я.Е. Некоторые вопросы терминологии и методики выделения циклов субаэральных пород. – В кн.: Цикличность формиро-

вания субаэральных пород. Новосибирск: Наука, 1980, с. 64–77.

Шаевич Я.Е. Цикличность осадконакопления и системность в строении как факторы стратификации лессов. – В кн.: Тезисы докладов к IX конгрессу ИНКВА. Т. III. М.: Наука, 1982, с. 348–349.

УДК 551.782.2(477.5)+551.79(477.5)

В.Г. Табота, В.И. Сидоренко, В.К. Смоляга

## ЗНАЧЕНИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ ЛЕССОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Среди покровных отложений плейстоцена особая роль принадлежит лессовым, которые и в настоящее время вызывают повышенный интерес. Это обстоятельство связано с весьма широким распространением лессовых пород, невыясненностью их генезиса, наличием в лессах таких неблагоприятных в строительном отношении особенностей, как просадка, набухание и др.

Кроме того, лессовые породы, благодаря своим агрофизическим свойствам и наличию в них запасов питательных веществ, являются хорошим субстратом для формирования различных типов черно- и сероземных почв, отличающихся высоким плодородием. Наконец, в местах развития лессов сосредоточены наиболее густонаселенные и урбанизированные районы современной земной цивилизации, будущее которой целиком зависит от сохранения в сельскохозяйственном производстве высокопродуктивных земель.

Вот почему сейчас на Земле нет ни одного континента, включая Антарктиду, где ученые не искали ответ хотя бы на один из этих вопросов. Несмотря на то что над проблемой лессов уже более 150 лет трудится многочисленная армия исследователей, ряды которой постоянно пополняют геологи, географы, минералоги, петрографы, геохимики, палеонтологи, палинологи, почвоведы, агрономы, строители и многие другие специалисты, вопрос генезиса лесса, его стратиграфического расчленения, состава, свойств и состояния и в настоящее время в четвертичной геологии является проблемой номер один.

Комплексный подход к решению этих задач, использование новейших методов исследований открыли в последнее время много ранее неизвестного в проблеме лессов. Однако главные вопросы еще не решены.

Как показывают исследования, распространение лессовых пород подчинено палеогеографическим условиям на стадии сингенеза и связано с орографическими особенностями территории в период их диагенеза /Веклич, 1968/.

На Украине отложения лессовой формации занимают более

390 тыс. км<sup>2</sup>, или около 65% всей территории /Краев, 1971/. Они принадлежат к трем европейским лессовым провинциям: Среднерусской, Южно-Русской и Карпатской.

В Среднерусскую лессовую провинцию включены области ледниковой денудации и аккумуляции материковых оледенений, находящиеся в границах оледенений и связанных с ними водно-ледниковых равнин. Это области Украинского Полесья, днепровского и санско-бугского ледниковых выступов максимального днепровского оледенения.

К Южно-Русской лессовой провинции принадлежит значительно большая часть лессового покрова УССР, включающая распространение лессовых пород внеледниковой зоны.

Наконец, в Карпатской лессовой провинции лессовые породы распространены ограниченно. Они связаны с горными оледенениями в Карпатах и приурочены к равнинам Закарпатья.

В Среднерусской и Южно-Русской провинциях, а также в предгорьях Крыма и Карпат лессовые породы залегают почти повсеместно. Они отсутствуют лишь в днищах глубоких балок и оврагов, а также на пойме, дофиновско-причерноморской и витачевско-бугской террасах. Нет лессовых отложений и на современных морских и лиманно-морских террасах, на косах. В Полесье лессы сохранились лишь в виде небольших островов, занимающих наиболее повышенные участки водоразделов. Отсутствуют лессовые породы в горных районах Карпат и Крыма, на отдельных участках высоких водоразделов Донбасса, на вершинах толтровых гряд Подолии.

Лессовые породы залегают на самых разных типах и формах рельефа. Отметки их поверхности колеблются от -8 - -15 м и близких к нулевым в южной части Черноморского побережья между Днестром и Дунаем, на отдельных участках Сиваша, в низовьях Днепра и южной части Молочного Лимана до 220-260 м в Полесье, 380-400 м в Вольно-Подолии, 450-520 м в Предкарпатье /Соколовский, 1958/. На главном водоразделе Донбасса лессовые породы залегают на отметках свыше 300 м /Рослый, 1966/.

Средняя мощность более 50% всей площади лессового покрова 15-30 м. Наибольшие мощности (до 50 м и более) отмечаются в оконечностях языка днепровского оледенения района Приднепровской возвышенности на участке между Днепровском и Днепродзержинском. Наименьшие мощности свойственны покровам Центрального Донбасса, Предгорного Крыма, Карпат, Приазовской возвышенности (3-7 м).

Механический состав лессовых грунтов Украины меняется как в плане, так и по глубине разреза с возрастом пород. Облегчение состава лессов отмечается с севера на юг и от водоразделов к речным долинам, а также от древних к более молодым горизонтам. Во внеледниковой зоне харьковско-белгородско-курского выступа многие лессовые горизонты полностью замещены супесями и песками /Сидоренко, 1977/.

Следует отметить, что под лессами мы понимаем парагенезис плейстоценовых субаэральных пород, все типы которых связаны общностью особенностей состава, свойств и состояния, обусловлен-

ной палеогеографической обстановкой на стадии их сингенеза и диагенеза. При этом мы выделяем типичные лессы и лессовидные отложения, сформированные в криовсеротических условиях ледниковых периодов или их фаз. Последние наряду с общим сходством с лессами имеют существенные отличия. Они представлены обычно лессовидными глинами, суглинками, супесями, а также облессованными песками, имеют ясно выраженную или скрытую слоистость, отличаются более плотным сложением и пониженной по сравнению с лессами пористостью и т.д.

Как в толще лессов, так и в толще лессовидных пород мы выделяем горизонты или комплексы ископаемых почв, сформированные в межледниковья и интерстадиалы и обладающие своими специфическими физико-механическими, химическими, водно-физическими и другими особенностями. В результате лессовые горизонты, лессовидные отложения и ископаемые почвы мы рассматриваем как исторически сложившиеся геологические тела, сформированные в индивидуальных палеогеографических условиях и обладающие определенными свойствами.

Неоднородность лессовых грунтов в толще, их сменяемость и выклинивание в плане и по глубине разреза, наличие (наряду с породами с относительно высокой несущей способностью) прослоев или пластов слабых грунтов часто значительно осложняют инженерно-геологическую обстановку. Поэтому выделение генетических типов исторически сложившихся стратиграфических горизонтов и комплексов лессовых пород, имеющих свои, специфические инженерно-геологические особенности, играет на данном этапе в инженерной геологии существенную роль, так как дает возможность повысить качество изыскательских работ и увеличить точность и надежность получаемых при этом результатов. Практика показывает, что без стратиграфического расчленения лессовых отложений невозможны правильное выделение (особенно в полевых условиях) инженерно-геологических элементов и постановка оптимальной задачи на выполнение лабораторных исследований. При этом надо учитывать, что перенос информации о свойствах грунтов методом инженерно-геологических аналогий является обоснованным лишь тогда, когда базируется на знании условий формирования лессовых отложений и их стратиграфических особенностей. Только такой подход дает возможность правильно определить граничные условия при моделировании условий и решении задач прогноза подтопления, сделать глубокий анализ причинно-следственных связей в условиях аварийных ситуаций и принять соответствующие решения. Без знания истории развития территории и условий формирования различных генетических типов литолого-стратиграфических горизонтов и комплексов лессовых отложений невозможно осуществление управления состоянием геологической среды на урбанизированных территориях.

Исходя из вышеизложенного в последнее десятилетие в институте УкрвостокГИИНТИЗ Госстроя УССР вопросам стратиграфии лессовых отложений уделяется особое внимание. Центральным производством УкрвостокГИИНТИЗа, а также его филиалами и комплек-

ными отделами изучены и детально опробованы опорные разрезы естественных и искусственных обнажений лессовых пород. На малорасчлененных участках основных типов и форм рельефа, а также их частей пробурены и опробованы опорные скважины. Использование палеогеографического метода исследований, включающего палеонтологические, палеогеоморфологические, палеопедологические, палеоклиматические и другие исследования, дало возможность выделить в толще лессовых отложений Украины в соответствии со схемой УРМСК 16 стратиграфических горизонтов, проследить их границы распространения и условия залегания, а главное, установить диагностические признаки, обусловленные региональными, местными и локальными палеогеографическими условиями в период их сингенеза и диагенеза.

Особое внимание уделялось выделению генетических типов лессовых отложений и определению их диагностики, так как в области стратиграфии и геологического картирования четвертичных отложений генетические типы являются основой основ /Шанцер, 1966/. В частности, в толще субазральных и субаквальных четвертичных отложений внеледниковой зоны Левобережной Украины Укрвосток-ГИИНТИЗом было установлено более 20 генетических типов. Выделение типов отложений осуществлялось до макрофаций или групп фаций, так как разброс показателей состава, свойств и состояния грунтов этих таксономических единиц не выходил за пределы требований нормативных документов.

Стратиграфическое расчленение и выделение генетических типов лессовых отложений дало возможность разработать в институте временное методическое руководство по расчленению четвертичных отложений при инженерно-геологических исследованиях. Оно было внедрено как в УкрвостокГИИНТИЗе, так и в других организациях, ведущих изыскания в зоне деятельности института. Работа многих изыскательских организаций в области стратиграфического расчленения и выделения генетических типов лессовых отложений по единой схеме не только повысила оперативность повторного использования текущих материалов при составлении программ, отчетов и заключений, но и дала возможность без предварительной их обработки постоянно пополнять территориальные инженерно-геологические фонды.

Особую роль сыграло расчленение лессовых отложений при сборе, обработке и систематизации материалов изысканий прошлых лет с целью их повторного использования. Оно позволило только по Харьковской области и г. Харькову привести к общему знаменателю около 150 тыс. разрезов скважин, шурфов, обнажений и других выработок, которые в настоящее время широко используются при составлении программ, отчетов и заключений.

С целью пропаганды и внедрения опыта расчленения лессовых отложений и повторного использования ретроспективной геологической информации были проведены конференции и семинары, в работе которых приняли деятельное участие изыскатели и ученые не только Украины, но и многих союзных республик.

Следует отметить, что расчленение лессовых отложений на основе схемы УРМСК, приведение материалов изысканий прошлых лет к общему знаменателю и их широкое повторное использование параллельно с новыми изысканиями значительно ускорили выполнение многих работ, повысили их качество, дали возможность по многим объектам составлять программы, отчеты и заключения без применения нового бурения.

Особо следует отметить значение стратиграфического расчленения лессовых отложений при выполнении на Украине таких работ, как схема защиты территории г. Харькова от подтопления; проекты застройки микрорайонов в Харькове, Полтаве, Днепропетровске, Запорожье и др.; площадки некоторых заводов в Кировоградской области; применение статического зондирования для расчленения лессовых отложений; использование подземного пространства (сооружение метро в Харькове и Днепропетровске, коллекторов глубокого заложения, водоводов и т.д.).

Однако этим значение проблем расчленения лессовых отложений не исчерпывается. Наряду с инженерно-геологическими оно позволило решить некоторые вопросы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. В частности, только на основе ретроспективной информации по ряду административных районов, районных центров, поселков городского типа и городов Украины построены аналитические покомпонентные и синтетические карты комплексной оценки территории в целях размещения перспективного строительства на неудобьях и малопродуктивных землях. Они явились основой для схем районных планировок, были использованы при размещении хвостохранилищ на Днепровском, Ново-Криворожском, Южном и других горно-обогатительных комбинатах, а также при выборе мест размещения АЭС, АСТ, агрохимкомплексов и других объектов.

Особо следует отметить значение крупномасштабных литолого-стратиграфических карт генетических типов четвертичных отложений, составленных в соответствии со схемой УРМСК на основе ретроспективной информации.

По г. Харькову такая карта была исходным материалом для ТЭО генплана и обоснованием его. Она дала возможность изучить режим и условия формирования водоносных горизонтов в лессовой толще на застроенных и незастроенных территориях, сделать его районирование по условиям подтопления, разработать схему мероприятий по защите города от подтопления. Литолого-стратиграфическая карта генетических типов четвертичных отложений г. Харькова легла также в основу моделирования барражного воздействия трассы метрополитена на процессы подтопления. Наконец, наряду с картами дочетвертичных геолого-генетических комплексов, инженерно-геоморфологической, искусственных грунтов, глубин залегания и гидроизогипс грунтовых вод, изопахит связанных и несвязанных субаэриальных и субаквальных отложений и другими, литолого-стратиграфическая карта генетических типов четвертичных отложений будет положена в основу карты инженерно-геологического районирования территории.

Таким образом, практика показывает, что стратиграфическое расчленение лессовых отложений является важным резервом в повышении качества инженерно-геологических изысканий. Поэтому необходимость дальнейших работ по детальному стратиграфическому расчленению лессовых грунтов Украины является очевидной. Наряду с традиционными нужно применять такие методы, как палеопедологический, спорово-пыльцевой и другие, чтобы не только выделить стратиграфические горизонты, но и установить их типы, границы распространения, условия залегания, а главное – состав, свойства и состояние в зависимости от палеогеографических условий в период их формирования. Это даст возможность провести районирование территории Украины по литолого-стратиграфическим особенностям лессовых грунтов, выделить их типы, установить соотношение стратиграфических горизонтов, в том числе и ископаемых почв с инженерно-геологическими элементами. С этой целью необходимо выполнять планомерное покрытие территории Украины сетью точек статистического зондирования с комплексом радиоактивного каротажа для выделения инженерно-геологических элементов.

Необходимо также провести работу по изучению физико-механических свойств каждого инженерно-геологического элемента и определению типов грунтовых условий по просадочности для каждого из выделенных районов.

При этом целесообразно в качестве основного метода принять новый, наиболее эффективный и достоверный, разработанный Днепропетровским филиалом УкрвостокГИИНТИЗа совместно с НИИОснований по замачиванию обрезных котлованов малой площади. При изучении фильтрационных свойств основной упор надо сделать на использование фильтрационных приборов системы УкрНИИГиМа с проведением испытаний на монолитах грунта больших размеров.

Наконец, назрела необходимость разработки единой для Украины унифицированной схемы условных обозначений генетических типов и литолого-стратиграфических горизонтов и комплексов лессовых пород, являющихся в большинстве случаев основанием фундаментов зданий и сооружений.

## Литература

- Веклич М.Ф. Стратиграфия лессовой формации Украины и соседних стран. – Киев: Наукова думка, 1968. – 238 с.
- Краев В.Ф. Инженерно-геологическая характеристика пород лессовой формации Украины. – Киев: Наукова думка, 1971. – 227 с.
- Рослый И.М. Палеогеографічні умови розвитку лесового покритву Донбасу. – В кн.: Палеогеографічні умови території України в пліоцені та антропогені. Київ: Наукова думка, 1966, с. 82–90.
- Сидоренко В.И. О происхождении песков субаэральной толщи внеледниковой зоны Левобережной Украины. – В кн.: Инженерные изыскания в строительстве. Вып. 7 (48). М.: Изд-во ЦИНИС, 1977, с. 51–55.

Соколовский И.Л. Лессовые породы западной части УССР. – Киев: Изд-во АН УССР, 1958. – 98 с.

Шанцер Е.В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. – М.: Наука, 1966. – 240 с.

УДК 551.782.2(477.5)+551.79(477.5)

В.И. Сидоренко, В.К. Смоляга

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ

РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ

ВНЕЛЕДНИКОВОЙ ЗОНЫ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

В ПОЗДНЕМ КАЙНОЗОЕ

Позднекайнозойские отложения Украины изучаются более 150 лет. Определение их природы, состава, свойств и состояния имеет не только большое научное, но и практическое значение. Ведь комплексное освоение территории страны, широкий размах всех видов массового строительства, осуществление мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды требуют не только выполнения большого объема изыскательских работ, но и значительно повышают требования к точности и надежности результатов. Между тем неоднородность позднекайнозойских отложений в толще, их сменяемость и выклинивание в плане и по глубине разреза, наличие наряду с породами с относительно высокой несущей способностью прослоев или пластов слабых грунтов часто осложняют инженерно-геологическую обстановку. Поэтому выделение в толще генетических типов исторически сформировавшихся литолого-стратиграфических горизонтов и комплексов отложений, имеющих свои специфические физико-механические, водно-физические и другие особенности, имеет большое значение.

Однако многие исследователи в своих работах лишь попутно касались этих отложений при решении других, общегеологических задач. Поэтому и в настоящее время в практике геолого-съёмочных, поисковых, изыскательских и других работ плейстоценовые отложения расчленяются лишь до ранне-, средне- и позднеплейстоценовых, а в плиоценовых субаэральных выделяются только толщи пестрых и красно-бурых глин. Что касается генетических типов позднекайнозойских отложений, то их насчитываются единицы.

Лишь в 60-е годы, благодаря усилиям М.Ф. Веклича, Н.А. Сиренко и др., позднекайнозойские отложения Украины становятся самостоятельным предметом исследований. Используя широкий комплекс как ранее известных, так и новых методов, в своих стратиграфических построениях авторы исходили из зональных, региональных, местных и локальных особенностей палеогеографических условий на

стадиях сингенеза и диагенеза этих пород. В результате был разработан ряд стратиграфических схем плиоцена и плейстоцена Украины, где, в частности, детально рассматриваются отложения юго-западного склона Воронежского кристаллического массива (ВКМ) и Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) /Веклич и др., 1977/.

И все же по детальности изученности позднекайнозойской истории развития и условий осадкообразования внеледниковая зона Левобережной Украины занимает одно из последних мест. Поэтому требование практики геолого-съёмочных, поисковых, изыскательских и других работ заставило нас уделить этому вопросу особое внимание.

Изучение истории развития и условий осадконакопления внеледниковой зоны Левобережной Украины в позднем кайнозое осуществлялось нами на протяжении последних 13 лет. В своих исследованиях мы исходили из того, что земная поверхность на каждом этапе развития представляет собой результат взаимодействия эндогенных и экзогенных сил. Эндогенные силы – различного рода тектонические движения и процессы, вызванные внутренними силами Земли. Они проявляются в виде движений земной коры и сопровождаются изменением гипсометрического положения земной поверхности. Вторые обусловлены энергией солнечной радиации, силой тяжести, жизнедеятельностью организмов и т.д. и проявляются в виде выветривания, перемещения продуктов разрушения под действием силы тяжести, движущейся воды, ледников и ветра, образования осадочных пород и некоторых видов полезных ископаемых, формирования почвенного и растительного покрова. При этом тектонический режим среди многих факторов палеогеографических условий имеет особое значение. Он является основным, ведущим фактором, влияющим на седиментацию не только непосредственно через рельеф, но и косвенно – через изменение климата и через денудацию субстрата, питающего осадконакопление конкретных регионов.

Нами только по Харьковской области и г. Харькову было собрано, обработано и систематизировано около 150 тыс. разрезов скважин, шурфов, обнажений и других выработок. Для приведения их к общему стратиграфическому знаменателю было изучено около 100 опорных разрезов естественных и искусственных обнажений. На малорасчлененных участках всех геоморфологических уровней и их частей пробурены и детально опробованы опорные скважины. Особое место было уделено изучению разрезов по трассам водоводов, коллекторов глубокого заложения, метро, где проходка пород осуществлялась открытым способом. При этом использовались как традиционные методы исследований, так и новые. В частности, при изучении ископаемых почв плиоцена и плейстоцена широко использовался палеопедологический метод, который предусматривал изучение морфологических особенностей ископаемых почв, строение почвенного профиля, распределение мощностей, характер окраски, структуру, сложение, новообразования, включения, мехсостав, характер органического вещества и т.д. /Методика . . . , 1979/.

Для уточнения возраста отложений и условий их образования по всем стратиграфическим горизонтам были проведены спорово-

пыльцевые исследования, которые по отобраным нами образцам выполнялись А.Т. Артющенко в Институте ботаники им. Н.Г. Холодного АН УССР. Для подтверждения правильности сделанных нами стратиграфических выводов некоторые опорные разрезы были дополнительно обследованы совместно с М.Ф. Векlichem.

Много внимания уделялось изучению как современных, так и древних физико-геологических процессов и явлений и связанных с ними форм рельефа и типов отложений. При этом определялись закономерности приуроченности различных типов отложений к формам рельефа или их частям, основные их диагностические признаки и другие особенности. Выделение типов отложений осуществлялось лишь до макрофаций или групп фаций, так как разброс показателей состава, свойств и состояния грунтов по этим подразделениям не выходил за пределы требований нормативных документов. Но даже и в этом случае в толще позднекайнозойских отложений нами выделено и картировано более 20 типов.

Как показали результаты работ, позднекайнозойский этап развития территории характеризуется континентальным режимом. Активизировавшиеся в конце миоцена – начале плиоцена восходящие ритмические региональные тектонические движения привели к общему поднятию территории ДДВ и ВКМ и отступлению понтического моря. Установившийся субаэральный экзодиагнез резко отличается от субаквального. Он характеризуется преобладанием процессов окисления, дегидратации, отсутствием заметного сдавливания и уплотнения пород, слабой литификацией. В толще позднекайнозойских отложений преобладает последовательное наложение, выражающееся в чередовании пород, близких по составу, без резкого разделения слоев. Выделение слоев из толщи, казалось бы, однородных отложений обусловлено зональными, региональными, местными и локальными палеогеографическими различиями в период формирования каждого стратиграфического горизонта.

Как в истории развития территории, так и в строении позднекайнозойской толщи наблюдается четко выраженная мелкомасштабная ритмичность. Она обусловлена региональными особенностями тектонического режима территории и направленной сменой палеогеографической обстановки. Масштаб ритмичности уменьшается от миоцена к плиоцену и далее к плейстоцену и голоцену. По времени ритмичность в общих чертах соответствует палеогеографическим эрам, палеогеографическим периодам, палеогеографическим эпохам, палеогеографическим векам и палеогеографическим фазам /Веклич, 1982/.

Самым крупным ритмом в послепонтической истории развития внеледниковой зоны Левобережной Украины является позднекайнозойская эра, во время которой морской режим сменился континентальным, обеспечившим формирование субаэральных позднекайнозойских осадочных пород.

К концу миоцена – началу плиоцена относится зарождение речной сети. Основные реки вслед за отступавшим понтическим морем закладывались по понижениям, приуроченным к прогибам в зоне северного регионального разлома, отделяющего юго-западный склон

ВКМ от ДДВ, а также в зонах разломов, идущих вкрест простирания ДДВ и выходящих на склоны ВКМ. Отступление моря происходило ритмически и было связано с направленными ритмическими восходящими тектоническими движениями в пределах ВКМ и ДДВ. Всего в позднем кайнозое на рассматриваемой территории явно прослеживается 16 региональных тектонических ритмов, которые нашли отражение в деятельности рек в виде образования 16 речных террас.

Если континентный режим развития территории обусловлен восходящими региональными тектоническими движениями, то дальнейшая дифференциация экзодиагенеза связана с зональной, региональной, местной и локальной палеогеографической обстановкой, в которой ведущая роль принадлежит климату. На этой основе позднекайнозойская эра подразделяется на два периода: неогеновый и антропогеновый, во время которых сформировались соответственно неогеновая и антропогеновая системы континентальных отложений.

На рассматриваемой территории неогеновый период характеризуется в общих чертах чередованием очень мелко (4–9 м), мелко (10–25 м) и среднерасчлененных (25–50 м) влажных, переменновлажных и сухих лесостепных и степных субтропических ландшафтов с умеренно-теплыми и умеренными степными. В условиях первых на суше формировались красноцветные субтропические глинистые почвы и почвенные образования, в условиях вторых накапливались элювиально-делювиальные и другие типы песчаных глин, часто облессованных.

Антропогеновый период отличается сменой глубоко расчлененных (50–75 м) переменновлажных и сухих субтропических, лесостепных и степных ландшафтов перигляциальными ксеротическими разнотравными степями в раннем антропогене, во время которого формировались соответственно красноцветные почвы и лесовые образования. В среднем антропогене очень глубоко расчлененные (75–100 м) умеренно теплые лесостепные и степные ландшафты сменились перигляциальными, а возможно, и гляциальными степями с разнотравной растительностью, во время существования которых формировались соответственно черноземовидные почвы и лесовые, а возможно, и флювиогляциальные отложения. Наконец, в позднем антропогене вместо очень глубоко расчлененных (100–125 м) умеренных и умеренно холодных лесостепей и степей появились перигляциальные ксеротические разнотравные степи, где формировались соответственно светло-коричневые и серовато-бурые почвы и лесовые отложения.

Как в плиоцене, так и в плейстоцене наблюдается дальнейшая дифференциация палеогеографической обстановки, которая позволяет разделить эпохи на ранне-, средне- и позднеплиоценовые и ранне-, средне- и позднплейстоценовые, а также незавершенную голоценовую, во время которых формировались соответственно отложения раннего, среднего и позднего отделов плиоцена, а также ранне-, средне- и позднплейстоценовые и голоценовые отложения.

Границы между эпохами в истории развития выражены по-разному. Сравнительно четко прослеживается граница между ранним и средним плиоценом. Она отражает конец переходного этапа развития

от морского режима к континентальному, о чем свидетельствуют и особенности строения отложений раннего и среднего плиоцена. Несколько условна граница между средним и поздним плиоценом, хотя здесь уже ощущается различная степень континентальности климата, о чем свидетельствуют и особенности средне- и позднеплиоценовых отложений. Что касается границ между плиоценом и плейстоценом, а также внутри плейстоцена, то они прослеживаются очень четко, что подтверждается особенностями всех субаэральных и почвенных отложений.

Следует отметить, что выделенные выше эпохи в истории развития территории в общих чертах совпадают с эпохами полярности Земли. Раннеплиоценовой эпохе соответствует эпоха обратной полярности Гильберта, среднеплиоценовой – эпоха прямой полярности Гаусса, позднеплиоценовой – эпоха обратной полярности Матуямы. Что касается плейстоценовой эпохи, то ей также в общих чертах отвечает эпоха прямой полярности Брюнеса.

Отделы отложений разделяются на века и соответствующие им ярусы отложений, связанные с региональными особенностями территории. На этой основе в раннеплиоценовой эпохе выделяются понтический век и соответствующие ему континентальные отложения понтического яруса, отвечающие переходному периоду от морского режима к континентальному. В среднем плиоцене выделяются киммерийский и куяльницкий века и соответствующие им ярусы континентальных отложений, в позднем плиоцене – ачкагыльский и апшеронский века и относящиеся к ним ярусы континентальных отложений. Границы между веками и ярусами континентальных отложений несколько условны, хотя и отражают динамику рельефа, степень континентальности климата и другие особенности. В плейстоценовой выделяются средне-, позднеплейстоценовые и голоценовые континентальные отложения.

Наконец, самым мелким геохронологическим подразделением, или ритмом, является время, или фаза, которым в толще отложений соответствует зона, или стратиграфический горизонт. Как время, так и отвечающий ему стратиграфический горизонт, несмотря на непродолжительность и небольшую мощность отложений, являются самым важным в изучении истории развития территории и условий формирования позднекайнозойских отложений. Они соответствуют чередующимся более теплым и холодным климатическим периодам и отражают динамику той зональной, региональной, местной и локальной палеогеографической обстановки, которая существовала на данной территории в период их формирования. Поэтому ископаемые почвы, сформированные в более теплые периоды, и разделяющие их другие стратиграфические горизонты, образованные в более холодное время, мы рассматриваем как индивидуальные, ритмические, направленно и закономерно построенные геологические тела, в границах распространения, условиях залегания, составе, свойствах и состоянии которых отражено проявление взаимосвязи всех природных компонентов, имевших место на стадиях сингенеза, эпигенеза и диагенеза позднекайнозойских пород. Ископаемые почвы следует воспринимать не только как свидетелей палеогеографической обстановки

новки периода осадконакопления. Своим присутствием в стратиграфическом разрезе они отображают ритмику изменений этих условий и являются свидетелями непрерывно-прерывистого процесса их накопления. Как свидетели перерывов или замедленного накопления осадков, связанных со становлением определенного типа палеогеографической обстановки, ископаемые почвы преобретают значение важных маркирующих горизонтов /Рослый, 1982/. Только благодаря присутствию горизонтов погребенных почв лессовую толщу Украины удалось разделить на ярусы /Яковлев, 1956/. К этому можно добавить, что и толщу плиоценовых желтых и красно-бурых глин удалось расчленить только по ископаемым почвам.

На этой основе в позднекайнозойской истории развития внеледниковой зоны Левобережной Украины мы выделяем 31 фазу, или ритм, которым соответствует 31 стратиграфический горизонт, или комплекс, континентальных осадочных отложений. Из них 16 представляют собой почвы или почвенные образования, а 15 - другие многочисленные типы плиоценовых и плейстоценовых отложений. Последовательная и закономерная смена теплых периодов холодными, а почв и почвенных образований другими типами отложений позволяет объединить их в 16 циклов, или этапов, которые соответствуют 16 региональным тектоническим ритмам. Последний этап еще не завершен, он включает только начальную фазу, соответствующую голоцену.

Начало каждого палеогеографического этапа, соответствующее более теплomu климатическому ритму, характеризуется общим поднятием территории, понижением базиса эрозии, выработкой ложа речных террас. В это время в субаэральных условиях происходило формирование соответствующего типа почв, а в субаквальных - накопление нижнего горизонта аллювия. В конце этапа, отличающегося стабилизацией тектонического режима, более холодным климатическим ритмом, в субаэральных условиях шло накопление делювиальных, элювиально-, золово-делювиальных и других типов отложений плиоцена, а также различных типов лессовых отложений плейстоцена. В субаквальных условиях формировался верхний горизонт аллювия. Поэтому на каждой более молодой террасе происходит закономерное замещение двух субаэральных стратиграфических горизонтов двумя субаквальными. В результате каждая из речных террас, кроме морфометрических особенностей, имеет определенный комплекс субаэральных и субаквальных стратиграфических горизонтов и комплексов, что отличает террасы друг от друга и служит надежным критерием определения их возраста и выделения как самостоятельных геоморфологических уровней.

В соответствии со стратиграфической схемой УРМСК самым древним палеогеографическим этапом в позднекайнозойской истории развития внеледниковой зоны Левобережной Украины является иванковско-салгирский ( $N_2^1$  iv - sg). В иванковское время в условиях очень мелко расчлененной субтропической лесостепи были сформированы в субаэральных условиях желтовато-красные, близкие к красно-

земам песчаные почвы, в субаквальных – нижний песчаный горизонт аллювия. В салгирское время в результате опускания территории в штирийскую фазу альпийского цикла тектогенеза в лагунах и в условиях мелководного моря в результате отмучивания накопились оливковые и зеленовато-серые каолинистые глины, перекрывшие местами сохранившиеся иванковские ископаемые почвы и речной аллювий. В этих глинах в большом количестве встречаются крупные друзы кристаллического гипса и причудливые железисто-марганцевые стяжения.

Любимовско-оскольский палеогеографический этап ( $N_2^{1-2} \text{lm-os}$ ) знаменует континентальный путь развития, хотя и в любимовское время ощущалось влияние понтийского моря. Поэтому в пониженных местах в условиях влажной субтропической лесостепи формировались серые и темно-серые глинистые лугово-болотные почвы, а на водоразделе – серовато-коричневые с красноватым оттенком гидроморфные, также с друзами гипса и железисто-марганцевыми стяжениями. В субаквальных условиях в любимовское время накапливался горизонт песчаного аллювия. В оскольское время в условиях сухих саванн на суше накапливались различные типы палево-желтых песчаных глин, в субаквальных – верхний горизонт песчано-глинистого аллювия террасы.

Севастопольско-айдарский этап ( $N_2^2 \text{st-aj}$ ) уже отличается мелкорасчлененным рельефом. В севастопольское время в условиях субтропической лесостепи на суше формировались коричнево-красные глинистые почвы, в реках – нижний песчаный горизонт аллювия. В айдарское время шло накопление в условиях сухих саванн на суше желтовато-бурых, пятнистых песчаных глин, в субаквальных условиях – верхнего песчано-глинистого горизонта аллювия севастопольско-айдарской террасы.

В ярковско-кызыльярский этап ( $N_2^2 \text{jr-kz}$ ) в субэральных условиях субтропической лесостепи в ярковское время формировались коричнево-красные и красные глинистые почвы, в субаквальных – нижний песчаный горизонт аллювия. В кызыльярское время на суше в условиях степи накапливались желто- и палево-бурые глины, в реках – верхний песчано-глинистый горизонт аллювия.

Богдановско-сиверский этап ( $N_2^{2-3} \text{bd-sv}$ ) в основном сходен с другими этапами среднего плицена. В богдановское время в условиях субтропической лесостепи на суше формировались буровато-красные и красно-бурые глинистые почвы, в реках – нижний песчаный горизонт аллювия. В сиверское время в условиях степи на суше накапливались желтовато- и сизовато-бурые песчаные глины, в реках – верхний песчано-глинистый горизонт сиверского аллювия.

Береговско-березанский этап ( $N_2^3 \text{bv-br}$ ) несколько отличается от предыдущих. В береговское время в субтропических лесостепных и степных условиях на суше формируются уже красновато-коричне-

вые глинистые почвы, что связано с дальнейшим увеличением сухости климата. В реках в это время накапливается нижний горизонт аллювия. В березанское время в субэаральных условиях степей формировались пятнисто-окрашенные песчаные глины, в субаквальных - верхний песчано-глинистый горизонт аллювия береговско-березанской террасы.

В крыжановско-ильичевский палеогеографический этап ( $N_2^3kr-il$ ), в крыжановское время, на суше формировались красновато-коричневые глинистые, а местами и кирпично-красные песчаные почвы субтропических лесостепей и степей, а в реках - нижний песчаный горизонт аллювия. В ильичевское время на суше шло накопление охристо-желто-бурых песчаных глин, в субаквальных условиях - верхнего горизонта песчаного, песчано-глинистого аллювия.

Широкинско-приазовский этап ( $N_2^3 - Q_I sh-pr$ ) является переходным от плиоцена к плейстоцену. Начало этапа - широкинское время - относится к плиоцену, конец - приазовское время - к плейстоцену. В широкинское время в условиях субтропической лесостепи на суше были сформированы коричневые и красновато-коричневые глинистые почвы, в реках - нижний песчаный горизонт аллювия. В приазовское время раннего плейстоцена, соответствующее древнейшему ледниковью /Яковлев, 1965/, в субэаральных условиях перигляциальных ксеротических степей накапливались толщи лессовых отложений, в субаквальных - верхний песчаный горизонт аллювия широкинско-приазовской террасы.

Первый собственно плейстоценовый мартоношко-сульский этап ( $Q_I mr-sl$ ), как и другие этапы плейстоцена, является этапом контрастов. Если в мартоношское время, соответствующее древнейшему межледниковью, в условиях субтропических лесостепей и степей на суше формировались красновато-, лугово-коричневые глинистые почвы, то в сульское время, отвечающее (по отдельным данным) времени наревского оледенения, в условиях перигляциальных, а возможно, и гляциальных ксеротических степей шло накопление различных типов лессовых отложений, а также супесей и песков /Сидоренко, 1977/. В субаквальных условиях на этом этапе образовывались мартоношский и сульский стратиграфические горизонты песчаного аллювия.

Лубенско-тигульский этап ( $Q_I lb-tl$ ) во многом сходен с первым. В лубенское время (беловежское межледниковье) в условиях субтропической лесостепи и степи на суше были сформированы коричнево-бурые и красновато-светло-коричневые глинистые почвы, а в реках - тигульский песчаный горизонт аллювия. В тигульское время (окское оледенение) в условиях перигляциальных степей на суше формировались лессовые, супесчаные и песчаные отложения, в реках - тигульский горизонт аллювия лубенско-тигульской террасы.

Завадовско-днепровский этап ( $Q_{I-II} zv-dn$ ) является пере-

ходным от раннего к среднему плейстоцену. В завадовское время (лихвинское межледниковье) в условиях сухих субтропических лесостепей на суше были сформированы красновато- и серовато-коричневые глинистые почвы, а в реках – горизонт завадовского песчаного аллювия.

Следует отметить, что именно завадовским временем заканчивается на данной территории проявление субтропического климата. А в днепровское время, соответствующее днепровскому оледенению, здесь преобладали перигляциальные, а возможно, и гляциальные разнотравные степи, где на суше накапливались лессовые, а также супесчаные и песчаные отложения, а в реках – песчаный горизонт днепровского аллювия.

Среднеплейстоценовый кайдакско-тясминский этап ( $Q_{II} kd-ts$ ) резко отличается от раннеплейстоценовых. В кайдакское время (одинцовское межледниковье) в условиях умеренно теплых лесостепей и степей на суше формировались тяжелосуглинистые бурые лесные и черноземные почвы, а в реках – нижний кайдакский песчаный горизонт аллювия. В тясминское время, отвечающее московскому оледенению, в условиях перигляциальных ксеротических степей на суше накапливались лессовые, а также супесчаные и песчаные отложения, а в реках – тясминский горизонт аллювия.

Прилуцко-удайский этап ( $Q_{II-III} pl - ud$ ) является переходным от среднего к позднему плейстоцену. В прилуцкое время (микулинское межледниковье) в условиях умеренных лесостепей и степей на суше были сформированы тяжело-среднесуглинистые черноземы, буроземовидные и черноземоподобные почвы, а в реках – нижний прилуцкий горизонт аллювия.

В удайское время (начальная фаза калининского оледенения) в условиях ксеротических перигляциальных степей отлагались лессовые отложения, супеси и пески, а в реках – верхний удайский горизонт аллювия.

Витачевско-бугский этап ( $Q_{III} vt - bg$ ) по своему характеру также является оригинальным. В витачевское время (верхневолжский интерстадиал) в условиях умеренно теплой лесостепи и степи на суше формировались тяжело-среднесуглинистые, иногда песчанистые светло-коричневато- и красновато-бурые почвы, а в реках – витачевский горизонт аллювия. В бугское время (главная фаза калининского оледенения) в условиях перигляциальных, а возможно, и гляциальных степей на суше накапливались лессовые отложения, супеси и пески, а в реках – бугский горизонт аллювия.

Завершает позднеплейстоценовую историю дофиновско-причерноморский этап ( $Q_{III} df - p\check{c}$ ). В дофиновское время (мологосексинское межледниковье) в условиях умеренно холодных степей, а возможно, и полупустынь на суше были сформированы среднесуглинистые слабо развитые бурые и черноземовидные почвы, а в реках – дофиновский горизонт аллювия. В причерноморское время (осташковское оледенение) на суше в условиях перигляциальных степей

накапливались лессовые отложения, а в реках – причерноморский горизонт аллювия. Надо отметить, что сформировавшиеся в послебугское время дофиновский и причерноморский субаэральные горизонты не перекрывают песчаный аллювий витачевско-бугской террасы крупных и средних рек. Лишь в малых реках на витачевско-бугском аллювии залегают субаэральные дофиновский и причерноморский горизонты.

Последний палеогеографический этап еще не завершен. Он состоит лишь из начального, более теплого, голоценового ритма ( $Q_{IV}^{hl}$ ).

В голоцене в условиях умеренно-континентальных лесостепей и степей на суше сформировались среднесуглинистые типичные черноземы, серые оподзоленные и другие почвы. В долинах рек был выработан врез современной террасы или поймы, и сформирована толща современного аллювия.

Таким образом, как в плиоцене, так и в плейстоцене в истории развития территории внеледниковой зоны Левобережной Украины отмечается мелкомасштабная ритмичность. Она связана с направленной сменой палеогеографической обстановки, обусловившей индивидуальные особенности отложений стратиграфических горизонтов и комплексов.

Несмотря на отсутствие на Украине в плиоцене четко выраженной физико-географической зональности, существовали региональные палеогеографические различия, которые привели к образованию на юге Украины целых почвенных свит /Сиренко, 1977/, а на севере – одной, реже двух почв. Это связано с тем, что по мере удаления от моря климат становился более континентальным и стабильным, что обусловило большую устойчивость ландшафтов. В плейстоцене на Украине зональность уже выражена четко, о чем свидетельствуют индивидуальные особенности как почвенных, так и лессовых стратиграфических горизонтов.

Следует также отметить, что процессы облессования пород не являются феноменом четвертичного периода. Они проявляются во всех делювиальных, элювиально-делювиальных и других субаэраль-ных отложениях плиоцена, сформированных в умеренно теплых и умеренных климатических ритмах. То же относится и к вертикальным трещинам с четко очерченными краями, величиной раскрытия от нескольких миллиметров до 10 см и более, заполненных материалом вышележащих отложений или карбонатами. Наличие таких трещин в субтропических почвах, их морфология, характер заполнения материалом, форма в плане и другие особенности позволяют отнести их к трещинам усыхания. Морозобойные же трещины отличаются мягкими, неровными краями, неравномерностью величины раскрытия, изогнутыми, деформированными, а порой и разорванными слоями в толще образующих трещин отложений. Но и здесь, по нашему мнению, начальной стадией были трещины усыхания, и лишь потом выступало расклинивающее действие льда.

## Литература

- Веклич М.Ф. Палеозтапність і стратотипи ґрунтових формацій верхнього кайнозою. – Київ: Наукова думка, 1982. – 208 с.
- Веклич М.Ф., Сиренко Н.А., Мельничук И.В. и др. Палеогеографические этапы и рабочая стратиграфическая схема плейстоцена равнинной территории Украины. – В кн.: Теоретические и прикладные проблемы палеогеографии. Киев: Наукова думка, 1977, с. 89–110.
- Методика палеопедологических исследований/ Веклич М.Ф., Матвишина Ж.Н., Медведев В.В. и др. – Киев: Наукова думка, 1979. – 272 с.
- Рослый И.М. Палеогеография антропогена. – Киев: Вища школа, 1982. – 174 с.
- Сидоренко В.И. О происхождении песков субэвразальной толщи внеледниковой зоны Левобережной Украины. – В кн.: Инженерные изыскания в строительстве. Вып. 7 (48). М.: Изд-во ЦИНИС, 1977, с. 51–55.
- Сиренко Н.А. Плейстоценовые ископаемые почвы Украины. Автореф. докт. дис. – Киев, 1977. – 70 с.
- Яковлев С.А. Основы геологии четвертичных отложений Русской равнины. – М.: Госгеолтехиздат, 1956. – 315 с.

УДК 551.791+581.5(282.247.31)

Н.С. Болиховская

### ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

### ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОГО ЛЕССОНАКОПЛЕНИЯ

(на примере Среднего Приднестровья)

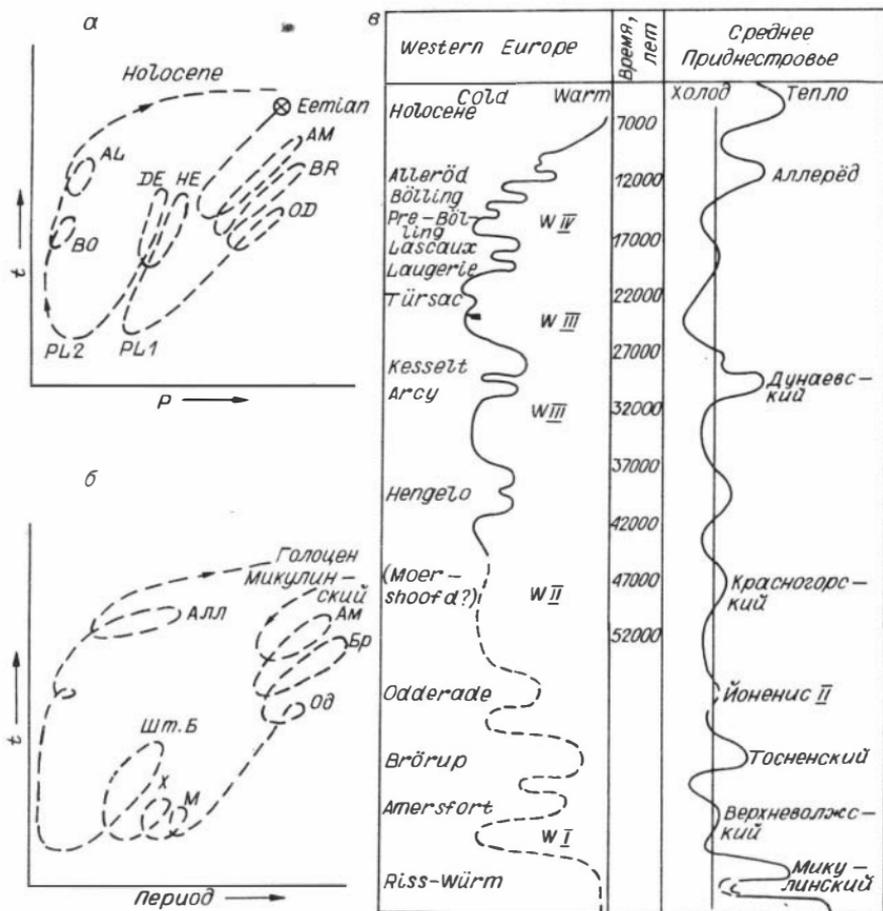
На территории Среднего Приднестровья позднеплейстоценовые отложения наиболее полно и в едином разрезе вскрываются в толще II надпойменной террасы Днестра и его крупных притоков. Всестороннее геолого-геоморфологическое изучение рассматриваемого региона было проведено И.К. Ивановой /1959, 1961, 1977 и др./, по мнению которой относительная высота II террасы, сложенной аллювиальными отложениями мощностью до 10 м и покровом лессовидных делювиальных и делювиально-пролювиальных образований мощностью до 25 м, варьирует от 22 до 35 м. При этом выделяется не менее трех уровней этой террасы. Наиболее ранний уровень аллювиальных отложений относится к микულიнскому (рисс-вюрмскому) времени, а два следующих сопоставляются с ранневюрмскими интерстадиалами. С отложениями II террасы связаны известные многослойные палеолитические стоянки Среднего Приднестровья (одного из крупнейших районов исследования палеолита в Европе), привлекавшие внимание археологов, геологов, палеонтологов, палеопочвоведов, палеомагнито-

логов и других специалистов. В связи с этим Среднее Приднестровье является в настоящее время самым исследованным в плане детальной стратиграфии и палеогеографии позднего плейстоцена районом внеледниковой зоны Восточно-Европейской равнины.

Используя схему дробного стратиграфического расчленения позднего плейстоцена этого региона /Иванова, 1977, 1980 и др./, а также материалы комплексного анализа покровных отложений по трем наиболее изученным разрезам, обобщенные ныне в специальных изданиях /Многослойная палеолитическая стоянка..., 1977; Кетросы ..., 1981; Молодова I ..., 1982/, и главным образом данные палинологических исследований /Болиховская, 1981, 1982; Болиховская, Пашкевич, 1982; Пашкевич, 1977; и др./, рассмотрим климатофитоценоотические особенности отдельных циклохрон. Поскольку слово "цикл" (от греческого *kyklos* - круг) означает совокупность процессов с законченным кругом развития, то, следуя представлениям Л. Старкеля /*Starkel*, 1977/ (см. рисунок, а) и классификации Ю.Н. Карогодина /1980/, всю толщу II террасы Днестра необходимо считать образовавшейся в результате трех крупных циклов, соответствующих по времени двум межледниковым (микулинскому и голоценовому) и одному ледниковому (валдайскому) циклохронам (макроциклохронам, подразделяемым на таксоны меньшего ранга). Вся серия покровных лессовидных образований позднего плейстоцена и голоцена вскрывается в разрезе Молодова I. В его основании лежит подлесная полигенетическая ископаемая почва\* (с двумя гумусовыми горизонтами, разделенными слоем палево-светло-коричневой супеси) мощностью до 3,5 м.

Согласно результатам спорово-пыльцевого анализа, за время ее формирования сменялись следующие фазы: 1) сосново-широколиственные и широколиственных лесов из граба, дуба, вяза, клена (палинозона А); 2) широколиственных лесов; сначала из дуба с примесью граба, вяза и клена (палинозона Б<sub>1</sub>), а затем из дуба с примесью граба и ореха (палинозона Б<sub>2</sub>), соответствующая раннему климатическому оптимуму. Сумма пыльцы широколиственных пород в спектрах достигает 51%; 3) сосновых лесов из сосны обыкновенной, с участием в составе растительного покрова *Betula fruticosa*, *Alnaster fruticosus*, *Selaginella sibirica* (палинозона В<sub>1</sub>) и появлением впоследствии в составе дендрофлоры широколиственных деревьев (палинозона В<sub>2</sub>); 4) грабовых лесов с примесью ореха и дуба, отвечающая позднему климатическому оптимуму (палинозона Г, в которой сумма пыльцы широколиственных пород составляет 36%); 5) кедрово-широколиственных и широколиственных лесов из граба, ореха, бука, дуба, вяза и липы, вероятно соответствующая второй половине верхнего климатического оптимума (палинозона Д - сумма пыльцы широколиственных пород достигает 35%); 6) сухих степей (палинозона Е - 92% пыльцы трав и кустарничков; преимущественно полыни и маревых).

\*. Далее ИП - ископаемая почва, ПК - почвенный комплекс.



Позднеплейстоценовые климатические кривые Западной и Восточной Европы.

а - цикл климатических изменений в течение последней холодной стадии в Европе /по Starkel, 1977/;

б - то же для Среднего Приднестровья (по данным автора);

в - палеоклиматические кривые, построенные по палинологическим данным: для вюрма Западной Европы /по Leroi - Gourhan, 1977/, для позднего плейстоцена и голоцена Среднего Приднестровья - по данным автора; сокращения см. в тексте.

Сумма аналитических данных (высокое содержание пыльцы широколиственных пород; присутствие пыльцы таких элементов термофильной флоры, как *Juglans regia*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Ulmus laevis*, *Tilia platyphyllos*, *Corylus avellana*; закономерное изменение спорово-пыльцевых спектров от более древних горизонтов к

более молодым, позволяющее наметить логичные смены фаз в развитии растительности, хорошо коррелирующиеся с выводами палеопочвенных и других исследований) убедительно свидетельствует о межледниковом характере изученной палинофлоры. По большинству признаков последняя сходна с рисс-вюрмскими – земскими – микулинскими флорами Европейского субконтинента. Главными отличиями палинологических материалов рассматриваемого ПК от результатов анализа большинства разрезов микулинских озерно-болотных отложений являются: наличие спектра степного типа на участке диаграммы, характеризующем кровлю ПК; отсутствие большого количества пыльцы лещины и ольхи (на диаграммах озерно-болотных толщ составляет 100% и более); наличие спектров с холодолюбивыми компонентами в средней части ПК. Два первых объяснимы зональной и фациальной принадлежностью изученного ПК и характерны для диаграмм мезинского (по А.А. Величко) или прилукского (по М.Ф. Векличу) ПК /Болеховская, 1981; Гричук, 1972; и др./, имеющего, на наш взгляд, микулинский возраст. Похолодание внутри этого ПК результатами палинологического анализа до сих пор не было обнаружено, но оно выделяется А.А. Величко /1978/ по сумме других данных. Микулинский возраст ПК в разрезе Молодова I подтверждается изучением некоторых озерно-болотных толщ Белоруссии, Польши, Дании и других районов, позволившим предположить существование двух климатических оптимумов этого межледниковья /Махнач, 1971; Демедюк, Христофорова, 1975; Borbwo-Dluzakowa, 1971/.

Лессовидные отложения длительного валдайского ледникового макроциклохрона образовались в процессе многократных изменений природных условий. В первое ранневалдайское похолодание (мезоциклохрон?), охарактеризованное палинологическими данными, полученными для лессовидного суглинка, перекрывающего микулинский ПК, и одновозрастных образований разрезов Кишлянского Яра /Кетросы ..., 1981/, широколиственные леса почти полностью исчезли. Их место заняли хвойные, преимущественно сосновые леса. Широко развиты кустарниковые формации из *Betula fruticosa*, *Alnaster fruticosus*, *Juniperus*. Преобладали открытые пространства, занятые разнотравно-злаковыми степями. Климат был холодным и сухим. Первому ранневалдайскому интерстадиалу, сопоставляемому с верхневолжским Северо-Запада и интерстадиалом Amersfoort (Нидерланды), во время которого формировались ИП черноземного типа (на глубине 18 м) в разрезе Молодова I и овражно-балочный аллювий в Кетросах, были свойственны умеренно теплые условия. Долина Среднего Днестра находилась в зоне лесостепей. В древостое лесных участков, приуроченных в основном к долинам рек, оврагам и балкам, доминировала сосна обыкновенная. Наиболее благоприятные места обитания были заняты елово-сосновыми лесами с примесью граба, дуба, вяза, липы и клена. В травяно-кустарничковом покрове преобладали разнотравно-злаковые группировки. Период второго (более значительного, чем первое) похолодания раннего валдая, во время которого в трех рассматриваемых

разрезах накапливались лессовидные суглинки и супеси, характеризуется континентализацией климата и развитием ландшафтов перигляциальных лесостепей. Локально встречающиеся разреженные леса были образованы сосной и березой. Видную роль играли кустарниковые формации из ольховника и кустарниковой березы. Широко распространенные щебнистые осыпи, эродированные склоны и заболоченные участки были ареной расселения ксеро- и криптофитов: *Arctous alpina*, *Diphazium alpinum*, *Selaginella selaginoides*, *S. sibirica*, *Botrychium boreale*, *Kochia prostrata*, *Halosnenum strobilaceum* и др.

Растительный покров и климат в течение второго ранневалдайского интерстадиала (Тосненский ?, Brörup), которому соответствует сдвоенная ИП в Кормани IV, суглинки со слабо выраженным гумусовым горизонтом и оглееными прослоями вверху в разрезах Молодова I и ИП в Кишлянском Яре, не оставались неизмененными. В первую половину господствовали лесостепные ландшафты. В составе лесных массивов, развитых, вероятно, не только по долинам, но и на плакорах, доминировали хвойные и широколиственные деревья. Долинные леса слагали преимущественно термофильные элементы дендрофлоры (граб обыкновенный, дубы скальный и черешчатый, вяз гладкий и липа). Эдификатором в этих лесах был дуб. Начавшееся впоследствии иссушение климата вызвало деградацию лесных участков, резкое сокращение их площади на водораздельном плато и почти повсеместное господство степных ассоциаций. На открытых пространствах по-прежнему доминировали злаки и представители разнотравья.

Следующая фаза, с которой связан основной культурный слой с остатками мустьерских стоянок, ознаменовалась появлением микротермных видов (плаунка плауновидного и гроздовника северного) и эмиграцией термофильных растений в условиях наступившего похолодания. В разрезах Северо-Запада СССР и Западной Европы выделяется еще один ранневалдайский (ранневюрмский) интерстадиал: Йоненис II /Арсланов, 1976/ или Odderade /Leroi-Gourhan, 1977/. В рассматриваемых разрезах к нему предположительно относятся суглинки на глубине 7,5–8,5 м в Молодова I, с двумя невысокими пиками пыльцы дуба, вяза, липы и орешника. А.К. Агаджанян отмечает появление теплолюбивых лесостепных и лесных видов в фауне мелких грызунов.

Накопление горизонтов лессовидных суглинков и супесей, относимых к отдельным холодным мезоциклохронам средневалдайского времени, осуществлялось в условиях значительного похолодания и сухости климата. Они характеризовались господством перигляциальных лесостепных ландшафтов с участками разреженных лиственнично-сосновых и березовых лесов, сфагновых и кочкарных болот, широкого развития кустарниковых формаций из *Betula fruticosa* et *Alnus fruticosa*, слабо задернованных склонов, щебнистых осыпей с сообществами ксерофитов и участков засоленных субстратов.

Внутри толщи средневалдайских лессовидных суглинков выделяются две ИП или горизонты со следами почвообразования. Нижняя,

представленная сдвоенной ИП со следами древнего пожара в Кормани IV (ПУ дата -  $44400 \pm 2050$  лет назад), суглинками с сажистым прослоем мощностью 10-15 см, рассматриваемыми С.В. Губиным как ИП, в Молодова I и слаборазвитой ископаемой почвой в Кетросах, предположительно сопоставляется с красногорским потеплением, для которого в разрезе Красная Горка (Гомельской области) Х.А. Арслановым /1976/ получены даты в интервале 44400-46030 лет назад и интерстадиалом Moershoofd в Нидерландах /Koelstrup, Wijnstra, 1977/ со сходными ПУ датировками. Согласно комплексу данных, это было время с умеренно теплым климатом, развитием почвообразования лесного типа со следами оподзоливания, широкого распространения участков сосновых лесов с незначительной примесью дуба и вяза в условиях лесостепных ландшафтов. Второе средневалдайское потепление, более значительное, чем предыдущее, нашло отражение в формировании смятой ИП (молодовской, по И.К. Ивановой) в Кормани IV и Молодова I и V, сопоставляемой с интерстадиалом Hengelo (Нидерланды), возраст которого примерно 39-37 тыс. лет назад /Leroi-Gourhan, 1977/. Отмечается существенное расширение площади лесов, в составе которых значительно увеличилась роль широколиственных пород: дуба, граба, вяза и липы.

Следующий теплый интервал прослеживается в Кормани IV в пачке отложений, снизу вверх включающей ИП (днестровскую, по И.К. Ивановой), суглинки и супесчаные прослои, которые по остаткам древесного угля датируются  $24500 \pm 500$  и  $25140 \pm 350$  лет назад, в Молодова I и V - в пачке, снизу вверх состоящей из ИП, имеющей по углям из культурного слоя IX стоянки Молодова V даты  $29650 \pm 1320$  и  $28100 \pm 1000$  лет назад, суглинка и оглеенного горизонта, а в Кишлянском Яре - в ИП. Он сопоставляется со сложным интерстадиалом Kesselt-Arcy (Франция), Denekamp (в Нидерландах, где имеет ПУ датировки от  $28860 \pm 260$  до  $32200 \pm 500$  лет назад), Stillfried B (Австрия; радиоуглеродные даты -  $28120 \pm 200$  и  $27990 \pm 300$ ) и Дунаевским интерстадиалом Северо-Запада СССР (32-25 тыс. лет назад, по Х.А. Арсланову). Хотя территория Среднего Приднестровья в это время стабильно располагалась в зоне лесостепей, сумма палинологических данных свидетельствует о сложном характере этого мезотермоциклохрона. В первую, самую оптимальную, фазу отмечается максимальное для валдайского макроциклохрона распространение широколиственных лесов, эдификатором в которых был граб обыкновенный. Существенна роль других неморальных элементов дендрофлоры (бука и липы). Затем увеличение сухости, а возможно, и похолодания климата привело к значительному сокращению участков теневых грабовых лесов, господству березово-сосновых лесов и степных пространств. В составе пойменных лесных массивов доминировали вяз гладкий и ива. Данные по Кормани IV и Молодова V фиксируют вторую, но менее интенсивную волну расселения широколиственных пород во вторую половину интерстадиала. В заключительную фазу исследуемая территория стала ареной экспансии бореальной и тундровой флоры. Среди лесных формаций господствовали хвойные леса.

К образованиям первого холодного интервала поздневалдайского времени относятся: в Кормани IV – сдвоенная ИП тундрового типа (корманьская, по И.К. Ивановой) и перекрывающие ее суглинки и пески, для которых по древесным углям позднепалеолитического культурного слоя V получены даты  $18000 \pm 400$  и  $18560 \pm 1000$  лет назад, а в Молодова и Кишлянском Яре – лессовидные суглинки. Именно с этим интервалом связана самая мощная волна расселения представителей аркто-альпийской флоры: *Arctous alpina*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Rubus chamaemorus*, *Diphazium alpinum* и др. Древесную растительность представляли ограниченно распространенные березово-сосновые редколесья. Многочисленны были кустарничковые заросли из *Betula fruticosa*, *B.nana*, *Alnaster*.

Результаты палинологического исследования вышележащих лессовидных суглинков и супеси, подстилающих современную почву рассматриваемых разрезов, не позволяют получить характеристику всех интерстадиалов позднего вюрма, определяемых по материалам северных территорий Европы. И.К. Иванова /1980/, опираясь на данные радиоуглеродного датирования и палеонтологических методов, считает возможным выделить здесь два теплых интервала. Первый, датируемый 16000–17000 лет назад, сопоставлен с интерстадиалом Ласко, а второй – с Аллередом.

Анализ палинологических материалов по современной почве позволил зафиксировать пять фаз в развитии растительности незавершенного голоценового межледникового макроциклохрона, в климатический оптимум которого господствовали широколиственные, преимущественно грабовые леса.

Таким образом, формирование микулинского ПК соответствовали три климатических (мезо-) цикла (см. рисунок, в): раннее потепление (климатический оптимум был относительно теплым и сухим), внутримыкулинское похолодание и позднее потепление (климатический оптимум был теплым и влажным), подразделяемые на шесть фаз в развитии растительности и климата. Толща лессовидных образований валдайского ледникового макроциклохрона формировалась на протяжении периода значительного похолодания и иссушения климата, внутри которого выделяется не менее семи относительно теплых интервалов (мезотермоциклохронов), сопоставляемых по палинологическим данным и имеющимся РУ датировкам с внутривалдайскими (вюрмскими) интерстадиалами Европы, но отличающихся от последних амплитудой климатических колебаний. Так, западно-европейские интерстадиалы по уменьшению степени потепления распределяются следующим образом: Бреруп (BR, Бр) – Амерсфорт (AM, Ам) – Аллеред (Al, Алл) – Оддерде (OD, Од) – Беллинг (BO) – Кессель-Арси – Ложери-Ласко-Хенгело (HE, X) – Тюрсак (примерно 22000 лет назад). Последний, как и Беллинг, в разрезах Среднего Приднестровья пока не выявлен. В свете полученных палинологических данных подобный ряд интерстадиалов для рассматриваемой территории может быть представлен так: Кессель-Арси – Аллеред – Бреруп – Хенгело – Моерсхофд (M) – Амерсфорт – Оддерде-Ласко. Поэтому и графи-

ческое изображение валдайского климатического цикла Среднего Приднестровья существенно отличается от рисунка этого цикла, представленного Л. Старкелем (см. рисунок, а,б). Максимально холодным был интервал после Дунаевского (Штиллфрид Б (ШТ. Б), Денекамп (ДЕ), Кессель-Арси и т.п.) интерстадиала, а за ним по амплитуде похолодания выделяется интервал между двумя первыми интерстадиалами, сопоставляемыми с Амерсфортом и Брерупом.

В заключение необходимо отметить перспективность применения палинологического метода в изучении стратиграфии и палеогеографии лессов и лессовидных отложений. Палинологический анализ позволяет раскрыть палеогеографический фон лессообразования, а послойная палинологическая характеристика лессового и почвенного компонентов придает индивидуальность каждому из них и создает предпосылки для выявления общих и региональных закономерностей цикличности лессообразования.

### Литература

- Арсланов Х.А. О геохронологии верхнего плейстоцена европейской части СССР. – В кн.: Северо-запад европейской части СССР, 1976, № 10, с. 7-29.
- Болиховская Н.С. Растительность и климат Среднего Приднестровья в позднем плейстоцене. Результаты палинологического изучения отложений Кишлянского Яра. – В кн.: Кетросы. Мустьерская стоянка на Среднем Днестре. М.: Наука, 1981, с. 103-124.
- Болиховская Н.С. Растительность мукулинского межледниковья по данным палинологического анализа полигенетической ископаемой почвы близ стоянки Молодова I. – В кн.: Молодова I. Уникальное мустьерское поселение по Среднем Днестре. М.: Наука, 1982, с. 145-154.
- Болиховская Н.С., Пашкевич Г.А. Динамика растительности в окрестностях стоянки Молодова I в позднем плейстоцене (по материалам палинологического исследования). – В кн.: Молодова I. Уникальное мустьерское поселение на Среднем Днестре. М.: Наука, 1982, с. 120-145.
- Величко А.А. Опыт палеогеографической реконструкции природы верхнего плейстоцена для территории Восточной Европы и СССР. – Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1978, № 4, с. 28-44.
- Гричук В.П. Основные этапы истории растительности юго-запада Русской равнины в позднем плейстоцене. – В кн.: Палинология плейстоцена. М.: Изд-во АН СССР, 1972, с. 9-53.
- Демедюк Н.С., Христофорова Т.Ф. О первой находке погребенного торфяника мукулинского возраста в Предкарпатье. – Докл. АН УССР. Сер. Б. Геология, геофизика; 1975, № 8, с. 678-683.
- Иванова И.К. Геологические условия нахождения палеолитических стоянок Среднего Приднестровья. – В кн.: Палеолит Среднего Приднестровья. Т. XV. М.: Изд-во АН СССР, 1959, с. 215-278.

- Иванова И.К. Геология и фауна палеолита и неолита Днестра. - В кн.: Вопросы геологии антропогена. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 67-83.
- Иванова И.К. Геология и палеогеография стоянки Кормань IV на общем фоне геологической истории каменного века Среднего Приднестровья. - В кн.: Многослойная палеолитическая стоянка Кормань IV. М.: Наука, 1977, с. 126-181.
- Иванова И.К. О геохронологии и стратиграфии позднего плейстоцена (по материалам Среднего Приднестровья). - В кн.: Геохронология четвертичного периода. М.: Наука, 1980, с. 102-116.
- Карогодин Ю.Н. Принципы выделения, основание классификации циклитов и основные понятия. - В кн.: Цикличность формирования субаэральных пород. Новосибирск: Наука, 1980, с. 4-25.
- Кетросы. Мустьерская стоянка на Среднем Днестре. - М.: Наука, 1981. - 166 с.
- Махнач Н.А. Этапы развития растительности Белоруссии в антропогене. - Минск: Наука и техника, 1971. - 212 с.
- Многослойная палеолитическая стоянка Кормань IV на Среднем Днестре. - М.: Наука, 1977. - 183 с.
- Молодова И. Уникальное мустьерское поселение на Среднем Днестре. - М.: Наука, 1982. - 239 с.
- Пашкевич Г.А. Палинологическое исследование разреза стоянки Кормань IV. - В кн.: Многослойная палеолитическая стоянка Кормань IV. М.: Наука, 1977, с. 105-111.
- B o r ó w k o-D ł u z a k o w a Z. Kopalna flora interglacjalu eemskiego w Smolnikach kolo Suwalk. - Przegl. geograficzny, 1971, t. XLIII, z. 4, s. 591-600.
- K o e l s t r u p E., W i j m s t r a T. A. A palinological investigation of the Moershoofd, Hengelo and Dene-kamp interstadials in the Netherlands. - Geol. en mijnbouw, 1977, v. 56 (2).
- L e r o i-G o u r h a n A. Les climats, les plantes et les hommes (Quaternaire supérieur d'Europe Occidentale). - Studia Geologica Polonica. V. LII. Warszawa, 1977, p. 249-261.
- S t a r k e l L. The palaeogeography of Mid-and East Europe during the last cold stade with West European comparisons. - Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1977. v. 280, N 972, p. 351-372.

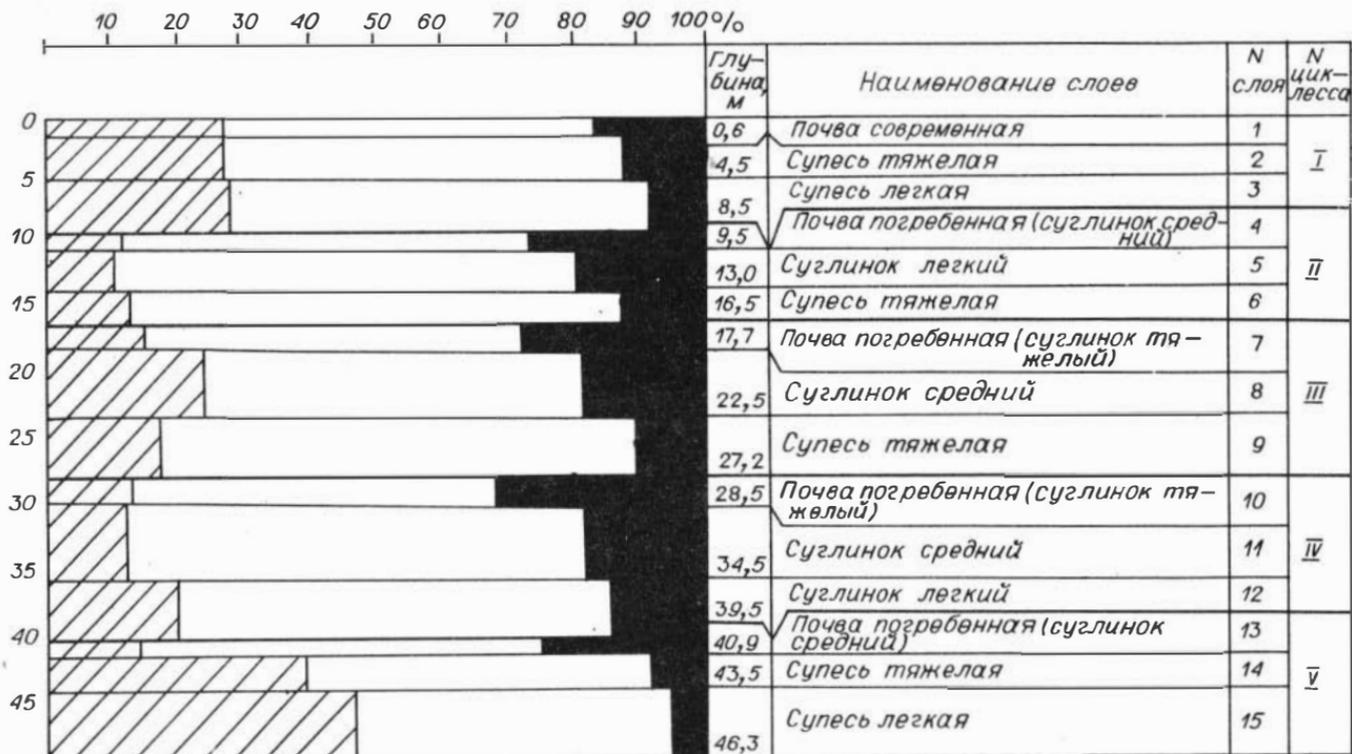
УДК 624.131.001.5

А.Я. Рубинштейн, Я.Е. Шаевич

ИНТЕНСИВНОСТЬ ПОРОДООБРАЗОВАНИЯ

В СВЯЗИ С ЦИКЛИЧНОСТЬЮ СТРОЕНИЯ ЛЕССОВЫХ ТОЛШ

Разрез Приобского плато - Елунино неоднократно освещался в литературе, а также в путеводителях геологической экскурсии: в 1964 г. - по Оби и Иртышу, в 1971 г. - по разрезам кайнозой-



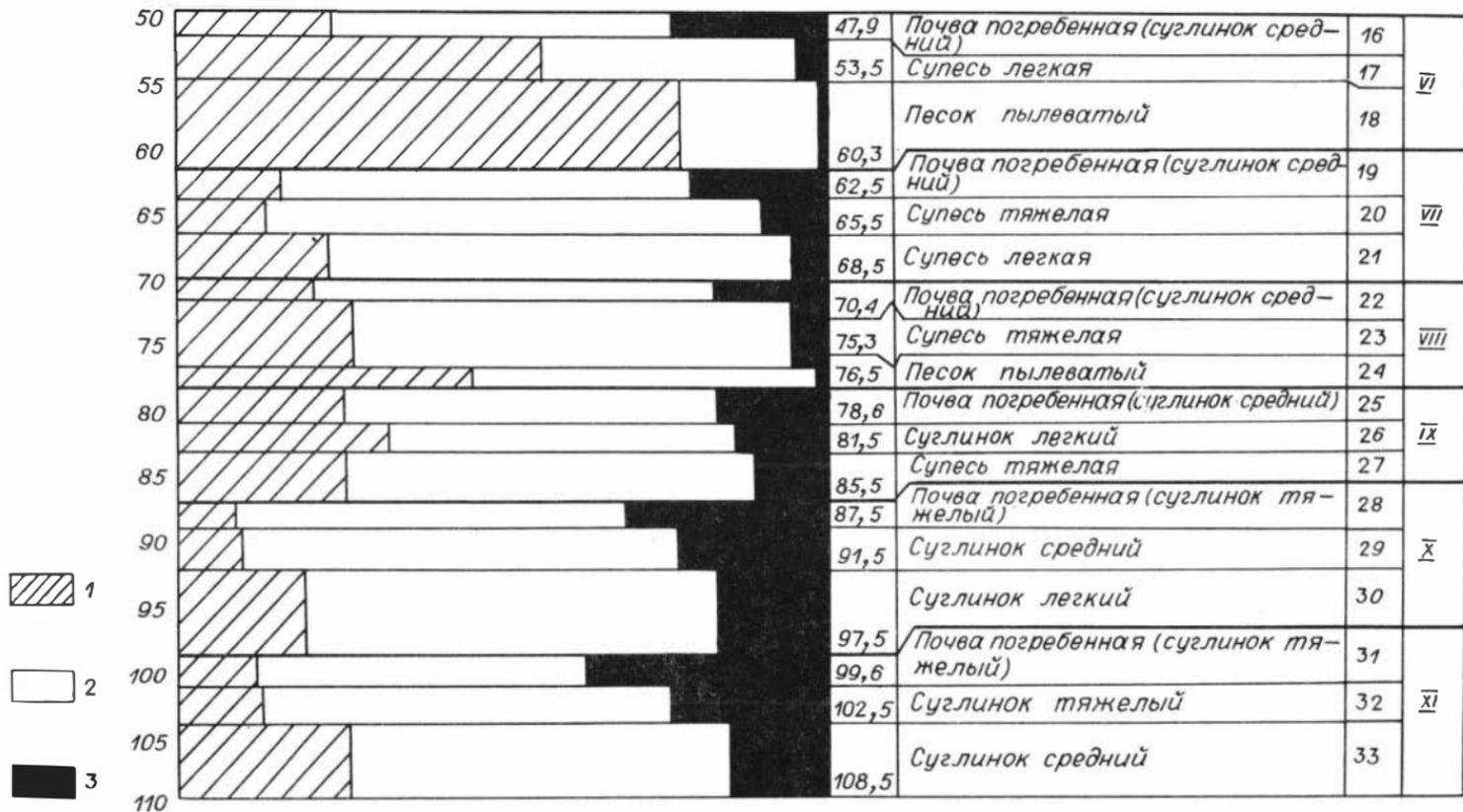


Рис. 1. Гранулометрический состав пород циклессов.

1-3 - частицы: 1 - песчаные, 2 - пылеватые, 3 - глинистые.

Сводная таблица циклессов (и их свойств) района Елунино

№ слоя	Наименование слоя	№ циклесса	Глубина, м	Коэффициент пористости	Степень уплотнения	Мощность, м		
						измеренная	приведенная	циклессов (приведенная/измеренная)
1	Почва современная	I	0,6	0,94	1,0	0,4	0,4	<u>8,5</u> 8,5
2	Супесь тяжелая		4,5	0,83	1,0	4,1	4,1	
3	Супесь легкая		8,5	0,76	1,0	4,0	4,0	
4	Почва погребенная (суглинок средний)	II	9,5	0,94	1,0	1,0	1,0	<u>8,6</u> 8,0
5	Суглинок легкий		13,0	0,76	1,1	3,5	3,9	
6	Супесь тяжелая		16,5	0,72	1,06	3,5	3,7	
7	Почва погребенная (суглинок тяжелый)	III	17,7	0,89	1,04	1,2	1,4	<u>14,5</u> 10,7
8	Суглинок средний		22,5	0,60	1,39	4,8	6,7	
9	Супесь тяжелая		27,2	0,56	1,36	4,7	6,4	
10	Почва погребенная (суглинок тяжелый)	IV	28,5	0,79	1,16	1,3	1,5	<u>17,7</u> 12,3
11	Суглинок средний		34,5	0,54	1,54	6,0	9,3	
12	Суглинок легкий		39,5	0,55	1,38	5,0	6,9	
13	Почва погребенная (суглинок средний)	V	40,9	0,68	1,34	1,4	1,9	<u>9,9</u> 6,8
14	Супесь тяжелая		43,5	0,49	1,70	2,6	4,4	
15	Супесь легкая		46,3	0,59	1,30	2,8	3,6	
16	Почва погребенная (суглинок средний)	VI	47,9	0,59	1,56	1,6	2,5	<u>26,9</u> 14,0
17	Супесь легкая		53,5	0,48	1,74	5,6	9,7	
18	Песок пылеватый		60,3	0,35	2,17	6,8	14,7	
19	Почва погребенная (суглинок средний)	VII	62,2	0,65	1,42	1,9	2,7	<u>14,5</u> 8,2
20	Супесь тяжелая		65,5	0,42	1,98	3,3	6,5	
21	Супесь легкая		68,5	0,43	1,77	3,0	5,3	
22	Почва погребенная (суглинок средний)	VIII	70,4	0,58	1,59	1,9	3,0	<u>15,3</u> 8,0
23	Супесь тяжелая		75,3	0,42	1,98	4,9	9,7	
24	Песок пылеватый		76,5	0,35	2,17	1,2	2,6	
25	Почва погребенная (суглинок средний)	IX	78,6	0,67	1,38	2,1	2,9	<u>16,0</u> 9,0
26	Суглинок легкий		81,5	0,42	1,98	2,9	5,7	
27	Супесь тяжелая		86,5	0,41	1,85	4,0	7,4	
28	Почва погребенная (суглинок тяжелый)	X	87,5	0,66	1,40	2,0	2,8	<u>20,2</u> 12,0
29	Суглинок средний		81,5	0,48	1,74	4,0	7,0	
30	Суглинок легкий		97,5	0,44	1,73	6,0	10,4	
31	Почва погребенная (суглинок тяжелый)	XI	99,6	0,63	1,46	2,1	3,0	<u>15,5</u> 11,0
32	Суглинок тяжелый		102,5	0,57	1,46	2,9	4,2	
33	Суглинок средний		108,5	0,55	1,38	6,0	8,3	

Примечание. Использованы данные А.А. Свиточа и др. /Разрез ..., 1978/, а также С.А. Архилова и др. /1982/.

Датировки, тыс. лет		Возраст, тыс. лет	Продолжительность образования, тыс. лет		Интенсивность породообразования, мм/год		'Альпийская система	Горизонты Западно-Сибирской региональной схемы
по источнику 1	по источнику 2		слоя	цик-леса	слоя	цик-леса		
13±2		0-11	11	25	0,04	0,34	Вюрм	W <sub>3</sub> Верхнезырянский (Сартанский)
22,4±3		11-25	14		0,58			
32±1,3 58,5±6,1		25-50	25	65	0,04	0,13		
		50-90	40		0,19		W <sub>1</sub> Нижнезырянский (Ермаковский)	
91,7±11,2	113±13 148±16	90-120	30	70	0,05	0,21	Рисс	R-W Казанцевский
123,1±11		120-160	40		0,33			R <sub>2</sub> Тазовский
224±25	180±40	160-185	25	65	0,06	0,27		R <sub>2-1</sub> Ширтинский
	200±28	185-225	40		0,40			
	238±27	225-240	15	35	0,13	0,28	R <sub>1</sub> Самаровский	
	250±20	240-260	20		0,40			
285±30	290±59	260-280	20	40	0,12	0,87		
		280-300	20		1,22			
340±36	304±41	300-320	20	60	0,13	0,24	M-R Тобольский	
		320-360	40		0,32			
410±40	370±43	360-390	30	100	0,10	0,15	Mиндель	M Шайтанский
	476±51	390-460	70		0,18			
536±56	550±100	460-500	40	100	0,07	0,16	Mиндель	M Шайтанский
		500-560	60		0,22			
610±70		560-600	40	180	0,07	0,11	Mиндель	G-M Талагайкинский
		600-740	140		0,12			
863±96		740-790	50	160	0,06	0,10	Гюнц	G Ерестнинский
		790-900	110		0,12			

ских отложений Верхнего Приобья. В указанных материалах в основном нашли отражение геологическое строение и стратиграфия отложений. Погребенные почвы хотя и отмечались, но не рассматривались с позиций цикличности строения толщи как геологические тела, венчающие комплексы слоев.

Один из авторов настоящей статьи в течение нескольких лет проводил комплексное изучение разреза Елунино. В 1975–1977 гг. была пробурена опорная скважина и сделаны расчистки обнажения. Это позволило отобрать монолиты сплошным керном. По отобраным монолитам выполнен большой комплекс исследований минерального и химического состава, структуры, текстуры и физико-механических свойств вскрытых литологических разновидностей. Все это позволило довольно подробно и обоснованно расчленить толщу на отдельные слои и их ассоциации – циклоссы /Шаевич, 1980, 1982/.

Выделены 10 погребенных и 1 современная почвы, венчающие 11 комплексов породных слоев (рис. 1, таблица). В работах Я.Е. Шаевича /1980, 1982/ отмечались значение гранулометрического состава как интегрирующего показателя для расчленения толщи и его тесная корреляция с другими параметрами состава, состояния и свойств лессовых пород. На рис. 1 приведены гранулометрические графики по разрезу Елунино и цикличное чередование слоев и циклоссов.

Подобное представление лессового разреза позволило подойти к решению вопросов литогенеза в широком смысле. Лессовые отложения Приобского плато (и их аналоги) имеют достаточное количество датировок возраста (в основном термолюминесцентных) почти по всем выделенным в опорном разрезе слоям. Нами использованы материалы, приведенные в работах С.А. Архипова и др. /1982/, Ю.Н. Каргодина /1980/. Фактические данные позволяют предпринять попытку определения продолжительности образования отдельных слоев и циклоссов, а также интенсивности пороодообразования (есть опыты определения скорости осадконакопления).

Методика расчета продолжительности образования лессовых отложений и интенсивности пороодообразования состояла в следующем. Известно, что пористость лессовых отложений уменьшается с глубиной и основной причиной этого является давление вышележащих слоев. Для сравнения условий образования отдельных породных слоев их мощности пересчитаны с учетом приведения к одной и той же плотности, соответствующей степени уплотнения верхних слоев.

Зная измеренную мощность отдельных слоев (циклоссов), можно получить их приведенную мощность. Сравнение полученных величин позволяет с определенной условностью судить, как уплотнялся осадок во времени до плотности породы.

В дальнейших исследованиях это может в значительной степени способствовать познанию литогенеза лессовых отложений.

Таблица и построенные по ее данным графики (рис. 2) иллюстрируют результаты проведенных процедур. Из полученных материалов можно сделать следующие выводы.

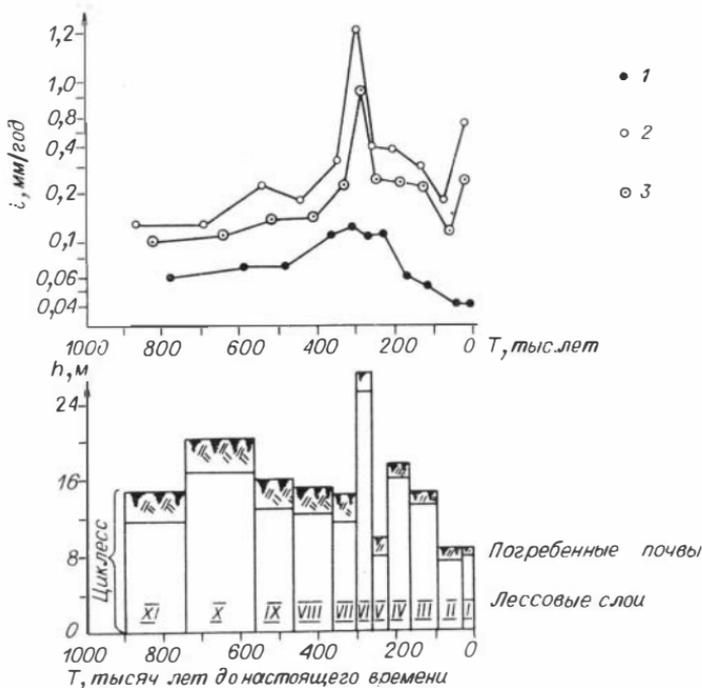


Рис. 2. Мощность ( $h$ ) и интенсивность породообразования ( $i$ ) лессов и погребенных почв лессовых отложений Западной Сибири.

1 - погребенные почвы; 2 - лессовые слои; 3 - циклессы.

1. Все выделенные циклессы по своей морфологии относятся к проциклитам (по Ю.П. Карогадину /1982/).

2. Продолжительность образования отдельных циклессов закономерно уменьшается от более древних отложений к молодым (см. таблицу) и варьирует в пределах 25-180 тыс. лет. Продолжительность образования погребенных почв по разрезу варьирует от 11 до 50 тыс. лет с тенденцией уменьшения этого отрезка времени от более древних к более молодым погребенным почвам. Продолжительность образования лессовых слоев колеблется от 14 до 140 тыс. лет с той же тенденцией (см. таблицу).

3. Интенсивность породообразования изменяется по разрезу для погребенных почв от 0,04 до 0,13 мм/год, а для лессовых пород - от 0,12 до 1,22 мм/год, при этом наблюдается определенная цикличность. Особенно интенсивное породообразование приурочено к самаровскому времени (см. таблицу, рис. 2).

4. Мощность циклессов циклически возрастает через каждые 100-150 тыс. лет (см. рис. 2).

Наблюдается тенденция увеличения мощности отдельных циклессов от более молодых к более древним отложениям. Эта закономерность нарушается лишь циклессами, приуроченными к самаровским горизонтам (см. рис. 2).

- Архипов С.А., Девяткин Е.В., Шелкопляс В.Н. Корреляция четвертичных оледенений Западной Сибири, Горного и Монгольского Алтая, Восточной и Западной Монголии. – В кн.: Проблемы стратиграфии и палеогеографии плейстоцена Сибири. Новосибирск: Наука, 1982, с. 149–161.
- Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. – М.: Недра, 1980. – 239 с.
- Проблемы стратиграфии и палеогеографии плейстоцена Сибири. – Новосибирск: Наука, 1982. – 176 с.
- Разрез новейших отложений Алтая/ Свиточ А.А., Боярская Т.Д., Воскресенская Т.Н. и др. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 207 с.
- Шаевич Я.Е. Некоторые вопросы терминологии и методики выделения циклов субаэральных пород. – В кн.: Цикличность формирования субаэральных пород. Новосибирск: Наука, 1980, с. 64–77.
- Шаевич Я.Е. Цикличность осадконакопления и системность в строении как факторы стратификации лессов (на примере юга Западной Сибири). – В кн.: Тезисы докладов XI конгресса ИНКВА. М., 1982, с. 348–350.

УДК 624.131:551.793

Г.В. Быстровзоров

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ПРИНЦИПА ЦИКЛИЧНОСТИ  
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЛЕССОВЫХ ПОРОД  
НА ТЕРРИТОРИИ ГОРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

К настоящему времени накоплен фактический материал по инженерной геологии лессовых пород Горьковской области. Интересны теоретические разработки и практические рекомендации, полученные И.В. Финаевым и др. /1983/. Однако многие вопросы, касающиеся генезиса, условий формирования лессовых пород, остаются пока неясными и требуют дальнейшего обсуждения, уточнения, решения.

На основе анализа палеопедологических спорово-пыльцевых, минералогических данных, а также сопоставления карт распространения лессовых пород Горьковской области с палеогеографическими картами оледенений сделана попытка объяснить условия и время формирования лессовых пород в историко-геологическом аспекте, т.е. показать в развитии смену палеогеографических обстановок на протяжении всего четвертичного периода, ведущую к смене осадконакопления.

Лессовые породы рассматриваемой территории, литологически представленные пылеватыми суглинками, приурочены к водоразделам

и их склонам и встречаются на террасах притоков Волги и Оки. Мощность покрова лессовидных суглинков колеблется от 1–2 м до 20–30 м. Многие исследователи относят их к средневерхнечетвертичным.

В полном разрезе наблюдается ископаемая почва, перекрытая толщей серовато-желтой, просадочной, макропористой, лессовидной породы. Подстилается почва слоистым, непросадочным, лессовидным суглинком.

Исследованиями К.К. Маркова, А.А. Величко, А.В. Минервина, Н.И. Кригера установлено, что формирование лессовых пород происходило в перигляциальной обстановке. Это подтверждается и местным материалом (морозобойными клиньями, характером спорово-пыльцевых диаграмм, находками остатков полярных животных: шерстистого носорога, мамонта, исполинского оленя и др.).

Смена палеогеографических обстановок, влияющая на формирование лессовидных суглинков, шла с начала четвертичного периода. Данных, свидетельствующих о ходе эволюции рельефа и осадочного процесса для нижнего плейстоцена, пока еще очень мало. Однако убедительно доказывается /Горецкий, 1966/, что долина Волги в это время уже существовала; здесь формировался нижнечетвертичный аллювий. В континентальных условиях развивалась Приволжская возвышенность. Средний плейстоцен характеризовался резкой сменой климатических условий. Дважды территория Горьковской области оказывалась под воздействием оледенений (Днепровского и Московского), которые чередовались с теплыми межледниковьями.

У нас нет сведений о том, что ледник покрывал широтный отрезок Приволжской возвышенности (территория г. Горького). По всей вероятности, он не мог преодолеть этот рубеж и двигался по долинам крупных рек. Тем не менее находка кристаллических пород (гранита, диабазы и др.), а также косая слоистость песков и лессовидных суглинков в основании лессовой толщи наводят на мысль о том, что водные потоки ледника переваливались через водоразделы в условиях мертвого льда, образующего подпор. Вероятно, талые воды днепровского ледника, следуя общему уклону, стекали на юг к широтному отрезку Волги, отлагая песчаный и глинистый материал, полученный благодаря размыву морены и флювиогляциальных отложений, часть же воды переваливалась через высокий правый берег. В полузастойных водоемах отлагался мелкозернистый материал, образовавший нижний горизонт лессовых пород. Также происходило формирование лессовидных суглинков в южной части области, где на направление и скорость водных потоков влиял рельеф. После спада ледниковых вод мелкозем был подвержен облессованию в условиях холодного климата.

После теплого одинцовского межледниковья, следы которого остались в виде слабо выраженных почв, наступило Московское оледенение. Московский ледник остановился севернее Горьковской области, его морена обнаружена только в Кировской области. Однако исток талых вод интенсивно шел главным образом на уровне III надпойменной террасы (75–95 м абс. высоты). В пределах низких водоразделов

в условиях ослабленного гидродинамического режима отлагался мелкозернистый материал нижнего горизонта лессовых пород. На высоких водоразделах в перигляциальных условиях лессовый материал переносился, по-видимому, эоловым путем.

В микулинское время, когда климат был теплым и влажным, сформировалась микулинская почва, которая делит толщу лессовых пород на два горизонта. С поверхности ископаемая почва разбита морозобойными трещинами, имеются и солифлюкционные затеки, что говорит о суровых климатических условиях валдайского времени. Валдайский ледник, отстоящий далеко к северу, оказал влияние на осадконакопление. При таянии ледника возникли мощные потоки, которые образовали новые очертания речных долин, сформировали аллювий I и II надпойменных террас.

По В.П. Гричуку, растительность во время валдайского оледенения располагалась зонально. К леднику примыкала зона преледниковой растительности, которая сменилась зоной степей с редкими деревьями. Покровное залегание лессовых пород верхнего горизонта, однородность состава и сложения, минералогический состав, близкий флювиогляциальным пескам Заволжья, приуроченность к высоким водоразделам свидетельствуют о том, что в отложении лессового материала в это время главную роль играл ветер, приносящий необходимый материал в виде пыли и развевающий ледниковые и флювиогляциальные отложения.

Обращает на себя внимание повышенная мощность лессовидных отложений районов, примыкающих к долинам Волги и Оки. Очевидно, что обильным источником лессового мелкозема явились огромные скопления аллювиального и флювиогляциального материала в этих долинах. На склонах формировался переотложенный делювиальный лессовидный суглинок.

В заключение отметим, что главную и определяющую роль в формировании лессовых суглинков и ископаемых почв сыграла смена палеогеографических обстановок (цикличность) на протяжении четвертичного периода. Лессовидные суглинки образовались в условиях сухого и холодного перигляциального климата. Ископаемые почвы возникли в теплых межледниковых условиях.

Исходный материал лессовидных суглинков поступал в виде осадка из флювиогляциальных потоков с ослабленным режимом. В валдайское время лессовый мелкозем переносился эоловым путем. Встречается и переотложенный делювиальный лессовидный суглинок.

### Литература

- Горецкий Г.И. Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. – М.: Наука, 1966. – 411 с.
- Финаев И.В., Рудченко Э.Г., Домрачев Г.И. Инженерно-геологическая характеристика лессовых пород в районе г. Горького. – В кн.: Труды межузовской конференции по строительству на лесовых грунтах. М.: Изд-во МГУ, 1973, с. 48–50.

Б.С. Янкелевич, А.А. Крымцов

НАРУШЕНИЕ ЦИКЛИЧНОСТИ СТРОЕНИЯ  
 ЛЕССОВЫХ ТОЛЩ ПОД ВЛИЯНИЕМ  
 ЭРОЗИОННО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Исследованиями авторов /Чебаненко, 1966; Николаенко, 1972; Собакарь, 1975; Тимофеев, 1981/ установлена активность мелко-блоковых структур в некоторых районах Украинского щита (Житомирское полесье, Приазовье и пр.). В последние годы в результате детальных инженерно-геологических исследований признаки такой активности выявлены на ряде участков в пределах Среднеднепровского и Кировоградского районов щита.

На территории Днепропетровской и Кировоградской областей широко распространены отложения лессовой формации, перекрывающие кристаллические образования докембрия, а также третичные морские и континентальные осадки. Строение лессового покрова сложное. Его стратиграфическое расчленение производится согласно детальной стратиграфической схеме УРМСК, в соответствии с которой толща лессовидных суглинков является ритмично построенной, состоящей из чередующихся в разрезе горизонтов лессов и погребенных почв, что обусловлено цикличными изменениями климата (чередование эпох похолодания и потепления). Всего в плейстоцене насчитывается 16 стратиграфических горизонтов. Субаэральная толща плиоценовых отложений также ритмично построена, она состоит из горизонтов (свит) красноцветных ископаемых почв, переслаивающихся с серо- и буроватыми глинами, что отражает чередование эпох с различными палеоклиматическими условиями /Веклич, 1982/.

Детальные инженерно-геологические исследования на территории г. Днепропетровска, в частности изыскания трасс метрополитена, позволили установить, что поверхность кристаллического фундамента, залегающего на глубине от 0 до 60 м, состоит из серии небольших субгоризонтальных площадок – блоков, различающихся по высоте до 20–30 м. Блоки разделяются молодыми дизъюнктивными нарушениями, представляющими собой зоны дробления милонитизации, каолинизации и сопровождающимися различной степенью трещиноватости скального массива. Ширина нарушений от одного до нескольких десятков метров, падение крутое ( $70-90^{\circ}$ ).

В современном рельефе активные зоны нарушений выражены в виде прямолинейных уступов, в том числе молодых, позднечетвертичных, имеющих преимущественно запад-северо-западное простирание ( $290-300^{\circ}$ ), крупных эрозионных форм (балок, ложбин), для которых характерно северо-восточное ( $40-50^{\circ}$ ), реже широтное ( $80-90^{\circ}$ ) и меридиональное ( $0-10^{\circ}$ ) простирания. В большинстве случаев над крупноамплитудными сбросами расположены уступы, над сложными грабенами – эрозионные формы. Пересечение наруше-

ний различного простираения создает мелкоблоковую структуру территории.

В отложениях осадочного чехла к активным зонам или отдельным нарушениям приурочены резкие изменения мощностей, генетических типов и фаций четвертичных образований. На участках распространения отложений лессовой серии вблизи нарушений установлены выклинивания лессовых и почвенных слоев, изменения их мощности, сбросы и зеркала скольжения, флексуры. Имеются данные об изменении прочностных характеристик грунтов вблизи отдельных швов (разуплотнение).

В пределах одного гипсометрического уровня встречаются участки, заметно отличающиеся по разрезу субэаральной толщи. На границах таких участков скважинами зафиксированы скачки поверхности фундамента и зоны дробления кристаллических пород, т.е. каждый участок находится в пределах отдельного неотектонического блока (рис. 1).

На приподнятом блоке, соответствующем нагорной части города, из разреза выпадает днепровский горизонт лесса, хотя за пределами блока он выдержан по простираению и имеет значительную мощность. Такую аномалию можно объяснить интенсивным поднятием блока в период наступления днепровского ледника (возможно, явление гляциозостази).

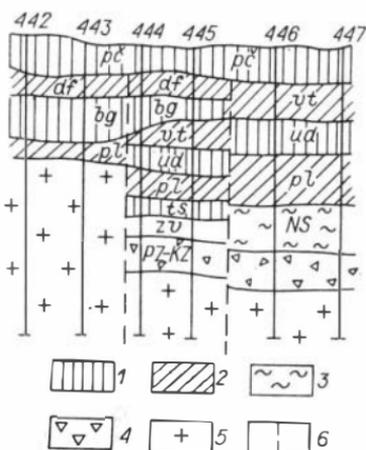
В южной части города на аэрофотоснимке отчетливо просматривается в виде изометрического блока участок размером в поперечнике до двух километров. В его пределах из разреза выпадают две пары горизонтов лессовой серии, в то время как на соседних территориях разрез лессовой толщи содержит все горизонты. Такое явление объясняется вертикальными колебательными движениями изометрического блока в четвертичное время. В периоды наиболее интенсивных поднятий блока указанные горизонты были размыты.

В 1982–1983 гг. при проведении инженерно-геологических изысканий для промышленных сооружений в Кировоградской области установлено несколько дизъюнктивных нарушений, ограничивающих опущенные и приподнятые блоки фундамента. Результаты изысканий подтверждают активность зоны Исаевского разлома, которая была установлена ранее геолого-съёмочными и поисковыми работами. Анализ построенных разрезов позволяет сделать некоторые выводы о характере движения отдельных блоков во времени и восстановить в какой-то мере историю формирования лессовой толщи, имеющей различные мощности и строение в различных блоках (рис. 2).

Разрывные нарушения типа крутопадающих сбросов, по-видимому, заложились еще в протерозое и периодические подновлялись в мезозое и кайнозое. Они характеризуются в кристаллических породах интенсивной трещиноватостью, дроблением и сопровождаются окварцеванием, эпидотизацией и хлоритизацией, в коре выветривания – наиболее сильными процессами каолинизации, а в кайнозойских отложениях – карбонатизацией. Последний процесс (в четвертичных образованиях) проявлен слабо и визуалью трудноуловим. Однако нарушения в четвертичных отложениях хорошо фиксируются в современных формах рельефа и в разрезах по скважинам за счет перемещения отдельных блоков с амплитудой до 10–15 м.

Рис. 1. Схематизированный фрагмент разреза по трассе метрополитена (г. Днепропетровск).

1 - лессовидные суглинки; 2 - погребенные почвы; 3 - серые глины; 4 - кора выветривания; 5 - гранитоиды; 6 - тектонические нарушения.



Разрез лессовой толщи отличается неполнотой. Выпадение из разреза отдельных горизонтов и резкое их изменение в мощности связаны с тектоническими контролировавшимися условиями накопления осадков и размыва:

После образования элювия кристаллических пород вся площадь была приподнята, лишь в неогене происходили опускание отдельных блоков и заложение мелких озер, о чем свидетельствует незначительное распространение серых запесоченных глин и песков (слой 9). В основном на элювии кристаллических пород (слой 10) залегают красно-бурые глины, в верхней части переходящие в тяжелые суглинки нижнечетвертичного возраста (слой 8). Нижняя граница глин неровная, явно несогласная. Здесь в глинах содержатся отдельные обломки кристаллических пород и карбонатные включения иногда внушительных размеров. Верхняя граница также нечеткая и выделяется только по более светлой окраске. Этот горизонт условно можно отнести к раннечетвертичному - мартоношскому (слой 8). Мощность горизонта изменяется от 0 до 6 м.

На красно-бурых тяжелых суглинках и глинах залегают горизонт суглинков лессовидных красновато-бурых, формировавшихся также в условиях аридного климата. Хотя эти суглинки и являются тяжелыми, они обладают повышенной пористостью, особенно в своей верхней части (лубенские и завадовские слои). Верхняя граница горизонта четкая, часто неровная (есть следы слабого размыва), по-видимому, верхние горизонты нижнечетвертичных образований размывы. Мощность горизонта от 3 до 7 м (слой 7). Значительные изменения мощности нижнечетвертичных отложений связаны с эрозивно-тектоническими процессами.

Образования среднечетвертичного возраста распространены повсеместно, однако отложения днепровского горизонта маломощны и наблюдаются на отдельных участках. В основном на нижнечетвертичных суглинках залегают кайдакские бурые лессовидные суглинки - средние и тяжелые (слой 6). Верхняя и нижняя границы горизонта довольно четкие, мощность его имеет незначительные колебания от 1,0 до 4,5 м. Минимальная наблюдается в скв. 1082, расположенной в поднятом блоке Б (см. рис. 2), где этот горизонт значительно эродирован. Выше по разрезу залегают лессовидные суглинки буровато-желтые тясминского горизонта (слой 5). Верхняя

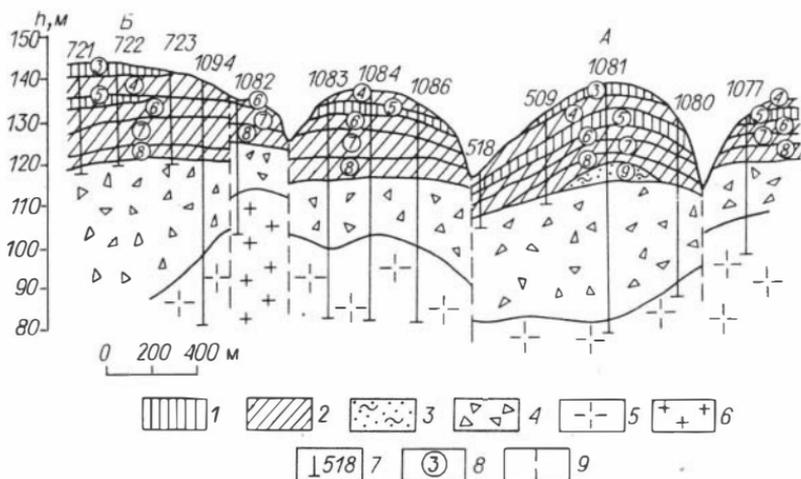


Рис. 2. Разрез в районе Кировоградской области.

1 - лессовидные суглинки; 2 - погребенные почвы; 3 - глины запесоченные; 4 - кора выветривания; 5 - граниты крупнозернистые; 6 - граниты мелкозернистые; 7 - скважина и ее номер; 8 - номер слоя; 9 - тектонические нарушения.

граница неровная, как правило, со следами размыва, что отчетливо наблюдается на некоторых обнажениях. Мощность горизонта изменяется от 0 до 4,5 м, причем минимальная наблюдается в блоке А, а в блоке Б горизонт отсутствует.

На лессовидных суглинках тясминского горизонта лежат бурые лессовидные суглинки, вероятно витачевско-бугские верхнечетвертичного возраста (слой 4). В относительно опущенных блоках они имеют часто выдержанную мощность (3,5-4,5 м), а в поднятых либо полностью уничтожены эрозийными процессами, либо частично, где мощность их не превышает 0-1,0 м. Завершается разрез лессовой толщи лессовидными желтовато-бурыми суглинками дофиновского горизонта. Они распространены почти повсеместно, исключение составляют отдельные небольшие блоки, положительные движения которых, по всей видимости, проявляются и в настоящее время.

Итак, нарушение ритмичности в строении лессовых толщ, проявляющейся, в частности, в выпадении из разреза одного или нескольких горизонтов лессов либо погребенных почв, в ряде случаев можно объяснить дифференцированными вертикальными движениями мелких блоков земной коры.

Поскольку лессовые и почвенные горизонты, распространение которых в плане и в разрезе контролируется неотектоникой, обладают различными инженерно-геологическими и гидрогеологическими характеристиками, предлагается детальный морфоструктурный анализ как основа для инженерно-геологической типизации территорий (в

частности, по просадочности), а также для прогноза изменения гидрогеологических условий.

С другой стороны, следует учитывать, что в зонах активных в неоген-четвертичное время разломов могут происходить и современные подвижки блоков, что может влиять на условия строительства и эксплуатации подземных, гидротехнических и других сооружений. Одним из методов выявления активных нарушений, наряду с геофизическими и геоморфологическими, может быть детальное изучение стратиграфических разрезов лессовых толщ.

### Литература

- Веклич М.Ф. Палеозапнятность и стратотипы почвенных формаций верхнего кайнозоя. – Киев: Наукова думка, 1982. – 208 с.
- Николаенко Б.А. Блочные движения земной коры и формирование современного рельефа северо-западной части Украинского щита. Автореф. канд. дис. – Киев, 1972. – 20 с.
- Собакаръ Г.Т. Разломно-блочная тектоника Северного Приазовья. Автореф. докт. дис. – Киев, 1975. – 42 с.
- Тимофеев В.М. Разломно-блочные структуры и их отражение в рельефе северо-западной части Украинского щита (на примере территории Коростенского плутона). Автореф. канд. дис. – М., 1981. – 20 с.
- Чебаненко І.І. Розломна тектоніка України. – Київ: Наукова думка, 1966. – 164 с.

УДК 624.131.31

А.К. Ларионов

## РАСЧЛЕНЕНИЕ И ВЫДЕЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ СЛОЕВ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО- ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Лессовые массивы представляют собой циклично построенные природные системы. Их цикличность является отражением периодичности смены физико-географических условий на протяжении четвертичного периода. На условиях формирования лессовых пород и сопровождающих их отложений отразилось чередование оледенений и теплых межледниковий. Условия седиментогенеза и диагенеза в эти эпохи наложили свой отпечаток не только на типы формирующихся пород, но и на их инженерно-геологические особенности.

Проводимое в последние десятилетия крупномасштабное инженерно-геологическое картирование на территориях Украины, Крыма, Молдавии и Северного Кавказа предъявляет жесткие требования к расчленению лессовых массивов. Наиболее распространена палеопе-

достратиграфическая схема стратификации. Без сомнения, она отражает исторический ход накопления лессовых толщ. При этом особенно подкупает простота выделения возрастных групп пород, слагающих массивы.

Автор в течение более сорока лет занимался изучением лессовых разрезов различных территорий Советского Союза. Накопившийся материал позволяет сделать ряд выводов об особенностях погребенных почв. Прежде всего, в разрезах они могут выклиниваться, две почвы могут соединяться в одну, нередко на соседних участках массива обнаруживается разное количество их. Часто они являются перетолженными (вторичными). Если инженер-геолог обнаруживает в разрезе одну или две погребенные почвы, то установить их возраст оказывается или невозможным, или затруднительным.

Более точным является расчленение лессовых толщ на базе абсолютного возраста. Однако малые отрезки времени отложения отдельных лессовых слоев могут привести к значительным ошибкам. Да и сложность определения абсолютного возраста пока затрудняет его внедрение в инженерно-геологическую практику.

Нами (начиная с 1965 г.) разрабатывается литолого-структурно-текстурный метод расчленения лессовых массивов /Ларионов, 1966, 1969, 1981/. Он основан на двух принципах. Первый сводится к тому, что при определенных физико-географических условиях формируются геологические тела, обладающие сходным составом и структурно-текстурными характеристиками. Таким образом, каждый слой, участвующий в строении лессового массива, должен обладать своеобразными литолого-структурными признаками. Следует при этом учитывать, что физико-географические условия породообразования изменяются не только во времени, но и в пространстве. Хотя на разных территориях общие соотношения в массивах сохраняются, но все же требуются выявление местных изменений в различных геоморфологических районах. При этом принципе сходные по литолого-структурно-текстурным признакам породы обладают идентичными свойствами.

Основанная на этих принципах методика инженерно-геологического расчленения лессовых толщ включает: 1) анализ геоморфологического строения территории. На характерных геоморфологических участках на всю мощность толщи проходят опорные шурфы; 2) детальное изучение стенок опорного шурфа. Оно сводится к таким операциям: а) осуществляется визуальное расчленение разреза на слои, отличающиеся по цвету, морфологии, гранулометрическому составу, классу структуры, текстурным особенностям и включениям. Мощность выделенных слоев замеряется; б) тщательно исследуются границы между выделенными слоями. Устанавливается их характер. Особенно важна оценка типа перехода: неясный, постепенный, резко выраженный и т.д. Выявляются следы криотурбаций, вымыва, потечности (форм проникновения материала из верхнего слоя в нижний); в) среди выделенных слоев выявляются погребенные почвы (по своеобразным почвенным структурам, окраске, морфологии и другим признакам). По мере возможности устанавливается их ха-

рактер (*in situ*, безглавленные, переотложенные); г) если хорошо выделяемые почвы не отмечаются, то определяются горизонты замещения (прослой песка, песчано-гравелистые, слоистые глинистые породы и т.д.); д) регистрируются карбонатные, сульфатные, железомарганцевые прослой; е) оцениваются особые признаки пород, слагающих слои: развитие корнеходов, кротовин, червоточин, растительных остатков, также регистрируются палеофаунистические и археологические находки; ж) в каждом выделенном слое производится определение плотности и коэффициента текстурности. Эти характеристики оцениваются с помощью микропенетromетра любой конструкции. В каждом слое пенетрация выполняется в 7-12 точках. Плотность оценивается по средней величине  $h_n$ . Для определения коэффициента текстурности из полученного ряда  $h_n^1, h_n^2 \dots h_n^i$  выбираются максимальное и минимальное значения (при этом аномальные, случайные величины отбрасываются). Тогда  $K_T = h_n \max / h_n \min$ ;

3) отбор на последнем этапе исследования шурфа из выделенных слоев образцов ненарушенного сложения (примерно размер 5x5x5 см, без парафинирования). Образцы необходимы для получения ряда структурно-литологических и физических показателей, которые позволяют уточнить визуальное инженерно-геологическое расчленение разреза.

Образцы доставляются в полевую лабораторию, где подвергаются следующим исследованиям.

1. Уточняется цвет породы. Для этой цели используется метод порошковых эталонов, разработанный автором. Он сводится к таким операциям. Перед началом работы изготавливается цветовая эталонная шкала. Она делается из воздушно-сухих образцов, характерных по окраске для лессовых толщ района. Кусочки пород раздавливаются в ступке до порошкообразного состояния. Необходимо следить, чтобы в порошки не попадали цветные включения. Полученные эталоны выкладываются на полоску чертежной бумаги, имеющей ширину 5 см. Размеры площадки, покрываемой каждым образцом, 5x5 см. Толщина слоя порошка порядка 1-2 мм. Все эталоны размещаются в соответствии с цветами и оттенками. Затем они индексируются по цветам (А, Б, В ...) и оттенкам. Для исключения влияния структуры поверхности образца поверхность порошка легко прижимается стеклянной пластиной.

Для определения индекса цвета и оттенка исследуемый воздушно-сухой образец доводится до порошкообразного состояния и помещается на пластинку из чертежной бумаги (размером 5x5 см). Поверхность его легко уплотняется стеклом. Получившийся препарат сопоставляют с эталонной шкалой. Цветовой индекс исследуемого образца устанавливается по эталону, с которым совпадают цвет и оттенок препарата. Благодаря высокой способности глаза различать цвета и оттенки, этот метод дает точные и однозначные результаты. В лабораторных условиях можно повысить точность цветовой оценки путем использования микроскопов сравнения типа МС.

2. Определяется количество макропор на 1 см<sup>2</sup> площади образца. Для этой цели используется квадратная палетка с окном 1x1 см.

Подсчет производится на 4–7 участках образца. В качестве показателя берется средняя величина.

3. Устанавливается присутствие или отсутствие слоистости. Это осуществляется путем просмотра образцов с использованием лупы 10х. Скрытая слоистость может устанавливаться по характеру скола воздушно-сухого образца. В лессовых породах разных генетических типов встречается слоистость: крупная ( $v > 10$  мм), средняя ( $0,5 < v < 10$  мм), тонкая ( $\leq 0,5$  мм) и скрытая.

4. Дается комплексная характеристика химико-минералогического состава и гранулометрии пород, слагающих выделенные слои. Оценка производится с помощью индекса микротрещиноватости /Ларионов, 1971/. Для его определения в полевых условиях необходимы простейшие приспособления: лупа 20х и пипетка. Осредненное значение устанавливается по частным индексам не менее чем на трех участках образца.

5. Оценивается активная пористость ( $d \geq 0,01-0,02$  мм) пород, слагающих выделенные слои. Для этой цели в полевых условиях испол зуется капельный метод. Он основывается на определении времени впитывания в поверхность пород глицерина. Само время впитывания может косвенно характеризовать величину активной пористости. Пересчет на ее действительную величину может производиться по таблицам автора.

В условиях стационарной лаборатории более точная оценка этой важной структурной характеристики может быть осуществлена капиллярметрическим методом.

6. Выявляются классы структуры пород, слагающих выделенные слои. В полевых условиях это осуществляется по комплексу визуальных признаков /Ларионов, 1971/.

В лабораторных условиях используются оптические методы, позволяющие не только получить качественные индексы класса, но и уточнить их количественными показателями.

Инженер-геолог по классу структуры, активной пористости и индексу микротрещиноватости может уже в полевых условиях дать предварительный прогноз таких важных свойств, как водопроницаемость и набухание. Во многих случаях эти характеристики пород позволяют судить о предрасположении лессовых пород к просадочности. Отобранные монолитные образцы отправляются затем в стационарную лабораторию, где окончательно уточняются структурно-литологические пока атели и определяются основные свойства пород. Каждый выделенный на литолого-структурной основе слой, как это показали многочисленные исследования, имеет определенные значения физико-механических свойств. Это обстоятельство позволяет именовать его "инженерно-геологическим" слоем. Инженерно-геологическое расчленение осуществляется по одному опорному шурфу в пределах геоморфологически сходной территории.

В результате исследований, проведенных автором и его сотрудниками на территории УССР, Молдавской ССР и Северном Кавказе, обнаружались некоторые закономерности в вертикальном размещении инженерно-геологических слоев. Их последовательность в разрезах свидетельствует о цикличности в изменении природных условий в эпоху формирования лессовых толщ.

Сопоставление литолого–структурно–текстурного расчленения тираспольского разреза по К.Н. Негадаеву–Никонову и П.А. Яновскому

Этап	Горизонт	Характеристика горизонта	
		литолого–текстурная	инженерно–геологическая
1	2	3	4
IV	C <sub>4</sub>	Почвенный слой, "иллювиальный" горизонт, суглинки лессовидные желто–палево–бурые, средние и легкие. Содержит один карбонатный слой. Может включать до трех гипсовых слоев	Средне и слабо просадочный. Там, где горизонты гипса и карбонатов повышают его жесткость, он или непросадочен или слабо просадочен
	B <sub>4</sub>	Лессовые суглинки (редко средние суглинки), легкие супеси. Имеют палевою, светло–желтую окраску, в некоторых районах светло–бурю	Просадочны. Хорошо фильтруют воду
	A <sub>4</sub>	Лессовые суглинки легкие и тяжелые. Иногда включают горизонты "смешения"	Просадочность небольшая или непросадочны. Фильтруют воду слабее, чем горизонт B <sub>4</sub>
III	C <sub>3</sub>	Суглинки средние и тяжелые, лессовые, содержат морозобойные трещины, горизонты "смешения", прослой песков. Верхняя граница размыта. Часть содержит следы вымыва. Преобладает бурая окраска. Содержит карбонатные горизонты	Непросадочны. Водопроницаемость пониженная
	B <sub>3</sub>	Супеси и суглинки лессовые легкие, средние, палевые, желто–бурые. Иногда содержат один горизонт смешения	Сравнительно редко просадочны. Фильтруют воду хорошо
	A <sub>3</sub>	Суглинки лессовые средние, тяжелые (иногда глины), бурые (иногда сизовато–охристые). В последнем случае нелессовидные	Непросадочны. Слабо водопроницаемы

1	2	3	4
II	C <sub>2</sub>	Суглинки средние, тяжелые с пятнами Fe-Mn, бурые, серовато-бурые. Могут включать прослой отличного от общей массы материала. Содержат включения карбонатов	Непросадочны. Слабо водопроницаемы
	B <sub>2</sub>	Суглинки лессовые легкие, средние. Иногда супеси. Преобладают буровато-желтые окраски	Непросадочны. Хорошо водопроницаемы
	A <sub>2</sub>	Суглинки с прослоями супесей. Слабо облессованы. Господствуют бурые окраски	Непросадочны. Водопроницаемы
I	C <sub>1</sub>	Суглинки средние и тяжелые. Включают часто горизонты вмыва. Карбонатны. Красно-бурая или темно-серая окраска	Непросадочны. Водопроницаемость различная
	B <sub>1</sub>	Супеси, суглинки с включением прослоев песка и глин, красно-бурые и темно-серые, часто носят следы облессования	Непросадочны. Водопроницаемость различная
	A <sub>1</sub>	Суглинки, глины, прослой песка, красно-бурые, темно-серые	Непросадочны. Водопроницаемость различная

Анализ более сотни разрезов позволяет говорить о четырех комплексных циклах формирования инженерно-геологических особенностей напластования лессовых толщ. В пределах каждого цикла выделяется до трех инженерно-геологических слоев (литолого-структурно-текстурных): С, В, А (см. таблицу).

Горизонт С – почвенный (погребенный, современный). Чаще всего представлен суглинками средними (реже легкими или тяжелыми). Окраска бурая, серая, коричневая, серовато-бурая. Характерна зернисто-агрегативная, агрегативная структура (II<sup>a</sup>, III). Сложная текстура: прослой песка, супеси, галечника, гравия. Нередко эти породы полностью замещают почву (“горизонт замещения”). Иногда почвы являются переотложенными. Как правило, кровля почвенного горизонта носит следы размыва и достаточно четко отделена от вышележащего слоя (исключение – современная почва). Горизонт часто содержит мерзлотные трещины и другие криогенные нарушения. Распространены следы вмыва, карбонатные и железо-марганцевые

включения. Макропоры отсутствуют или слабо развиты (1–10 макропор на 1 см<sup>2</sup>). В некоторых случаях обнаруживается слоистость пород. Индекс микротрещиноватости зависит от литологических особенностей горизонта. В суглинистых разностях отмечается малая активная пористость. Погребенные почвы в подавляющем числе случаев являются непросадочными.

Горизонт В – лессовый. Сложен легкими и средними пылеватými суглинками, нередко пылеватými супесями. Отличается светлой палевой, желто–бурой, серовато–палевой окрасками. Структура зернисто–, пылегато–пленчатая и зернисто–агрегативная. Содержит от 2 до 30 макропор на 1 см<sup>2</sup>. Часты кротовины, червеходы. Переход в соседние горизонты чаще всего постепенный (редко хорошо выражен). Содержит много карбонатов и сульфатов. Слоистость отсутствует (редко скрытая слоистость). Преобладают индексы микротрещиноватости от Т–0 и до Т–1 (2). Характерна значительная активная пористость. Просадочен. К нему приурочены наибольшие величины просадочности.

Горизонт А – лессовый, переходный. Представлен суглинками пылеватými (от легких до тяжелых). Окраска более темная, чем горизонта В, от желтой до красновато–бурой. Структура зернисто–агрегативная до агрегативной. В нижней части горизонта наблюдается ожелезнение, Fe–Mn примазки и включения. Нередки прослои “смешения”, в которых наблюдается сложное сочетание минеральных составляющих разного состава и структуры. Граница верхняя с горизонтом В в основном неясная. Преобладает постепенный переход одного слоя в другой. Граница с горизонтом С резкая. Индекс микротрещиноватости в пределах горизонта не выдержан и меняется от Т–0 до Т–2. Активная пористость меньше, чем в горизонте В. Малая просадочность.

Во многих случаях под современной почвой регистрируется среднесуглинистый слой. Он имеет зернисто–агрегативную структуру (иногда агрегативную). Окраска преобладает желто–бурая и бурая. Мощность его колеблется от 0,5 до 3 м. В нем хорошо развиты макропоры. Граница перехода его в горизонт В чаще неясная, однако иногда достаточно выражена. Содержит скопления карбонатов. Часто обладает просадочностью. Можно полагать, что он отражает переходные физико–географические условия формирования лессового покрова от ледниковья к современному. Так как этот слой характерен только для самого верха лессовой толщи, предлагается его соотносить с нижней частью почвенного горизонта, индексирова его как С<sub>4</sub>.

Все выделяемые инженерно–геологические горизонты удобно обозначать индексами. Так, первый от поверхности лессовый цикл включает четыре горизонта: С<sub>4</sub>, С<sub>4</sub>, В<sub>4</sub>, А<sub>4</sub>; второй – три: С<sub>3</sub>, В<sub>3</sub>, А<sub>3</sub>. Аналогичную индексацию имеют следующие два цикла.

В конкретных разрезах могут отсутствовать отдельные горизонты и целые циклы. Последнее связано с возрастом геоморфологического элемента, условиями размыва и другими факторами. Наиболее четко



- ных систем на лессовых территориях. Киев, 1966, с. 12-18.
- Ларионов А.К. Расчленение лессовых пород Степного Крыма при инженерно-геологических изысканиях. - В кн.: Вопросы инженерной геологии, оснований и фундаментов. Новосибирск: изд. НИИЖТа, 1969, с. 87-96.
- Ларионов А.К. Методы исследования структуры грунтов. - М.: Недра, 1971. - 200 с.
- Ларионов А.К. Расчленение лессовых толщ для инженерно-геологических целей. - *Biuletyn Geologiczny*. Т. 24. Варшава, 1981, с. 231-239.
- Негадаев-Никонов К.Н., Яновский П.В. Четвертичные отложения Молдавской ССР. - Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1969. - 907 с.

УДК 551.8:528.94(477.61)

М.Ф. Веклич, Ж.Н. Матвишина,  
Р.М. Коган, М.И. Лучинкина

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЭТАПНОСТЬ  
И ЦИКЛИЧНОСТЬ ПОЗДНЕГО (ВЕРХНЕГО) КАЙНОЗОЯ  
КАК ОСНОВА КРУПНОМАСШТАБНОГО  
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ГОРОДОВ  
(на примере г. Ворошиловграда)

Институтами Госстроя УССР проводятся работы по составлению инженерно-геологических атласов крупномасштабных карт некоторых городов (Харькова, Львова, Одессы, Ворошиловграда и др.). Обоснована методика составления таких карт, при этом успешно используются разработанная отделом палеогеографии Отделения географии АН УССР детальная схема палеогеографических этапов плиоцена и плейстоцена и составленная коллективом авторов детальная стратиграфическая схема соответствующих отложений Украины, а также ряд районных (местных) стратиграфических схем. Районные схемы утверждены УРМСК в 1971, 1972, 1981 и 1982 гг., а региональная стратиграфическая схема плиоценовых и четвертичных отложений Украины - МСК в 1981 г. В Госстрое УССР эти схемы приняты как обязательные. Для конкретных небольших территорий применение схем облегчается в том случае, если на них проводятся специальные исследования палеогеографической этапности и разрабатываются местные детальные стратиграфические схемы. Такая работа выполнена нами совместно с отделом палеогеографии Отделения географии АН УССР и Ворошиловградским филиалом УкрвостокГИИНТИЗа Госстроя УССР в 1978-1983 гг.

Для решения указанной задачи по территории города сотрудни-

Схема палеогеографических этапов и стратиграфического расчленения плиоцена и плейстоцена территории г. Ворошиловграда (фрагмент)

Подэтап (подотдел), зоноги-подэтап (звено)	Зоноор-тоэта-пы (ре-гиональ-ный го-ризонт)	Субаэральные отложения междуречий	Субаквальные отложения речных долин
Сред-ний плио-цен, N <sub>2</sub>	Кызыль-ярский, kz	Лессовидные и другие глины, бурые, карбонат-ные, с включениями скло-нового материала, мело-вого щебня, галек; v, vd; 0,2-4,5 м; палеокли-мат умеренно холодный; палеоландшафты, близкие к степным, с преоблада-нием лебедовых	Пески, супеси, светло-бурые глины, в том числе опесчаненные с мергелевой и меловой галькой, галечники; а, v, vd; 0,5-4,5 м; лугово-степные палеоландшафты в усло-виях умеренно холодного климата
Ярков-ский, jr		Почвенные отложения и почвы, чаще 3; красно- и буро-коричневые, лу-гово-красно-коричневые, карбонатные, глинистые; е, ed; 1,4-6 м; палео-ландшафты субтропичес-кие переменнo-влажные лугово-лесостепные	Пески, супеси, глины, галечники бурые, с красно-коричневыми прослоями, аллювиальные и луговые почвы, гли-нисто-песчаные; а, е, ed; 0,5-7 м; палеоланд-шафты субтропические лугово-лесные

териалов прошлых лет) собраны и обобщены данные бурения прошлых лет (несколько тысяч скважин), а отделом палеогеографии изучены опорные и другие разрезы (около 40), проведены маршрутные исследования и в результате составлена схема палеогеографических этапов позднего кайнозоя для территории г. Ворошиловграда, фрагмент которой приведен в таблице.

Изучение опорных и других разрезов проведено с широким использованием палеопедологического и геоморфологического методов. Выполнен ряд физико-химических анализов по 4 разрезам: по 125 анализов валовых химических, гранулометрических, с содержанием гумуса, водной вытяжки. Разрезы размещены и анализы проведены с таким расчетом, чтобы можно было охарактеризовать отложения всех террас и все выявленные на территории г. Ворошиловграда стратиграфические горизонты плиоцена и плейстоцена. Непосредственно на территории города изучен один разрез (44 образца) спорово-пыльцевым методом (исследования проведены сотрудниками Института ботаники АН УССР Р.Я. Зубец и Н.А. Шекиной). К сожа-

ленидо, не могли быть использованы микроморфологический и палеомагнитный анализы из-за отсутствия на исследуемой территории представительных естественных или искусственных обнажений, так как подавляющее большинство разрезов – скважины.

Разрезы расчленялись с применением нашей схемы (см. таблицу в статье М.Ф. Веклича "Цикличность...") по единой методике М.Ф. Веклича /Методика..., 1979/. В результате выполненных исследований удалось установить на территории г. Ворошиловграда отложения 25 этапов: 16 этапов четвертичного периода и 9 этапов плиоцена от ярковского до голоценового (раньше плиоцен здесь вообще не расчленялся, а в четвертичной толще выделялись  $Q_I$ ,  $Q_{II}$ ,  $Q_{III}$ ,  $Q_{IV}$ ). Установлена цикличность в развитии природы, что отражено в последовательности напластования, фациях субаэральных и субаквальных отложений, развитии рельефа (в том числе террас), почв, растительности, палеоландшафтов. В плиоцене этапы субтропического климата с развитием преимущественно теплолюбивой растительности с третичными рстанцами и формированием в основном красных, красно- и красновато-коричневых, красно- и красновато-бурых, а также коричневых почв (ярковский, богдановский, береговский, крыжановский и ширококинский) чередовались с этапами умеренно холодного климата (кизыльярским, сиверским, березанским и ильичевским), когда была развита преимущественно степная и отчасти лесостепная растительность, образовались толщи лессовидных и других глин. Местами в отложениях указанных умеренно холодных этапов лессовидные глины чередуются с почвами умеренного климата или с эмбриональными (как в березанском и сиверском горизонтах). Климатические условия в плиоцене были менее контрастными, чем в плейстоцене, а почвы и растительность изменялись от более теплых и влажных в среднем и в начале позднего плиоцена (ярковский, береговский этапы) к относительно умеренным и более аридным в конце плиоцена (крыжановский, ширококинский этапы).

В плейстоцене отчетливо выявляются теплые этапы формирования почв и холодные этапы лессообразования. Таких теплых этапов (в нижнем плейстоцене умеренно теплого, а в среднем и верхнем – умеренного климата) в плейстоцене восемь (мартоношский, лубенский, завадовский, кайдакский, прилукский, витачевский, дофиновский, голоценовый), они чередуются с восьмью холодными этапами (приазовским, сульским, тилигульским, днепровским, тясминским, удайским и причерноморским). В теплые этапы нижнего плейстоцена в растительности еще сохраняются третичные рстанцы, формируются коричневые, красновато- и буровато-коричневые, а также луговые темноцветные и лугово-лесные почвы (последние главным образом в лубенском этапе). В последнепровское время теплые этапы характеризуются господством умеренных обстановок, из растительности полностью исчезают элементы третичной флоры, закладывается зональность почв, близкая к современной. На обширных пространствах развиваются луговые, лугово-черноземные, черноземы (в том числе буроземовидные), черноземовидные, а в витачевское время также бурые,



серовато- и темно-бурые почвы. В холодные этапы сформировались толщи лессов (особенно в приазовское, сульское, тилигульское, днепровское, бугское и причерноморское время), они нередко значительно переработаны последующим почвообразованием. Господствовали холодные, перигляциальные степи.

Различаются и более мелкие подразделения – подэтапы, стадии, подстадии формирования почв и лессов. Например, в дофиновском, витачевском, прилукском горизонтах часто выражены по две почвы, в завадовском между потягайловской почвой ( $zv_3$ ) и одной или двумя собственно завадовскими почвами нередко наблюдается прослой лессовидного суглинка (орельского –  $zv_2$ ). Местами выявляются почвы заключительной или начальной стадии почвообразования. В четвертичных лессовых горизонтах плиоценовых лессовидных глин имеются эмбриональные (например, в бугском) и полноразвитые почвы (в березанском).

Выявление этапов развития природы позволило более обоснованно подойти к выделению отдельных элементов рельефа на территории г. Ворошиловграда, геоморфологическому расчленению.

Сведения о современном рельефе бассейна р. Северский Донец, количестве, характере, строении плиоценовых и плейстоценовых террас имеются в работах Д.Н. Соболева /1939/, Д.П. Назаренко /1955/, И.М. Рослого /1966/, М.Я. Бланка, П.И. Луцкого /1977/, М.Ф. Веклича /1982/. До середины 60-х годов считалось, что в речных долинах здесь имеется 4 плейстоценовых и 2-3 плиоцено-

---

Карта-схема террас рек Лугани и Ольховой в районе г. Ворошиловграда. Составила М.И. Лучинкина. Научный консультант М.Ф. Веклич. Определение возраста и характеристика разрезов террас по М.Ф. Векличу, Ж.Н. Матвишиной.

1 – тыловой край голоценовой поймы ( $Q_4^{hl}$ ); 2-13 – тыловой край террас: 2 – дофиновско-причерноморской (I – надпойменной;  $Q_3^{df-p\hat{c}}$ ); 3 – витачевско-бугской (II,  $Q^{vt-bg}$ ); 4 – прилукско-удайской (III;  $Q^{pt-ud}$ ); 5 – кайдакско-тясминской (IV;  $Q_2^{kd-ts}$ ); 6 – завадовско-днепровской (V;  $Q_2^{zv-dn}$ ); 7 – дубенско-тилигульской (VI;  $Q_1^{lb-tl}$ ); 8 – мартоношско-сульской (VII;  $Q_1^{mr-sl}$ ); 9 – ширококинско-приазовской (VIII;  $N_2^{3sh}-Q^{pr}$ ); 10 – крыжановско-ильичевской (IX;  $N_2^{3kr-il}$ ); 11 – береговско-березанской (X;  $N_2^{3bv-br}$ ); 12 – богдановско-сиверской (XI;  $N_2^{2bd}-N_2^{3sv}$ ); 13 – ярковско-кизыльярской (XII;  $N_2^{2jr-kz}$ ); 14 – склоны и днища балок и оврагов с делювиальными, аллювиально-делювиальными и делювиально-пролювиальными отложениями; 15 – номер скважин.

вых террасы. М.Ф. Веклич /1966, 1968/ выделил в долине р. Северский Донец 12, позднее - 16 надпойменных террас. Эти выводы подтверждены дальнейшими исследованиями отдела палеогеографии. Работами М.Я. Бланка, П.И. Луцкого /1977 и др./ установлено пять плиоценовых и несколько миоценовых и палеогеновых террас.

По рекам Лугань и Ольховая на территории г. Ворошиловграда раньше были закартированы лишь некоторые плейстоценовые террасы. В 1980 г. нами на правом берегу р. Лугани установлены террасы от I до XII надпойменной, определен возраст, дана характеристика их морфологии и строения. Определение возраста террас сделано по гипсометрии современной поверхности, поверхности аллювия и цоколей, характеру аллювия, главным же образом по строению субаэральюй толщи, прежде всего по ископаемым почвам. В 1981-1982 гг. эта работа была продолжена. В итоге выявлены следующие террасы: I (df-pr) - индексы см. табл. в статье М.Ф. Веклича "Цикличность...", II (vt-bg), III (pl-ud), IV (kd-ts), V (zv-dn), VI (lb-tl), VII (mr-sl), VIII (sh-pr), IX (kr-il), X (bv-br), XI (bd-sv), XII (jr-kz).

В 1981 г. М.Я. Бланк и З.А. Глушенко составили геоморфологическую карту Ворошиловградской области, а также района г. Ворошиловграда, на которой учтены данные отдела палеогеографии и выделены следующие террасы, сопоставляемые с указанными выше для территории г. Ворошиловграда и бассейна Северского Донца: плиоценовые - семейкинская (понтическо-бельбекская), марфинская (iv-sg), уразовская (lm-os), старобельская ранняя (st-aj), старобельская средняя (jr-kz), старобельская поздняя (bd-sv), старобельская объединенная, новохарьковская (bv-br), бурлукская нерасчлененная (kr-pr), бурлукская ранняя (kr-il), бурлукская поздняя (sh-pr). Четвертичные террасы: раннечетвертичные нерасчлененные, раннечетвертичные объединенные (mr-zv), среднечетвертичные объединенные (dn-pl), позднечетвертичная (vt-bg), позднечетвертичная (df-pr), голоценовая.

В этом же 1981 г. М.И. Лучинкина при консультациях М.Ф. Веклича и М.Я. Бланка с использованием имеющихся данных составила крупномасштабную геоморфологическую карту территории г. Ворошиловграда, на которой показаны выделенные нами террасы от I до XII надпойменной (см. рисунок). Террасы установлены как путем непосредственного прослеживания их рельефа во время проведения маршрутов, так и в результате изучения детальных (крупномасштабных) карт. Важнейшими данными для установления возраста террас послужили результаты изучения их субаэриальных покровов палеопедологическим методом.

Современный рельеф территории г. Ворошиловграда существенно эрозионно-аккумулятивный, выработанный реками: протекающей с запада на восток Луганью и идущей с юга на север Ольховой. Их долины, врезанные в палеогеновые и неогеновые породы на 100-160 м, асимметричны, с крутыми левыми и более пологими

террасированными правыми склонами. Террасы и приводораздельные пространства прорезаны глубокими оврагами и балками: на левобережье Лугани – балками Долгой, Вергунской, Красным Яром, на правобережье – Бабичевым, Иванищевым Ярами, балкой Сучьей и Машинским Яром системы р. Ольховой. В долинах развиты террасы – 7 плейстоценовых, 1 переходная от плиоцена к плейстоцену и 4 плиоценовых (от IX до XII включительно). Охарактеризованы разрезы каждой из террас с детальным расчленением отложений.

Высота междуречий обычно больше 125 м над уровнем моря. На правобережье они местами лишены верхнекайнозойского покрова, за исключением современной почвы – под нею лежат меловые, южнее – палеогеновые породы: мергели, песчаники (до 140–145 м и выше над уровнем моря или от 107 м и выше над Луганью). На левобережье Лугани междуречья имеют местами сравнительно мощный субэаральный покров, под ним некоторыми скважинами, пробуренными в прошлые годы, пройдены пески неясного происхождения (аллювий, может быть, XIII террасы? – по Северскому Донцу эта терраса имеет значительное распространение).

Детальная схема палеогеографических этапов и стратиграфического расчленения верхнего кайнозоя территории г. Ворошиловграда, в том числе этапов развития рельефа, при разработке которой широко использован принцип цикличности развития древней природы, послужила основой для составления серии специальных крупномасштабных карт: четвертичных отложений, геоморфологической, гидрогеологической, инженерно-геологической и др. Еще до завершения работы над инженерно-геологическим атласом территории г. Ворошиловграда схема и некоторые из перечисленных карт широко используются в прикладных целях, главным образом при проектировании строительства.

### Литература

- Бланк М.Я., Луцкий П.И. Некоторые замечания о древнем рельефе территории Ворошиловградской области. – В кн.: Региональная палеогеография. Киев: Наукова думка, 1977, с. 61–63.
- Веклич М.Ф. Стратиграфия верхнеплиоценовых и антропогеновых отложений Донбасса. – В кн.: Тезисы докладов второй геологической конференции "Лутугинские чтения". Луганск, 1966, с. 23–27.
- Веклич М.Ф. Стратиграфия лессовой формации Украины и соседних стран. – Киев: Наукова думка, 1968. – 238 с.
- Веклич М.Ф. Палеоэтапность и стратотипы почвенных формаций верхнего кайнозоя. – Киев: Наукова думка, 1982. – 208 с.
- Методика палеопедологических исследований/ Веклич М.Ф., Матвишина Ж.Н., Медведев В.В. и др. – Киев: Наукова думка, 1979. – 272 с.

- Назаренко Д.П. О стратиграфии и палеогеографии долинных отложений левобережья Среднего Днепра, Северского Донца и Дона. – Учен. зап. Харьк. ун-та, 1955, № 12, с. 101-129.
- Рослий І. М. Палеогеографічні умови розвитку лесового покриву Донбасу. – В кн.: Палеогеографічні умови території України в пліоцені та антропогені. Київ: Наукова думка, 1966.
- Соболев Д.Н. О неогеновых и четвертичных террасах Украины. – Сов. геология, 1939, № 6, с. 64-73.

УДК 624.131.431.4

Р.С. Зиангиров, И.В. Финаев,  
Э.Г. Рудченко, Б.Т. Трофимов

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РАСЧЛЕНЕНИЯ ЛЕССОВОЙ ТОЛЩИ

Для расчленения лессовой толщи и выяснения цикличности авторами применялись разнообразные методы, в том числе использовались структуры лессовых пород /Ананьев, 1976; Ларионов, 1971; Финаев и др., 1973/. Необходимо отметить, что, например, А.К. Ларионов использовал в этих целях классификацию структур осадочных пород с делением их на классы, подклассы, типы, виды, разновидности, т.е. структурные символы. Не умаляя значения работ предыдущих исследователей, заметим, что наиболее перспективным является использование структур с количественной интерпретацией каждого структурного коэффициента. Причем они должны определяться методом, доступным в геологических лабораториях и в экспедиционных условиях, простым в освоении и с ориентацией на имеющиеся приборы и оборудование. Подобным является оптический метод изучения структур дисперсных (связных) грунтов. Он имеет следующие достоинства: 1) наличие достаточного количества в геологических организациях микроскопов, 2) невысокая стоимость приборов, 3) возможность использования в экспедиционных условиях, 4) достаточная точность, 5) доступность в овладении, 6) широкий круг определяемых коэффициентов, 7) возможность применения стереологических принципов, расширяющих возможности оптического метода, 8) возможность корреляции структурных коэффициентов с физико-механическими свойствами, 9) небольшая стоимость.

Предлагается определять оптическим методом в шлифах следующие коэффициенты.

1. Без применения стереологических принципов:

1) коэффициент, учитывающий агрегированность породы /Ларионов, 1971/.  $C=b/d$ , где  $b$  – расстояние между зернами,  $d$  – диаметр центрального зерна;

2) коэффициент упорядоченности /Зиангиров, 1966; Шibaкова,

1967/.  $U = S_1 / S_2 \cdot 100\%$ , где  $S_1$  — площадь, занятая микро-блоками,  $S_2$  — площадь шлифа;

3) коэффициент ориентированности.  $C_{ш} = n_1 / n_2$ , где  $n_1$  — число зерен с одинаковой ориентированностью,  $n_2$  — число изученных зерен;

4) коэффициент структурной плотности шлифа.  $K_{пш} = K_{ш} = S'/S_2$ , где  $S'$  — суммарная площадь пор,  $S_2$  — площадь шлифа.

II. С применением стереологических принципов:

5) объемная пористость.  $V_1 = l_i / L_i$ , где  $l_i$  — линейные размеры сечений пор,  $L_i$  — суммарная длина секущих;

6) количество пор в плоскости шлифа.  $\Pi^p = 0,785 \sum l_i^{-1} / L_i \cdot K^2$ , где  $K$  — цена деления шкалы прибора;

7) количество пор в единице объема породы.

$$N^n = 0,5 \cdot \sum l_i^{-2} / L_i \cdot K^3;$$

8) поверхность пор в единице объема породы.

$S_1^n = 4m / L_i$ , где  $m$  — число изменений пор в плоскости шлифа;

9) среднеарифметический диаметр пор.  $d_{cp} = \frac{K \sum l_i}{H_m}$ ;

10) коэффициент неравноосности пор.  $K_n = \frac{H_m}{H_o}$ , где  $H_m$  — мак-

симальный,  $H_o$  — минимальный размеры пор.

Для определения структурных коэффициентов без применения стереологических принципов используются поляризационные микроскопы серии МИН или ПОЛАМ, с применением стереологических принципов — микроскопное интегриционное устройство МИУ-3 или устройство "Протва".

Методика определения структурных коэффициентов и их классификация описаны в отдельных статьях /Ларионов, 1971; Черкасов, Беляй, 1978; Шibaкова, 1967/.

Возможность использования перечисленных структурных коэффициентов была проверена на примере лессовых толщ Горьковского Поволжья. Лессовые породы залегают здесь сплошным чехлом на Приволжской возвышенности, мощность их до 30–35 м. В лессовой толще с применением различных методов выделены два горизонта:  $Ld_{III}$  и  $Lf_{II}$ , представленные в основном лессовидными суглинками и разделенные погребенной почвой.

Лессовидные суглинки верхнего горизонта желтовато-коричневые, макропористые, с тонкой невыдержанной слоистостью, известковистые, мощностью до 7–8 м. Для нижнего горизонта характерны лессовидные суглинки бурого цвета, слабо макропористые, с хорошо выраженной слоистостью, высоким (до 17%) содержанием карбона-

Результаты определений структуры лессовых пород с применением стереологических принципов в районе г. Горького

$C_{cp}$	U, %	$C_{ш}$	$K_{пш}$	$V_1$	$S_1^n$	$i^{-n}$	$K_H^n$	Распределение пор, мм			
								0,001	0,001-0,01	0,01-0,1	0,1
Верхний горизонт											
0,62	3,63	0,033	0,49	0,51	11,2	0,056	90	0,02	0,11	0,22	0,14
0,63	3,76	0,038	0,49	0,49	10,7	0,054	78	0,05	0,14	0,16	0,09
0,62	3,93	0,036	0,48	0,48	12,3	0,06	95	0,03	0,08	0,25	0,12
0,67	3,73	0,036	0,48	0,48	11,3	0,049	92	0,02	0,14	0,16	0,16
0,63	3,92	0,037	0,43	0,43	11,3	0,062	95	0,03	0,10	0,22	0,14
0,63	3,98	0,034	0,43	0,43	12,2	0,045	96	0,03	0,16	0,14	0,16
Нижний горизонт											
0,92	4,49	0,11	0,39	0,39	10,8	0,049	122	0,06	0,17	0,10	0,06
1,05	4,23	0,10	0,38	0,38	10,2	0,05	117	0,05	0,14	0,11	0,08
1,2	4,96	0,11	0,38	0,37	10,1	0,053	126	0,06	0,12	0,09	0,10

тов в верхней части горизонта, с уменьшением их к низам горизонта до 2%, мощностью до 14–16 м, иногда более.

Для выявления возможности использования структурных коэффициентов при расчленении лессовой толщи были изучены опорные разрезы в районе пос. Афонино с отбором монолитных образцов через 1 м и изготовлением из них шлифов вертикальной ориентации.

Основные результаты исследований структур приведены в таблице, в которой объединены коэффициенты, определяемые как с применением, так и без применения стереологических принципов (данные приведены для одного из опорных разрезов, в соответствии с отбором образцов по глубине).

Анализируя фактический материал, можно сделать вывод, что в верхнем горизонте преобладают зернисто-агрегативные структуры, а в нижнем – более агрегированные. Упорядоченность структур невысокая в обоих горизонтах, с очень небольшим увеличением в нижнем горизонте, что объясняется происхождением лессовых пород (для делювиальных пород типична неупорядоченность структуры). С этим же связана низкая ориентированность зерен в верхнем горизонте, в то время как субаэральные лессовые породы нижнего горизонта характеризуются большей ориентированностью зерен.

Резкие отличия наблюдаются по коэффициентам, описывающим пористость (см. таблицу), что объясняется недоуплотненностью верхнего горизонта.

Коэффициент  $S_1^n$  отличается в обоих горизонтах, поэтому в дальнейшем для решения данной задачи применять его нецелесообразно. Средний диаметр пор несколько выше в верхнем горизонте, но более показательным является распределение пор по размерам (см. таблицу). В частности содержание пор размером 0,01–0,1 мм существенно меньше в нижнем горизонте, что объясняется его происхождением. В недоуплотненном верхнем горизонте больше также пор размером 0,1 мм. Наблюдаются отличия и по коэффициенту неравноосности пор.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Структурные коэффициенты, определяемые оптическим методом, можно применять для решения задач, связанных с расчленением лессовых толщ.

2. Целесообразно для данных целей применять такие структурные коэффициенты:  $C$ ,  $U$ ,  $C_{ш}$ ,  $K_{пш}$ ,  $V_1$ ,  $K_H^П$ , распределение пор по размерам.

3. В лессовой толще Горьковского Поволжья структурные коэффициенты четко отличаются в обоих горизонтах, и использование их оказалось вполне правомерным при расчленении лессовой толщи.

### Литература

- Ананьев В.П. Техническая мелиорация лессовых грунтов. – Ростов: изд. РГУ, 1976. – 117 с.  
Зиангиров Р.С. Некоторые зависимости между факторами, опре-

- деляющими характер структуры глин. – В кн.: Труды совещания по исследованию и использованию глин и глинистых минералов. – М.: Изд-во МГУ, 1966, с. 34–36.
- Ларионов А.К. Методы исследования структуры грунтов. – М.: Недра, 1971. – 199 с.
- Финаев И.В., Рудченко Э.Г., Домрачев Г.И. Инженерно-геологическая характеристика лессовых пород в районе г. Горькова. – В кн.: Труды межвузовской конференции по строительству на лессовых грунтах. М.: Изд-во МГУ, 1973, с. 48–50.
- Черкасов Ю.А., Беляй Д.П. Устройство интеграционных полуавтоматических МИУ-3. – М.: Изд-во ВИМС, 1978. – 89 с.
- Шибакова В.С. Инженерно-геологическое значение текстуры глин. – М.: Изд-во МГУ, 1967, с. 16–18.

УДК 551.3.051

Ю.М. Выхребенцев

## РАНЖИРОВАНИЕ СЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ЦИКЛИТОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Установление качественных и количественных критериев вычленения элементарных циклитов (ЭЦ) и их ассоциаций является первоочередной и одной из самых сложных задач при исследовании седиментационной цикличности (СЦ) кайнозойских моласс Афгано-Таджикской впадины (АТВ).

Определение ранга циклитов – сложная процедура даже при хорошей обнаженности разрезов, так как не исследованы еще законы композиции циклитов, резко изменчивы по простиранию состав и мощность элементов циклитов низших рангов, нередко отсутствуют резкие и отчетливые границы между слоями и даже циклитами. Подобные же и более сложные ситуации возникли и при изучении СЦ по данным каротажного материала буровых скважин в условиях ограниченного отбора керна, относительно мелкого масштаба записи каротажных диаграмм РК, КС и полного отсутствия сведений о характере границ между литологическими разностями. Поэтому возникла острая необходимость разработки методики, способной решать задачу ранжирования циклитов и определения их типа, без которой в конечном счете невозможно подойти к проблеме расчленения и корреляции кайнозойских моласс комплексом геолого-геофизических методов, включающим системно-структурный анализ породно-слоевых ассоциаций. Для решения этой проблемы следует сначала научиться расчленять и коррелировать разрезы в естественных обнажениях, потом в скважинах, а затем уже коррелировать разрезы различных структурно-фациальных зон (СФЗ).

Современное состояние разработанности методики анализа СЦ таково, что не возникает особых затруднений с выделением элемен-

тарных циклитов /Карогодин, 1980/. Однако в реальных полевых условиях резкая фациальная изменчивость изучаемых нами толщ, значительная мощность их и не всегда достаточная обнаженность, а также отсутствие обоснованной классификации границ между слоями нередко осложняют вычленение и установление ранга циклитов, более сложных, чем элементарные. Вследствие этого они являются малопригодными, а то и вовсе непригодными для корреляции даже близлежащих разрезов. В связи с этим возник вопрос о выборе для изучения такого "рабочего" ранга седиментационных циклитов, который, с одной стороны, уверенно и однозначно выделялся бы в любом разрезе, а с другой – был бы достаточно выдержанный в пространстве, прослеживался бы в пределах целой СФЗ или ее естественно обособляющихся частей, т.е. который можно было бы использовать для корреляционных целей.

Известные способы /Букреева, Леонтьев, 1983/ ранжирования седиментационных циклитов заключаются в выделении ЭЛЦ и последовательной обработке на ЭВМ их основных структурно-информационных параметров с целью выделения "однородных участков", т.е. циклитов смежного более высокого ранга. Однако такой способ ранжирования отделяет во времени этот процесс от полевого процесса изучения цикличности и не позволяет установить циклиты высших рангов. Кроме того, любая ошибка при оценке элементарности выделенных в поле циклитов поневоле может существенно повлиять на результаты расчетов, производимых ЭВМ, и лишить их корректности.

У нас на основе подхода к выделению ЭЛЦ, разработанного Ю.Н. Карогодиным /Карогодин и др., 1981/ в процессе изучения СЦ неогеновых отложений южного борта Ферганской впадины (разрез Акчечек и др.) и различных зон АТВ (разрезы Обизаранг, Ширкент, Хочильор, Лучоб, Бедак, Ровика, Шпиляу и др.), сложилась методика, или методический прием, ранжирования седиментационных циклитов в полевых условиях. Этот прием учитывает многолетний опыт геолого-съемщиков, литологов, стратиграфов, накопленный ими при изучении многокилометровой толщи кайнозойских моласс юго-востока Средней Азии. Речь идет о предварении послойного описания разрезов выделением пачек (пакетов) пород, визуально обособляющихся по широкому комплексу признаков – литологическому составу, текстуре, структуре, цвету и т.п. Эти пачки являются, как правило, наименьшими уверенно коррелируемыми от разреза к разрезу литологическими подразделениями терригенных толщ. Ассоциации пачек составляют свиту – основное местное литостратиграфическое подразделение.

Сравнение наших описаний цикличности ряда разрезов с литолого-стратиграфическими описаниями разрезов, произведенными предыдущими исследователями, позволило установить, что выделенные ранее пачки являются фактически либо ассоциациями седиментационных циклитов определенного ранга, либо их частями. Поскольку пачки (циклопачки?) обычно легко выделяются и уверенно прослеживаются на значительном расстоянии, составляющие их циклиты (или состоящие из них циклиты) этого ранга также уверенно выделяются и настолько же прослеживаются.

При определении ранга циклитов, из которых состоят выделенные нами циклопачки, мы исходили из следующего. I (высший) ранг присвоен нами условно циклиту, который характеризует в целом крупное геологическое тело (осадочную формацию?) и по объему примерно соответствует 1 или 1,5 периодам (кайнозойская моласса: неоген + сумсарские слои). Циклиты II и III рангов отвечают, видимо, субформациям или группам субформаций и свитам и измеряются сотнями и первыми тысячами метров. Циклиты IV ранга (десятки – первые сотни метров) чаще состоят из 2–3 циклопачек и являются основными объектами корреляции. Циклиты IV ранга представляют собой ассоциацию циклитов V ранга (основных “рабочих” циклитов), которые увереннее и однозначнее всего выделяются в полевых условиях. Нижним двум ступенькам иерархической лестницы седиментационных циклитов присвоен VI и VII ранги. Циклиты VII ранга (элементарные или субэлементарные) – практически низшие элементы из числа поддающихся выделению в полевых условиях.

Таким образом, в процессе полевых работ оптимальными по надежности выделения и используемости для корреляционных целей являются циклиты V ранга (“рабочие” циклиты). Их ассоциация образует циклиты IV ранга – главный коррелируемый объект. Составляют же циклиты V ранга из циклитов VI ранга, являющихся ассоциациями циклитов VII ранга. Нам представляется, что при изучении седиментационной цикличности молассовых или других сходных с ними терригенных формаций оптимальным приемом полевых работ является выделение циклитов V ранга и конструирование из них циклитов IV ранга, по которым коррелируются смежные разрезы и даже разрезы, значительно удаленные один от другого. Надежность и удобство такого приема объясняются тем, что ранг “рабочего” циклита достаточно невысок и его выделение легко контролируется выявлением элементарных циклитов и тем, что объем “рабочего” циклита достаточно велик, чтобы устойчиво прослеживаться из разреза в разрез даже при существенной фациальной изменчивости толщ.

Сопоставление рангов выделяемых нами циклитов в кайнозойских молассах АТВ с литостратиграфическими ступеньками иерархической лестницы, предложенной Ю.Н. Карогодиным /1983/, приводит к выводу о том, что циклиты VII ранга несомненно отвечают стратам, по терминологии Ю.Н. Карогодина; циклиты VI ранга представляют собой субстратиты, V – стратиты, а IV – стратомы. Ассоциация стратомов, как правило, совпадает по объему со свитой или крупной ее частью (1–2 подсвиты) и отвечает циклиту III ранга. Между нексостратомом, крупным геологическим телом (геоформацией), биостратиграфический объем которого превышает 1–1,5 периода, и мезостратомом (часть свиты или свита) должно, видимо, поместиться еще, по крайней мере, одно литостратиграфическое подразделение, которое мы бы рекомендовали называть макростратомом и сопоставлять с крупной частью формации. Например, комплекс субформаций “красноцветных” моласс (миоцен?, массагет) от-

личался бы от комплекса "сероцветных" моласс (плиоцен?, бактрий) и т.п. Это литмостратиграфическое подразделение – аналог седиментационного циклита II ранга.

Наши материалы показывают, что ассоциации циклитов IV ранга (стратомов) внутри молассовой формации несомненно вычлняются, образуя циклиты III ранга (мезостратомы). Точно так же выделяют-ся циклиты II и I рангов (макростратомы и нексостратомы), отражающие крупнейшие историко-геологические события внутри и на границах формаций и в горном обрамлении седиментационного бассейна – типа смены массагета бактерием или предсохской перестройки в Ферганской впадине, предкулябской и предсумсарской – в АТВ.

Выделяемые нами циклиты различного ранга в кайнозойском молассе АТВ вполне согласуются с элементами иерархической организации литмостратиграфических подразделений, предложенной Ю.Н. Карогодиным для триаса Енисей-Ленского мегапрогиба и палеогена Ферганской впадины /Карогодин и др., 1981/.

Возвращаясь к вопросу о ранжировании седиментационных циклитов в полевых условиях, необходимо еще раз подчеркнуть суть рекомендуемого приема. Он заключается в том, что в поле необходимо, прежде всего, выделить "рабочий" циклит, который должен удовлетворять следующим требованиям: 1) легко вычлняться в разрезе, 2) быть сравнительно выдержанным по простиранию, 3) представлять собой циклит сравнительного невысокого ранга – на 1–3 ступеньки выше субэлементарных циклитов.

### Литература

- Букреева Г.Ф., Леонтьев В.И. Опыт применения математической статистики в системно-структурном анализе породно-слоевых ассоциаций. – В кн.: Системный подход в геологии (теоретические и прикладные аспекты). М.: Наука, 1983, с. 157–158.
- Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. – М.: Недра, 1980. – 342 с.
- Карогодин Ю.Н. Принцип литмичности и его реализация в схеме литмостратиграфии триасовых отложений Енисей-Ленского мегапрогиба. – В кн.: Геология и нефтегазоносность мезозойских седиментационных бассейнов Сибири. Новосибирск: Наука, 1983, с. 3–21.
- Карогодин Ю.Н., Малашенков Г.Н., Саидходжаев Ш.Г. Цикличность и нефтегазоносность палеогена Северного Таджикистана.– Новосибирск: Наука, 1981. – 218 с.

Я.Р. Меламед, Ю.М. Выскребенцев, Л.Н. Карпушина

К ОЦЕНКЕ ДИСКРЕТНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ  
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОД  
ТЕРРИГЕННЫХ ФОРМАЦИЙ ПРИ СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ  
СЛОВНЫХ АССОЦИАЦИЙ

Сравнительная молодость системно-структурного анализа породно-пластовых ассоциаций (САПА) и его интенсивное развитие предопределяют появление новых понятий, служащих средством, инструментом познания закономерностей седиментационной цикличности.

Одни понятия (ширина зоны присутствия или отсутствия пород, некоторые структурные параметры и др.) порождены процессом обработки накопленных материалов. Они являются теми параметрами, по которым можно описывать и сравнивать проявление цикличности осадконакопления в разных структурно-фациальных зонах (СФЗ) и стратиграфических толщах. Другие понятия (прогрессивность и соответствующий ему коэффициент прогрессивности, делитность и коэффициент делитности и др.) служат той же цели, но возникают, "предугадываются", "задаются" в процессе создания и развития самого научного направления – САПА на основе уже известных представлений о непрерывно-прерывистом характере геотектонических процессов, квантовости осадконакопления, неполноте геологической летописи и многих других.

Общеизвестно, что важнейшая черта строения терригенных толщ – чередование в разрезе пород различного гранулометрического состава, обусловленное, как правило, эволюцией энергетических ресурсов седиментационного процесса. Однако строго последовательная смена грубозернистых пород все более и более тонкозернистыми (или наоборот) является скорее редким исключением, чем правилом. Чаше всего бывает, что при сохранении общей направленности изменения гранулометрического состава (от грубозернистых к тонкозернистым – прогрессивная направленность – и от тонкозернистых к грубозернистым – регрессивная направленность) в разрезе непосредственно контактируют породы, занимающие самые разные места в литологическом (гранулометрическом) ряду. Это обусловлено разными причинами, которые все вместе (или каждая в отдельности) приводят к перерыву в осадконакоплении либо к размыву накопившихся ранее пород и к тому, что внутри седиментационного цикла (СЦ) либо в конце одного и начале другого СЦ контактируют породы несмежных гранулометрических классов. Иными словами, разрезы терригенных (и, видимо, не только терригенных) толщ характеризуются определенной дискретностью изменения гранулометрического состава (выпадением из разреза пород того или иного класса), т.е. дискретностью изменения одного из существенных свойств СЦ. Эта дискретность фиксируется появлением отчетливых границ меж-

ду отдельными пластами и циклитами, иногда наличием в вышележащих пластах продуктов размыва подстилающих пород и даже угловыми несогласиями. Причем, чем больше дискретность, тем резче проявлены границы.

Ю.Н. Карогодин /1983/<sup>\*</sup> предложил для характеристики и изучения неполноты разреза ряд терминов: антилит – отсутствие, выпадение одной или нескольких литологических разностей; алит (делит) и производное от него – алитность (делитность) – понятия (термины), характеризующие антилит. Он обосновал также необходимость количественной оценки величины алитности через коэффициент ее и предложил разные варианты способа подсчета этого коэффициента. Тем самым Ю.Н. Карогодин пригласил читателей к участию в обсуждении разработки и уточнении способа оценки степени непрерывности изменения гранулометрических свойств горных пород в разрезе.

Для нас, занимающихся САПА неогеновых моласс Афгано-Таджикской впадины в постоянном контакте с Ю.Н. Карогодиным и под его руководством, эти вопросы представляют особый интерес, ибо мы имеем дело главным образом с терригенными образованиями. Поэтому, понимая важность и актуальность введения в практику анализа СЦ понятий, помогающих оценивать степень дискретности седиментационного процесса, мы считаем возможным принять участие в обсуждении предложенных Ю.Н. Карогодиным терминов и изложить свое мнение об их приемлемости и сфере применимости, а также осмыслить некоторые результаты первых работ в этом направлении.

Три основных понятия – антилит, алит, делит (рекомендованных Ю.Н. Карогодиным) – имеют один и тот же смысл. Одновременное использование их может привести в дальнейшем к терминологической путанице, от которой и без того страдает геологическая наука. Ни одно из этих понятий не должно применяться к процессу. Они могут относиться только к вещественным объектам (породам, литам), в данном случае – к отсутствующим породам. В 1964 г. мы предложили ввести в употребление понятие "антиформация" для обозначения "формаций перерыва", т.е. тех формаций, о которых мы знали "почти все" – возрастной объем, палеогеографические условия и даже состав, но породы которых в разрезе отсутствуют: либо были размыты и в переотложенном виде вошли в состав других формаций, либо и вовсе не накапливались. В геолого-формационных (как и в стратиграфических) колонках эти формации (антиформации) обычно обозначались заштрихованными пропусками с индифферентной и неинформативной надписью "перерыв". Термин этот не был одобрен В.Е. Хайным, с которым мы обсуждали наше предложение, был признан и нами неудачным и не укоренился.

---

<sup>\*</sup> Карогодин Ю.Н. Коэффициенты прогрессивности алитности (делитности) в системном анализе слоевых ассоциаций нефтегазонасыщенных толщ. – В кн.: Геология и нефтегазоносность мезозойских седиментационных бассейнов Сибири. Новосибирск: Наука, 1983, с. 166–169.

В случае с осадочными геологическими формациями и в обсуждаемом нами случае (анализ неполноты седиментационных циклитов) речь идет не об антителах, которые противопоставляются телам и поэтому обозначаются приставкой "анти". Не идет речь и о "нетелах", "непородах", "нециклитах", которые обозначались бы справедливо приставкой "а". Анализируется недостаток, дефицит, нехватка в разрезе определенных его частей (пород, циклитов). Это явление логичнее всего обозначать словом с приставкой "де" (делит, делитность).

Поэтому представляется своевременным (пока не успел укорениться тот или иной неудачно выбранный термин) отказаться от двух из трех предложенных Ю.Н. Карогодиным на обсуждение терминов и принять к использованию наиболее подходящий термин "делит" и образованный от этого слова термин "делитность".

Под делитностью мы понимаем явление (свойство) выпадения, отсутствия в разрезе некоторых литологических разностей. Если судить о количестве выпавших разностей, придется ставить вопрос о классификациях пород, которых существует достаточно много и унифицировать которые пока очень нелегко. Количество гранулометрических классов в подобных классификациях неодинаково. Этих затруднений можно избежать, если говорить не о количестве литологических разностей (выпадают 2 или 4 класса пород), а о ширине гранулометрического спектра, ряда (например, из разреза выпали породы размером зерна от 0,05 до 0,25 мм). Делит(ы), в нашем понимании, — выпавшая(ие) из разреза порода(ы).

Для количественной оценки делитности и использования этого понятия для корреляции, для оценки значимости границ и иерархии циклитов мы используем понятие о величине делитности (абсолютной величине делитности —  $S_g$ ) и о коэффициенте делитности ( $K_g$ ).  $S_g$  характеризует величину делитности в данной конкретной точке и равна десятичному логарифму разности кодовых крайних членов интервала отсутствия пород.  $S_g$  — безразмерная величина,  $K_g$  — параметр, определяющий степень, масштаб делитности и служит как для оценки делитности в данной точке, так и для сравнительного анализа делитности в неодинаковых СФЗ и в разных точках одной и той же СФЗ. Измеряется в процентах.

Абсолютную величину и коэффициент делитности можно определять способом, который был предложен Ю.Н. Карогодиным /1983/.

Нам кажется, что нельзя придерживаться мнения о том, что в "нормальных", "полных" циклитах должны присутствовать все известные и перечисленные в кодовой таблице типы терригенных пород. Во-первых, использованный литологический ряд пород не исчерпывает все известные типы пород, во-вторых, далеко не в каждом регионе и не во всех частях одного и того же региона даже при "слоистой" ненарушенном течении седиментационного процесса могут накапливаться все известные типы пород. Поэтому мы считаем, что оценке величины делитности (и коэффициента) должно предшествовать районирование изучаемых регионов по палеофациальному признаку и по фациальному предопределенному размещению

основных типов горных пород. Это позволит ограничить список пород, которые могли выпасть из разреза, избавиться от искусственно гипертрофированных величин делитности и сделать определение этого параметра более реальным и более четко отражающим динамику седиментационной цикличности в каждом конкретном регионе. Игнорирование фациальных особенностей изчаемых толщ может привести при определении  $K_g$  к ошибочным выводам.

Таким образом, из трех терминов, предложенных Ю.Н. Каргодиным для обозначения и анализа дискретности гранулометрического состава в разрезе терригенных пород, мы признаем наиболее удачным, отвечающим сути рассматриваемого явления тот, который основан на слове делит.

Кроме того, мы считаем обязательным элементом количественной оценки делитности районирование изучаемой территории с выделением зон, отличающихся по характеру "обязательного" набора горных пород в них.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Ю.Н. Каргодиц. Методологические вопросы исследования структуры лессовых циклитов . . . . .	5
Н.И. Кригер. О значении исследования циклического строения лессо- вых толщ при инженерных изысканиях для строительства . . . . .	14
М.Ф. Веклич. Цикличность – одна из основ региональной стратигра- фической схемы плиоценовых и четвертичных отложений Украины . . . . .	22
А.А. Величко, Т.Д. Морозова, В.П. Ударцев, А.К. Маркова. Проблемы цикличности и стратиграфии лессово-почвенных серий плейстоцена Русской равнины . . . . .	28
В.Т. Трофимов. Гипотезы просадочности лессовых пород и их экспе- риментальное подтверждение . . . . .	40
И.А. Волков, В.С. Волкова. Циклиты субаэральной толщи и континен- тальное плейстоценовое осадконакопление в Западной Сибири . . . . .	49
С.В. Томирдиаро, Б.И. Черненький. Структура, генезис и эволю- ция лессово-ледниковой формации севера Азии . . . . .	61
Я.Е. Шаевич. Значение изучения цикличности лессовых отложений в решении теоретических и практических задач инженерной геологии . . . . .	68
В.Г. Табота, В.И. Сидоренко, В.К. Смоляга. Значение стратигра- фического расчленения лессовых отложений при инженерно-геологи- ческих исследованиях . . . . .	79
В.И. Сидоренко, В.К. Смоляга. Палеогеографические этапы развития территории и условия формирования отложений внеледниковой зоны Левобережной Украины в позднем кайнозое . . . . .	85
Н.С. Болиховская. Палеогеографические циклы позднеледниково- го лессонакопления (на примере Среднего Приднестровья) . . . . .	95
А.Я. Рубинштейн, Я.Е. Шаевич. Интенсивность породообразования в связи с цикличностью строения лессовых толщ . . . . .	103
Г.В. Быстровзоров. Палеогеографическое обоснование принципа цик- личности при формировании лессовых пород на территории Горь- ковской области . . . . .	110
Б.С. Янкевич, А.А. Крымцов. Нарушение цикличности строения лессовых толщ под влиянием эрозивно-тектонических процессов . . . . .	113
А.К. Ларионов. Расчленение и выделение отдельных слоев на основе структурно-литологических показателей . . . . .	117
М.Ф. Веклич, Ж.Н. Матвишина, Р.М. Коган, М.И. Лучинкина. Палеогеографическая этапность и цикличность позднего (верхнего) кайнозоя как основа крупномасштабного инженерно-геологическо- го картирования городов (на примере г. Ворошиловграда) . . . . .	125
Р.С. Звангиров, И.В. Финаев, Э.Г. Рудченко, Б.Т. Трофимов. Использование структурных параметров для расчленения лессовой толщи . . . . .	132
Ю.М. Выскребенцев. Ранжирование седиментационных циклитов в полевых условиях . . . . .	136
Я.Р. Меламед, Ю.М. Выскребенцев, Л.Н. Карпушина. К оценке дискретности изменения гранулометрического состава пород тер- ригенных формаций при системном анализе слоевых ассоциаций . . . . .	140