

- Гудина В. И. Морской плейстоцен сибирских равнин. Фораминиферы Енисейского Севера. М.: Наука, 1969. (Тр. Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР; вып. 63).
- Гудина В. И. Фораминиферы, стратиграфия и палеозоогеография морского плейстоцена Севера СССР. Новосибирск: Наука, 1976. (Тр. Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР; Вып. 314).
- Гудина В. И., Евзеров В. Я. Стратиграфия и фораминиферы верхнего плейстоцена Кольского полуострова. Новосибирск: Наука, 1973. (Тр. Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР; Вып. 175).
- Наумов А. Н., Слободин В. Я. Новые данные по четвертичной геологии южной части полуострова Канин.— В кн.: Новейшая тектоника и палеогеография Северной Арктики в связи с оценкой минеральных ресурсов. Л., 1972.
- Плешивцева Э. С., Гриб В. П. К стратиграфии четвертичных отложений нижнего течения реки Северной Двины.— В кн.: Доклады по геоморфологии и палеогеографии северо-запада Европейской части СССР. Л.: Всесоюз. геогр. о-во СССР, 1966, вып. 2.
- Троицкая Т. С. Условия обитания и распределение фораминифер в Японском море (семейства Elphidiidae, Cassidulinidae, Islandiellidae).— В кн.: Общие вопросы изучения микрофауны Сибири, Дальнего Востока и других районов. М.: Наука, 1971.

УДК 551.3.051.1 : 551.332.24 + 551.312.3

Г. А. ЮОЗАПАВИЧЮС, А. А. ЮРГАЙТИС, Ю. З. ЗИМКУТЕ

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ КОСОЙ СЛОИСТОСТИ ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫХ И АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ГЕНЕЗИСА

При определении условий возникновения различных аккумулятивных форм рельефа областей материкового оледенения значительное внимание уделяется строению и текстурным особенностям рельефообразующих отложений. В таких работах обычно характеризуются текстуры, присущие отложениям определенного генезиса [Раукас, 1974; Бурлак, 1975; Микалаускас, 1976; и др.]. Несомненно, что в четвертичных отложениях преобладающей является косая слоистость. Более детальный анализ элементов слоистости флювиогляциальных отложений по методикам, предложенным Л. Н. Ботвинкиной [1965], Э. И. Кутыревым [1968] и Л. С. Смирновым [1969], обычно не делается в виду того, что по ним можно выяснить только условия переноса и отложения осадков, силу потоков, но нельзя получить сведения о геоморфологической ситуации их формирования. Определение генезиса форм рельефа — первоочередная задача при геолого-геоморфологическом картировании, поисках месторождений строительных песков и песчано-гравийного материала. Четвертичные отложения формировались потоками, в разной степени изменчивыми как по силе, так и по ориентировке, в связи с чем мы попытались определить этот процесс количественно и выяснить возможность использования результатов изучения косой слоистости для определения геоморфологической обстановки формирования отложений или их генезис.

Для измерения ориентировки и максимального угла наклона косого слоя в рыхлых сыпучих отложениях необходимо выполнять замеры горным компасом каждого слоя в двух вертикальных плоскостях. С этой целью в изучаемом слое обнажения очищаются две вертикальные стенки и по ним измеряются углы падения одного и того же лучше видимого слоя, а также азимуты простираания указанных стенок.

В журнал наблюдений записываются азимуты и углы падения косо-го слойка по каждой измеренной плоскости. Для отдельного объекта исследований необходимо выполнить в разных слоях 30—50 пар измерений. Исчисление истинных (максимальных) углов падения косых слойков производится по принципу сложения векторов, которые легче всего выполнять графически на трафарете, представляющем круг, разделенный на секторы через каждых 5° . По радиусу в удобном для работы масштабе проводятся дополнительные круги. Промежутки между этими кругами должны соответствовать 5° угла падения косо-го слойка. Направление векторов обуславливают азимуты падения косых слойков, замеренные на вертикальных стенках карьера, а их длину — величина угла падения косо-го слойка, определенная по той же стенке и отложенная в принятом масштабе на трафарете. С конца одного вектора проводится линия параллельно второму вектору, а с конца второго вектора — параллельно первому. Точка их пересечения означает максимальный угол падения слойка, а направление полученного вектора — истинный азимут падения косо-го слойка.

Вычисленные значения служат для построения часто используемых диаграмм ориентировки углов падения (роз-диаграмм) или ориентировки и наклона косых слойков (круговых диаграмм). Наибольшее сосредоточение указанных параметров в определенном месте диаграмм уточняет палеогеографические условия образования осадков, т. е. указывает направление переноса обломочного материала, а величины углов падения косых слойков прямо обусловлены скоростью течения осадкообразующих потоков. О генезисе отложений наибольшую информацию можно получить по степени разброса азимутов и углов падения косых слойков.

Опыт изучения слоистости флювиогляциальных и аллювиальных отложений во многих карьерах Прибалтики и Северной Белоруссии позволяет сделать некоторые обобщения. Резко выраженный пик на розе-диаграмме указывает на существование строго ориентированных потоков (отложения озов, флювиогляциальных террас и дельт, аллювиальные), а присутствие широких диаграмм с несколькими, иногда разнонаправленными, пиками свидетельствует о поступлении материалов с разных сторон или о широком блуждании талых вод (отложения камов, краевых флювиогляциальных гряд, зандров) (рис. 1, 2).

Так как формирование внутриледниковых и маргинальных отложений происходило в непосредственном контакте с ледником, то после окончательного вытаивания погребенного льда вследствие инверсии слоев на подстилающую поверхность происходили разномасштабные просадочные нарушения. Первоначальные углы и азимуты падения косых слойков иногда изменялись, что нарушало отмеченные выше закономерности.

Следовательно, степень разброса ориентировки и углов падения косых слойков имеет генетический смысл. Для количественной оценки указанного признака подсчитывается коэффициент вариации азимутов и углов падения косых слойков в каждом пункте наблюдений. При выполнении подсчетов, в случае максимальной концентрации азимутов падения косых слойков в северном направлении с использованием первоначальных результатов измерений, можно получить неверные значения коэффициента вариации, так как вся совокупность распределения на границе $0^\circ/360^\circ$ искусственно делилась бы на две части. Решая поставленную задачу, не обязательно учитывать истинную ориентировку розы-диаграммы, в связи с чем указанную ошибку можно легко устранить, если сопоставить максимальный пик розы-диаграммы со значением 180° (середина интервала измерений) и таким образом пересчитать все зна-

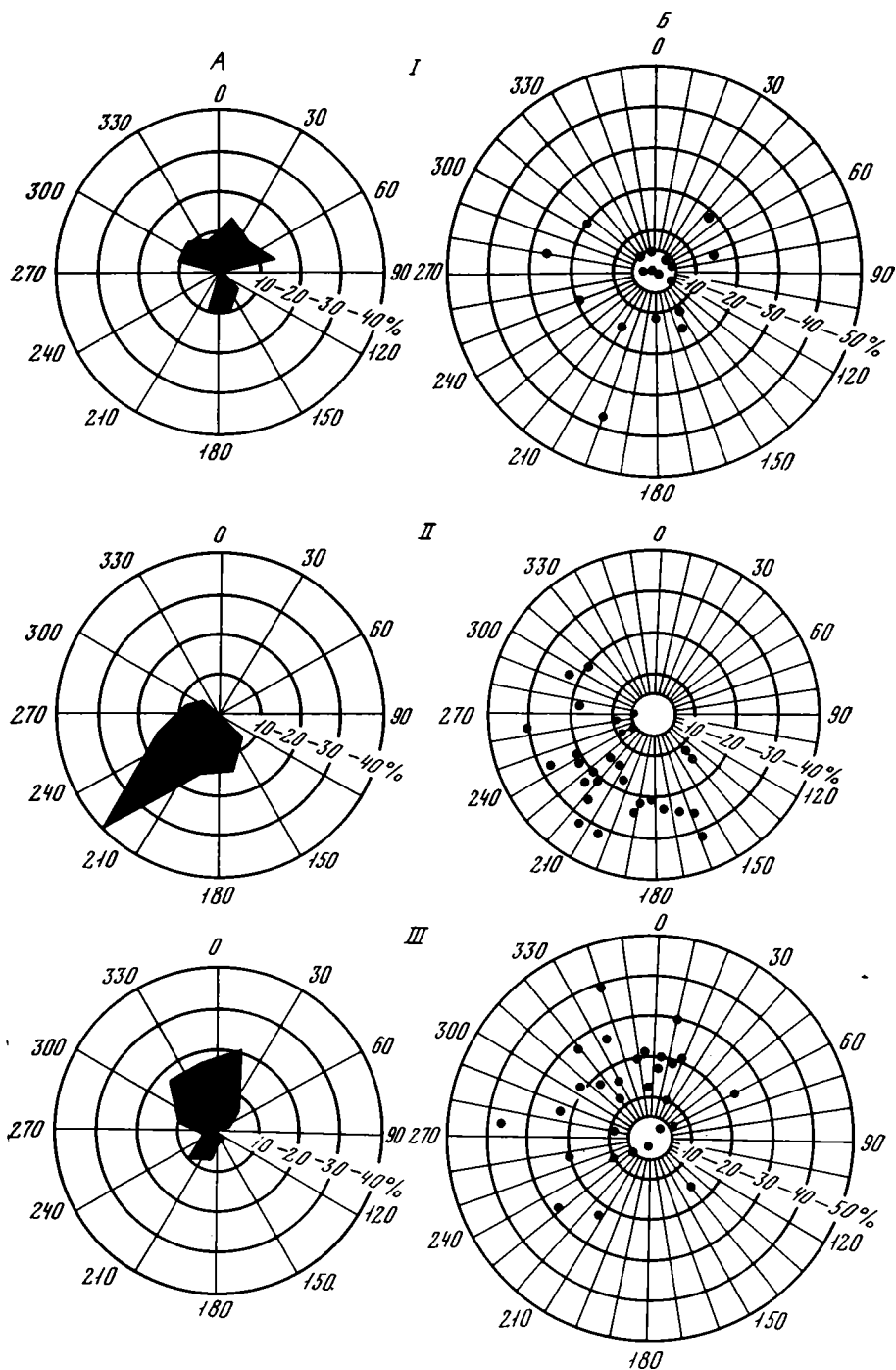


Рис. 1. Диаграммы ориентировки (А) и углов наклона (Б) косых слоев отложений I — камов (Куртна, Эстонская ССР), II — озов (Шета, Литовская ССР), III — краевых флювиогляциальных гряд

чения азимутов. Цифровые данные обрабатываются на ЭВМ по стандартной программе вычисления статистических характеристик.

Круговые диаграммы, розы-диаграммы и статистические характеристики значений азимутов и углов падения косых слоев дают хорошую информацию об условиях формирования отложений. Ориентировка

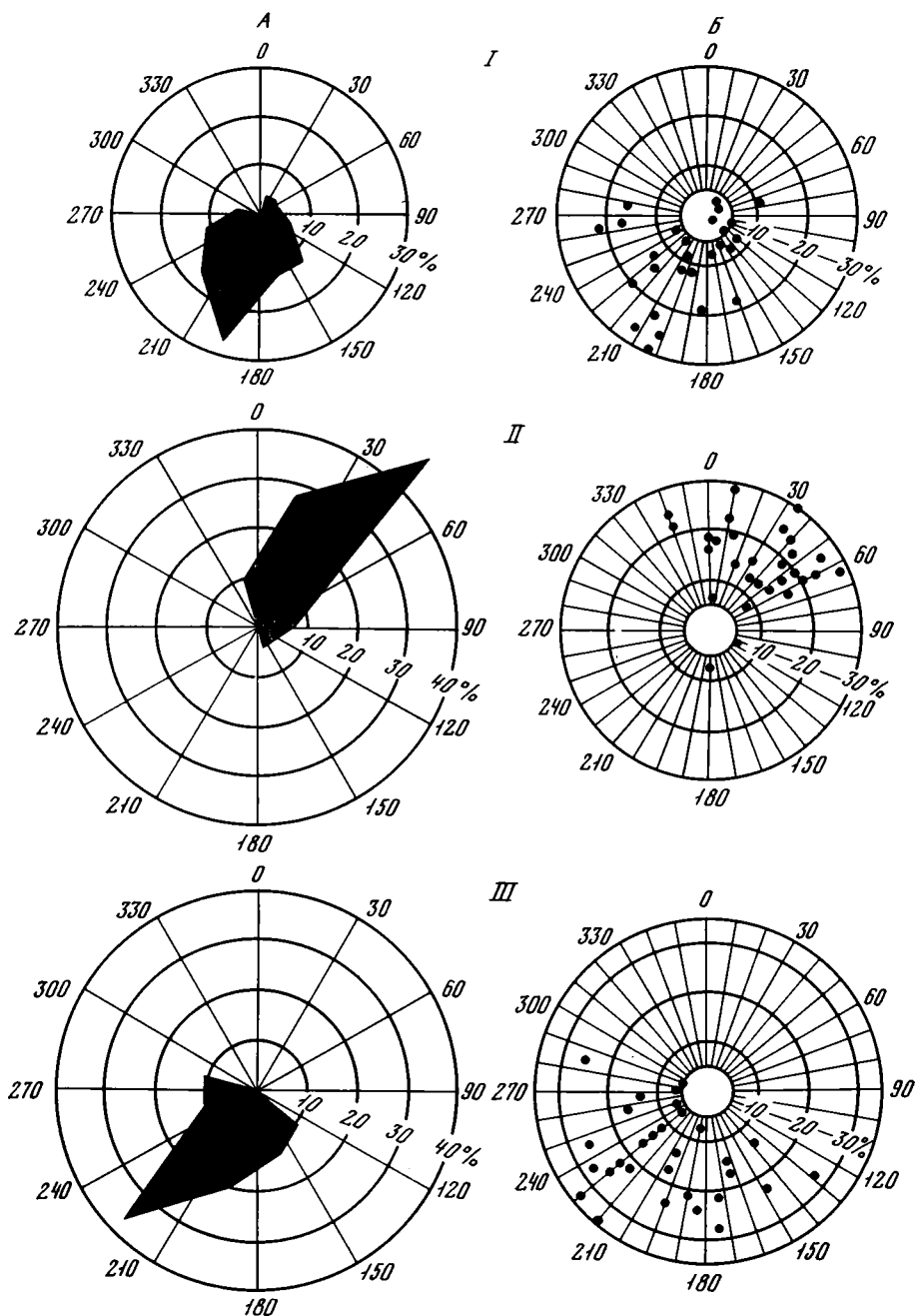
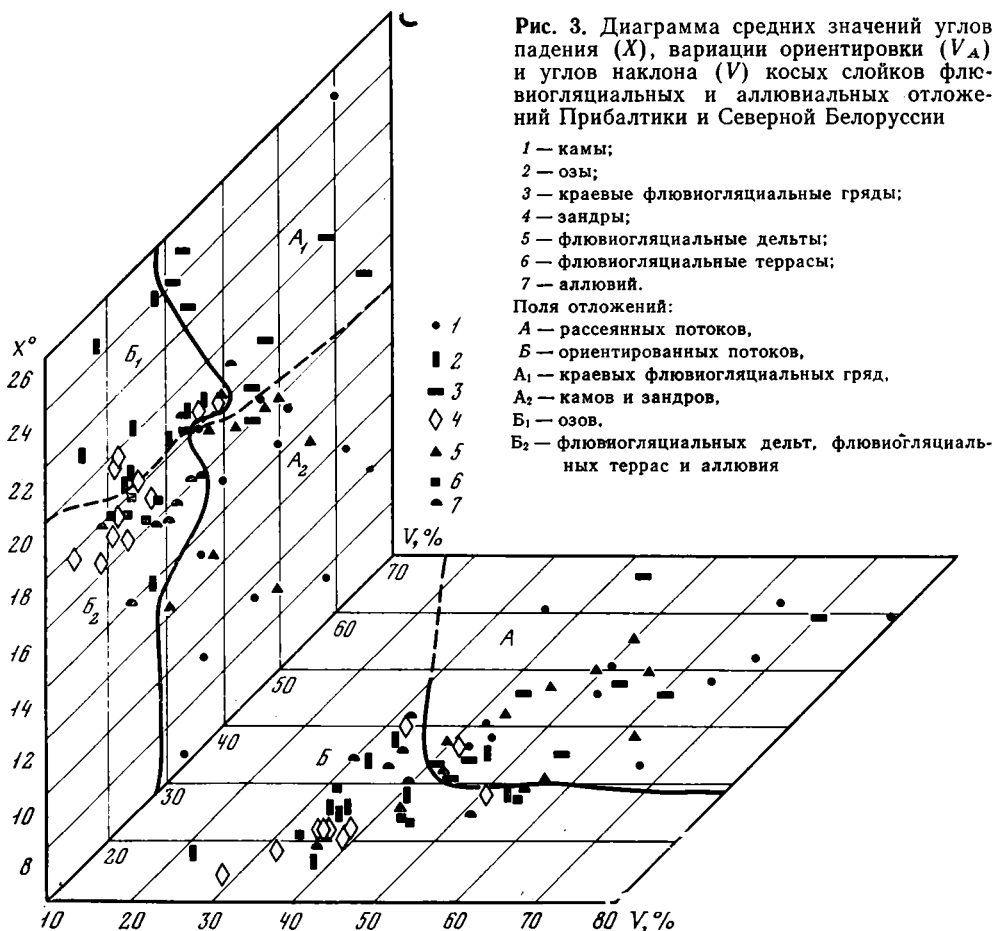


Рис. 2. Диаграммы ориентировки (А) и углов наклона (Б) косых слоев отложений I — зандров (Серафинишкес, Литовская ССР); II — флювиогляциальных дельт (Яунсаги, Латвийская ССР); III — флювиогляциальных террас (Риклишкяй, Литовская ССР)

углов падения косых слоев в разные стороны, т. е. образование большого числа мелких пиков на розе-диаграмме отложений камов, свидетельствует, что материал во внутриледниковый бассейн, проталину или нишу поступал со всех ледовых берегов, выше приподнятых (см. рис. 1). В слабодислоцированных просадочными процессами отложениях камов преобладают небольшие углы падения косых слоев, составляющие в среднем по карьеру 7—11°, но, когда постседиментационные нарушения слоистости вследствие инверсии слоев развиты широко, часто встречаются слои, где угол падения слоев превышает 30°, иногда достигает 50°, средние значения углов падения косых слоев в отдельном пункте наблюдений могут достичь 23—26° (рис. 3). Так как отмеченные нарушения в отложениях камов развиты очень широко, то в них установлены самые большие значения коэффициента вариации углов падения косых слоев, в среднем составляющие около 38%, а иногда превышающие 100%. Вариация ориентировки падения косых слоев в камах тоже имеет наибольшие значения, достигающие 60%, в среднем — 48%. В некоторых случаях, когда изучение косой слоистости можно осуществить по одному склону крупных камовых холмов, падение косых слоев вследствие антиклинального залегания слоев может приобрести ориентированный вид, напоминающий розу-диаграмму отложений озов. Однако в таком случае всегда широко развиты постседиментационные нарушения слоистости, и это хорошо отражается в углах падения косых



слойков. Такими примерами могут служить песчано-гравийные отложения камов в месторождениях Виллас (Латвийская ССР) и Марьямяги (Эстонская ССР).

Очень близки к отложениям камов по разбросу азимутов падения косых слойков образования краевых флювиогляциальных гряд (см. рис. 1). Они отличаются несколько меньшей вариацией углов падения косых слойков (среднее — 51%) и более существенно — по величинам углов падения косых слойков. Если средние значения углов падения косых слойков по отдельным камам составляют чаще всего 7—18° (в среднем 15°), то в отложениях краевых флювиогляциальных гряд они превышают 17°, в среднем составляя 21° (см. рис. 3).

Далее в порядке незначительного уменьшения рассеивания ориентировки падения косых слойков выделяются отложения зандров (см. рис. 2). Для них характерны широкие розы-диаграммы, максимумы которых сосредоточены уже по одной стороне круга. Коэффициент вариации изучаемых направлений иногда снижается до 31%, в среднем составляя 44%, а углы падения косых слойков изменяются обычно на 50%. Углы падения косых слойков незначительно больше, чем в отложениях камов (в среднем 13—18°), однако в типичных зандрах не встречаются слои с нарушенной слоистостью, где углы падения косых слойков превышали бы 30°.

Косые слойки отложений озов, флювиогляциальных дельт и террас являются однонаправленными (см. рис. 1, 2). Средние значения коэффициента вариации азимутов наклона косых слойков составляют всего 25—28%, т. е. на 13—18% ниже аналогичных параметров описанных выше отложений. Наиболее широким диапазоном изменений коэффициента вариации углов падения косых слойков (от 14 до 41%) обладают отложения флювиогляциальных дельт. Очень строго ориентированные слойки наблюдаются в дельтах прорыва приледникового озера с одного уровня на другой (месторождение Кальненай, Литовская ССР), а наибольший разброс азимутов падения косых слойков — в дельтах широких приледниковых озер (месторождения Потсепя и Мянику, Эстонская ССР) или в зандродельтах (месторождение Свядасай, Литовская ССР).

Отложения последней группы сильнее отличаются по углам падения косых слойков. Так как озы формировались стремительными потоками в ледниковых трещинах и туннелях, то углы падения косых слойков среди всех флювиогляциальных отложений здесь самые большие (см. рис. 3). Средний угол падения косых слойков в озах обычно составляет не менее 19° и в некоторых случаях достигает 26°. В отложениях флювиогляциальных террас средние углы падения косых слойков очень постоянны (17—19°) и не достигают нижних значений, характерных для отложений озов. Средние углы падения косых слойков отложений разных флювиогляциальных дельт такие же, как и флювиогляциальных террас, и только иногда увеличиваются до 21° (см. рис. 3). По разбросу направлений падения косых слойков аллювиальные отложения занимают промежуточное положение между выделенными выше группами и смещены в сторону образований хорошо ориентированных потоков (озы, флювиогляциальные дельты и террасы). Для аллювиальных отложений свойственны розы-диаграммы с хорошо выраженным максимумом по направлению течения реки и, как правило, меньшим пиком к ее руслу. Последний указывает на дополнительный перенос материала в сторону поперечного перемещения реки. Средние углы падения косых слойков по отдельным пунктам наблюдений несколько меньше, чем во флювиогляциальных террасах и обычно составляют около 17°.

Изложенные особенности статистических характеристик косой слоистости наглядно видны на трехмерной диаграмме (см. рис. 3). Для ее построения использованы значения коэффициентов вариации азимутов и углов падения косых слоев, а также средний угол падения косых слоев по отдельному пункту наблюдений. На диаграмме четко выделены два поля. В одном из них (А) поместились все изученные отложения камов, краевых флювиогляциальных гряд и зандров, для которых характерны наибольшие значения коэффициентов вариации углов и азимутов падения косых слоев. В другом поле (Б), с меньшими значениями указанных параметров, сосредоточились замеры, соответствующие аллювиальным отложениям, отложениям озов, флювиогляциальных дельт и террас. На вертикальной плоскости диаграммы, отображающей значения среднего угла падения косых слоев и коэффициента вариации направлений их падения, выделилось дополнительно, однако с меньшей достоверностью, поле отложений краевых флювиогляциальных гряд (А₁) и поле сосредоточения характеристик косой слоистости отложений озов (Б₁). Их выделение обусловлено большими средними углами падения косых слоев.

Предложенная диаграмма помогает определять генезис флювиогляциальных отложений по данным изучения косой слоистости. При выполнении работ в районах холмистого рельефа возможна идентификация отложений озов, камов и краевых флювиогляциальных гряд. Из отложений, слагающих равнины, достоверно выделяются только зандровые. Для распознавания образований флювиогляциальных дельт и террас сведений детального анализа косой слоистости, полученных по описанной методике, недостаточно. В данном случае необходимо учитывать мощность и длину косослоистых линз, разновидности косой слоистости и другие текстурные особенности.

ЛИТЕРАТУРА

- Ботвинкина Л. Н. Методическое руководство по изучению слоистости. М.: Наука, 1965.
- Бурлак А. Ф. Тектурные особенности антропогенных ледниковых отложений Белоруссии.— В кн.: Тектоника и проблемы формирования осадочного чехла Белоруссии. Минск, 1975.
- Кутырев Э. И. Условия образования и интерпретация косой слоистости. Л.: Недра, 1968.
- Микалаускас А. П. Флювиогляциальная седиментация и ее роль для расчленения слоистых текстур водноледниковых образований.— В кн.: Геоморфология и геология четвертичного периода севера Европейской части СССР. Петрозаводск, 1976.
- Раукас А. В. О составе и текстурах приледниковых флювиогляциальных отложений Эстонии.— В кн.: Предфронтальные краевые ледниковые образования. Вильнюс: Минтис, 1974.
- Смирнов Л. С. К вопросу о классификации косослойчатых текстур и методики их интерпретации.— Литол. и полез. ископаемые, 1969, № 3.