

УДК 624.131.23: 551.89 Галай Б. Ф. [Galay B. F.],
Сербин В. В. [Serbin V. V.],
Плахтыкова В. С. [Plakhtyukova V. S.],
Галай О. Б. [Galay O. B.]

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОКРОВНЫХ СУГЛИНКОВ Г. СТАВРОПОЛЯ

Genetic analysis covering loams of Stavropol

На территории г. Ставрополя покровные суглинки имеют широкое, почти повсеместное распространение и залегают на различных элементах рельефа. Статья посвящена вопросам ошибочного мнения местных геологов и авторитетных ученых России, которые относят эти грунты к делювиальными образованиями. На основе новых достижений палеогеографии и палеоклиматологии доказан эоловый генезис суглинков и их принадлежность к единой лёссовой формации Юга России. Рассмотрены вопросы, исключительно важные для объяснения генезиса покровных суглинков: какой геологический агент, как, откуда и, главное, при каких физико-географических условиях мог доставить первичный материал для покровных суглинков г. Ставрополя? Приведены геологические разрезы районов г. Ставрополя, приведенные из изыскательских отчетов, свидетельствующие против делювиального генезиса покровных суглинков города. Проанализирована оценка генезиса покровных суглинков по приведенным выдержкам из отчетов и градостроительных нормативов и сделаны выводы с учетом палеогеографической среды их накопления.

Ключевые слова: покровные лёссовидные суглинки, генезис, делювий, эоловые отложения, палеогеография.

Abstract: in the territory of Stavropol, integumentary loams have broad, almost universal distribution and lie on various elements of a relief. Article is devoted to questions of wrong opinion of local geologists and authoritative scientists of Russia, which carry this soil to diluvial educations. Based on new achievements of paleogeography and paleoclimatology proved the Genesis of Aeolian loams and their belonging to single loess formations in the South of Russia. Questions, extremely important for an explanation of genesis of integumentary loams are considered: what geological agent how, from where and, the main thing, under what physiographic conditions primary material for integumentary loams of Stavropol could deliver? The geological section of districts of Stavropol from the prospecting reports showing against diluvial genesis of integumentary loams of the city. Analyzed assessment of the Genesis of covering loams as the following extracts from reports and of the city, planning regulations and the findings based paleogeographic environment of their accumulation.

Key words: covering loess loam, genesis, diluvium, Aeolian agnation, paleogeography.

На территории Ставрополя широкое распространение имеют покровные суглинки, генезис которых является дискуссионным и требует серьезного литолого-генетического и инженерно-геологического анализа. Необходимость такого исследования объясняется следующими причинами:

- эти суглинки не выделены и не показаны на схематической карте генетических типов лёссовых пород в фундаментальной монографии [2, приложение 1], которой до сих пор пользуются местные изыскатели как справочной литературой. На современных геологических картах Ставрополя сведения о покровных суглинках неполны и противоречивы:
 - покровные суглинки являются основанием фундаментов многих зданий и сооружений, а некоторые объекты, построенные на этих грунтах, испытали аварийные деформации [1];
 - действующий ГОСТ 25100-95 [5] требует для каждого грунта указывать *происхождение*, условия образования и геологический возраст с использованием результатов научно-технических разработок;
 - Свод правил СП 22.13330.2011 [11, п. 5.1.7] также требует, чтобы «результаты инженерно-геологических изысканий содержали сведения об инженерно-геологическом строении площадки строительства с описанием в стратиграфической последовательности напластований грунтов, формы залегания грунтовых образований, возраста, *происхождения* и классификационных наименований грунтов (ГОСТ 25100)»;
- современная научная методология изучения проблемных грунтов руководствуется основным законом грунтоведения, по которому *«состав, строение, состояние и свойства грунтов определяются их генезисом, характером постгенетических процессов и современным пространственным положением»* [6, с. 42].

Чтобы понять, как оценивается генезис покровных суглинков, приведем выдержки из отчетов и градостроительных нормативов.

В 1939 году, в связи с проектом планировки Ставрополя (г. Ворошиловска), инженер-гидрогеолог Крюкова (Госводоканал, г. Москва) сообщила, что «в пределах Ворошиловска среди четвертичных отложений наибольшее распространение имеют суглинки тонкие, желтые, желто-коричневые, известковистые, более плотные в нижней части, *макропористые*. Они слагают с поверхности весь Загашлянский район, мощностью 7-9,5 м». Происхождение суглинков не указано, но их литологическое описание соответствует лёссовым грунтам.

Ставропольский ТИСИЗ в «Пояснительной записке к сводной инженерно-геологической колонке и таблице физико-механических свойств грунтов территории г. Ставрополя» (1986), а затем в техническом отчете по сейсмическому микрорайонированию (СМР, 1998) указывает, что на территории Ставрополя «верхнечетвертичные отложения подразделяются по генезису на *делювиальные* и *эолово-делювиальные*. *Делювиальные отложения имеют самое широкое распространение по площади. Развита практически во всех частях города и являются основными покровными четвертичными отложениями*. Они представлены глинами, суглинками, реже супесями... Мощность *делювиальных* отложений участками более 10 м; по мере приближения к водоразделам рек, мощность их несколько уменьшается, так как здесь близко к поверхности подходят коренные породы. *Эолово-делювиальные* отложения имеют ограниченное распространение, в основном развиты в центральной и западной части города, представлены суглинками и глинами *просадочными, макропористыми*, с ходами землероев, прожилками гипса, карбонатов. Начальное просадочное давление превышает природное и составляет, в основном, 150–250 кПа. Грунтовые условия таких участков относятся к I типу по просадочности. Мощность данных отложений колеблется от 3,0 до 7,0 м».

На карте четвертичных отложений, составленной СтавропольТИСИЗом при выполнении работ по СМР (1998), покровные суглинки занимают около 80 % территории Ставрополя, из них примерно 70 % отнесены к делювию и 10 % к эолово-делювиальным отложениям. Делювий показан как на пологих склонах города, так и на плоской возвышенной поверхно-

сти плато. Эолово-делювиальные суглинки обозначены на высоких отметках в центральной части и небольшими участками в северо-западной и юго-западной частях города.

Ставрополь ТИСИЗ в сводной таблице показателей свойств к делювию отнес 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ), включающих суглинки и близкие им глины.

Эолово-делювиальным принят суглинок (ИГЭ-5) – серовато-желтый, желтовато-серый, *макропористый*, тугопластичный, поры инкрустированы окислами железа, с прослойками песка, гнездами карбонатов, мергеля. Литологическое описание этого суглинка практически не отличается от делювиального суглинка ИГЭ-1 и весьма близко остальным суглинкам.

Поразительно близки характеристики пластичности суглинков ИГЭ-1 и ИГЭ-5. По числу пластичности – основному нормативному показателю – делювиальные и эолово-делювиальные суглинки практически совпадают ($I_p = 13\%$ и 14%), также близки их компрессионные модули деформации при водонасыщении ($E = 2,5$ МПа и $E = 3,0$ МПа) и прочностные показатели ($C = 18$ кПа и $C = 24$ кПа; $\varphi = 22^\circ$ и $\varphi = 22^\circ$). В сводной таблице указано начальное просадочное давление для делювиальных суглинков (149–156 кПа), что также объединяет их с эолово-делювиальными суглинками.

Отчет по сейсмомикрорайонированию (СМР, 1998) Ставрополя был составлен при участии самых авторитетных научных организаций России – Объединенного института физики Земли РАН и ПНИИИС Госстроя РФ, под научным руководством д-ра геол.-минерал. наук, профессора Г.Л. Коффа. Авторы отчета, обладая наиболее полным фактическим материалом и имея многолетний опыт картирования хорошо изученной территории, отметили, что *«в современных четвертичных образованиях, имеющих ряд генетических типов, зачастую трудно определить точно границы отдельных обособленных типов»*.

В 1995 году Северо-Кавказский филиал ПНИИИС Госстроя РФ составил первый на Юге России «Экологический паспорт г. Ставрополя», в котором дана такая же характеристика покровным суглинкам: *«Покровные*

и лёссовидные суглинки и глины широко распространены на поверхности Ставропольского плато, на водораздельных участках территории города и на пологих склонах долин рек и балок. Лёссовидные суглинки содержат много пылеватых частиц, обладают высокой пористостью, сохраняют очень крутые и высокие откосы в сухом состоянии и склонны к просадочным явлениям. Мощность лёссовидных суглинков местами достигает 12 м и более... Просадочные явления наблюдаются на участках развития лёссовых эолово-делювиальных грунтов. Эти грунты имеют очень ограниченное развитие, преимущественно в западной и северо-западной (верхней) части города. Требуется дополнительное изучение отложений, т.к. выделение участков с просадкой I или II типа довольно условно. Специального картирования просадочных грунтов не проводилось. Участки выделены по материалам изысканий под различные сооружения».

Такая же краткая характеристика покровных суглинков содержится в новом Генеральном плане Ставрополя (2006, с. 21-22): «Верхнечетвертичные отложения подразделяются по генезису на *делювиальные* и *эолово-делювиальные*. Делювий в основном представлен глинами, суглинками и супесями и развит почти на всей территории. Суглинки обычно бурого или буровато-желтого цвета с включением твердых карбонатов, плотные, маловлажные. Преобладают тяжелые и средние суглинки и несколько обособленно выделяются легкие. Мощность делювиальных отложений участками более 10 метров, по мере приближения к водоразделам рек мощность их несколько уменьшается, т.к. здесь близко к дневной поверхности подходят коренные породы. Исключения составляют погребенные овраги, где мощность делювия увеличивается. *Эолово-делювиальные* отложения имеют ограниченное распространение и в основном развиты в центральной и западной части города. Данные отложения представлены суглинками и глинами просадочными, макропористыми. Начальное просадочное давление превышает природное и составляет, в основном, 150–250 кПа. Грунтовые условия этих участков относятся к I типу просадочности».

Анализ приведенных материалов позволяет сделать следующие выводы:

- на территории Ставрополя покровные суглинки имеют широкое, почти повсеместное распространение, залегают на различных элементах рельефа (на поверхности Ставропольского плато, на водораздельных участках территории города и на пологих склонах долин рек и балок);
- условно покровные суглинки делятся на делювиальные и эолово-делювиальные, причем делювиальные доминируют по площади (70 %), а эолово-делювиальные имеют ограниченное распространение (10 %);
- суглинки и близкие к ним легкие глины практически не отличаются по цвету (желтовато-серый с различными оттенками), литологическому составу (высокое содержание пылеватой фракции, близость числа пластичности, наличие карбонатных солей), характеризуются отсутствием слоистости и высокой пористостью с признаками макропористости, обладают просадочными свойствами, т. е. содержат все признаки лессовых пород;
- уровень изученности покровных суглинков не соответствует требованиям ГОСТ 25100-95 и федеральным строительным нормативам по инженерным изысканиям в строительстве – их *делювиальный и эолово-делювиальный* способы накопления приняты априорно, а физико-географические (палеогеографические, палеоклиматические) условия формирования не рассматриваются вообще, или молчаливо предполагаются соответствующими современным условиям. Важнейший и широко распространенный тип грунта краевого центра остается слабо изученным объектом в геолого-генетическом и инженерно-геологическом отношении.

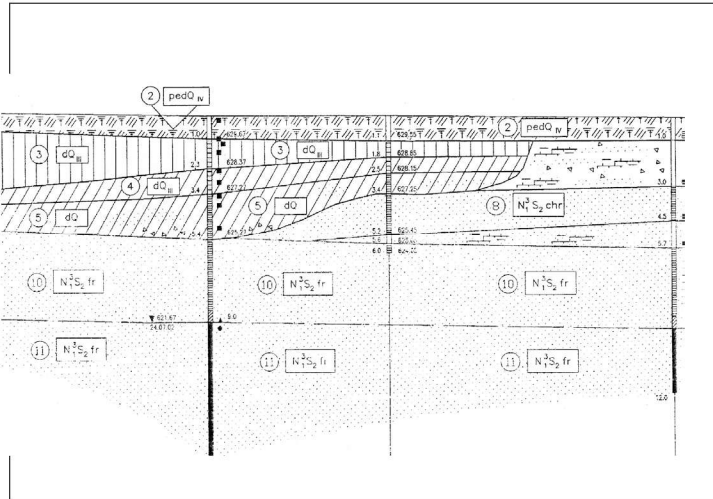


Рис. 1. Геолого-литологический разрез на площадке строительства нового корпуса СКФУ по ул. Кулакова, 2.

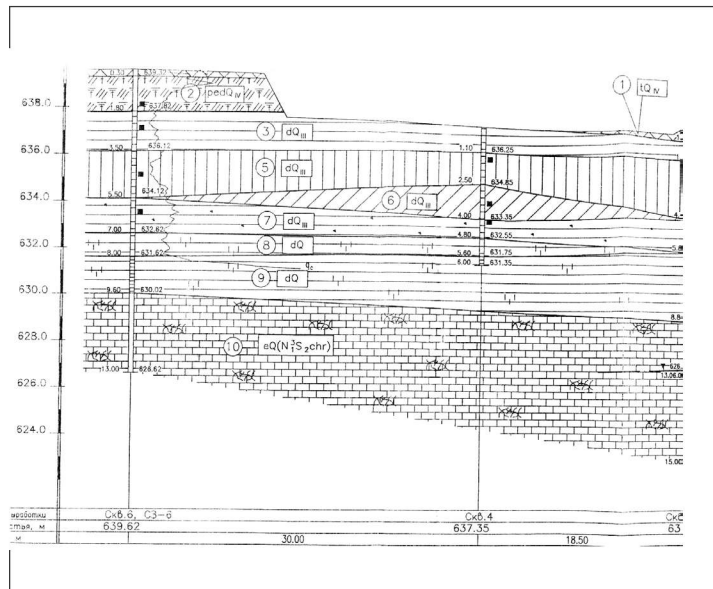


Рис. 2. Геолого-литологический разрез на площадке строительства универсального спортивного комплекса по ул. 50 лет ВЛКСМ, 17.

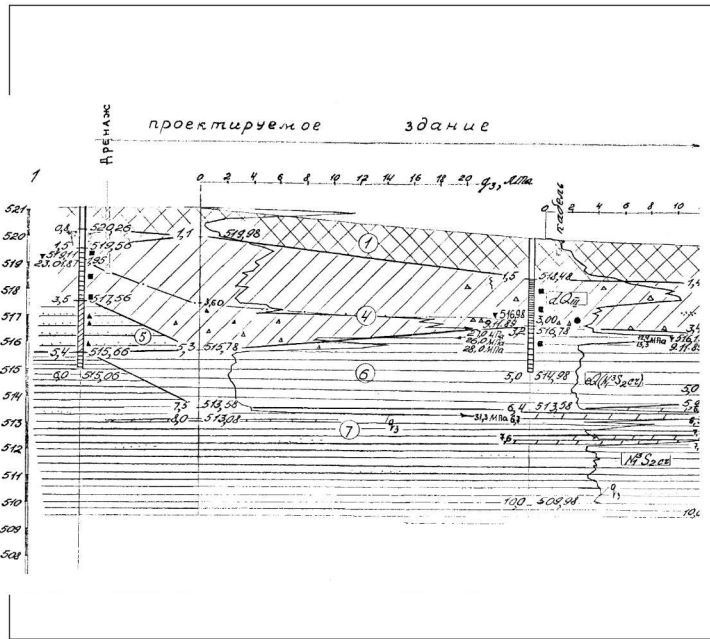


Рис. 3. Геолого-литологический разрез на площадке восстановления Крестовоздвиженской церкви по ул. Голенева.

Чтобы показать ошибочность оценки генезиса покровных суглинков московскими учеными и местными изыскателями приведем три геологических разреза в разных районах Ставрополя, взятых из изыскательских отчетов (рис. 1, 2 и 3).

На рисунках видно, что покровные суглинки и глины верхнечетвертичного возраста покоятся на эродированной поверхности разнообразных морских отложений неогена – песках форштадтского яруса, известняках холоднородниковского яруса и криптомактровых глинах сармата. Можно ли назвать эти покровные отложения делювиальными?

Согласно Геологическому словарю [4], «*делювий* возникает в результате накопления смытых со склонов дождевыми и талыми водами рыхлых продуктов выветривания. Залегает в виде шлейфов, выклинивающихся вверх по склону. Применение термина делювий для обозначения любых склоновых образований неправильно».

Удовлетворяют ли этим требованиям делювия покровные суглинки Ставрополя? Ответ очевиден, нет.

Против делювиального генезиса покровных суглинков Ставрополя убедительно свидетельствуют два признака:

- пространственное положение покровных суглинков, накрывших в виде чехла все элементы древнего эродированного рельефа коренных пород морского генезиса, включая поверхность плато и водоразделов местных рек;
- однородный литологический состав суглинков, его пространственная выдержанность и отсутствие какой-либо связи вещественного состава суглинков с подстилающими и прилегающими породами.

В отечественной геологии [12] генезис пород рассматривают в широком и узком понимании этого термина. Генезис в широком смысле включает как способ, так и условия образования породы, тогда как генезис в узком смысле – только способ ее образования. Способ и условия находятся в диалектическом единстве.

В связи с этим возникают следующие вопросы, исключительно важные для объяснения генезиса покровных суглинков: какой геологический агент, как, откуда и, главное, при каких физико-географических условиях мог доставить первичный материал для покровных суглинков Ставрополя? Из двух основных геологических агентов, действующих на поверхности Земли (вода и ветер), таким агентом в данных условиях мог быть только ветер. После этого остается другой чрезвычайно важный для науки и практики вопрос: какие физико-географические (палеогеографические)

условия были на территории Ставрополя и Юга России в период накопления покровных лёссовидных суглинков?

Возраст покровных суглинков все геологи, и мы с ними согласны, считают верхнечетвертичным (верхнеплейстоценовым), т. е. предшествующим современному голоцену – теплomu и влажному межледниковью, начавшемуся около 10 тыс. лет назад. Климат и палеогеография верхнего плейстоцена (недавнего прошлого нашей планеты) хорошо изучены российскими и зарубежными исследователями в планетарном и региональном масштабе.

Верхний плейстоцен, начавшийся около 100 тыс. лет назад, с теплого и влажного рисс-вюрмского (микулинского) межледниковья, 70 тыс. лет назад вступил в фазу последнего, исключительно жесткого оледенения. По данным американского исследователя Гейтса (Gates, 1976), в последний ледниковый период температура над сушей планеты понизилась в среднем на $7,7^{\circ}\text{C}$, а над океаном – на $4,4^{\circ}\text{C}$.

По данным наших палеогеографов [10, с. 6, 119–120, 135–136], в это время

«последний ледниковый покров на территории Европы окаймлялся широкой перигляциальной зоной, в которой в условиях криогенеза происходило накопление лёссов... Это была эпоха наиболее континентальных условий даже в системе климатов, обуславливающих лёссообразование. Очень слабое преобразование исходной минеральной массы лёссов, непроявленность мерзлотных деформаций могут свидетельствовать о чрезвычайно низкой влажности и низких среднегодовых температурах... можно полагать, что в это время количество осадков не достигало 100 мм в год, при очень большом контрасте температур между холодным и теплым временем года... В Восточной Европе, в средней части Русской равнины, господствующее положение занимал так называемый сибирский тип многолетней мерзлоты с мощностью много-

летнемерзлых пород до 200 м, эти температуры были не менее $-3/-5^{\circ}\text{C}$, а возможно, и $-7/-10^{\circ}\text{C}$. Среднегодовые температуры воздуха (на широтах $50-52^{\circ}$ с. ш.) могли опускаться ниже $-10/-15^{\circ}\text{C}$, а январские температуры приближались к $-30/-40^{\circ}\text{C}$... Наряду с температурами резко снижалось и количество осадков... в центре ледника в эпоху максимума оледенения осадки не превышали 250–300 мм, столько же их было, возможно и меньше, в перигляциальной зоне ... Изложенные представления о состоянии климата в эпоху климатического минимума 18–20 тыс. лет назад не расходятся с данными палеоклиматического моделирования (Gates, 1976)».

Время максимального распространения последнего покровного оледенения совпало с крупной планетарной регрессией Мирового океана с понижением уровня на 125–130 м [10, с. 11]. В это же время во много раз возросло содержание пыли в ныне ископаемых льдах Антарктиды и Гренландии, что американские исследователи Petit и др. [15] связывают с очень высокой аридностью воздуха и сильной атмосферной циркуляцией, обеспечивающей принос пыли даже в Антарктиду.

Лавинную седиментацию пыли в мировом океане в верхнем плейстоцене отмечает океанолог А. П. Лисицын, объединивший образование континентального и «океанского» лёсса в один крупномасштабный глобальный процесс, но не рассмотрел его в палеогеографическом освещении, несмотря на впечатляющий характер его развития [8, с. 82–83; 9, с. 4]. Отечественные палеогеографы утверждают, что «на Русской равнине в период накопления лёссов почти круглогодично преобладали сухие и холодные, восточные и северо-восточные ветры» [10, с. 136]. Верхний плейстоцен – эпоха наиболее интенсивного накопления мощных эоловых лёссовых толщ Северного Кавказа, которое происходило за счет пыли, принесенной восточными ветрами в основном из Прикаспийской низменности [3; 7]. Показателем суровости климата служат многочис-

ленные признаки криолитогенеза, обнаруженные в лессовых толщах Предкавказья [7, с. 51–52] – различные пустоты размером до 8 см, возникшие, по-видимому, за счет вытаивания льда и снега; клиновидные вертикальные полости, типа морозобойных, шириной до 6 см; присутствие над ископаемыми почвами прослоев (до 25 см) суглинка солифлюкционного облика, свидетельствующего о переходе влажного и теплого климата к сухому и холодному; ничтожное (доли %) количество гумуса и почти полное отсутствие фитогенных макропор; матовая поверхность и глубокие тонкие царапины на многих зернах кварца, указывающие на их ветровую обработку в суровых перигляциальных условиях [Трикар, 1954; Марков, 1959].

Достижения современной палеоклиматологии и палеогеографии ставят под сомнение делювиальный способ накопления покровных суглинков г. Ставрополя, для которого необходим «достаточно интенсивный склоновый сток воды в отдельные сезоны года». В перигляциальных условиях главным геологическим агентом была не вода, а ветер. Действие воды было подавлено не только малым количеством атмосферных осадков, но и низкой, в основном отрицательной, температурой воздуха.

Палеогеографы утверждают, что уникальный ландшафт перигляциальной зоны не имеет современных аналогов на поверхности Земли [10, с. 6], и это сильно затрудняет применение основного научного метода геологии – метода актуализма. На основе имеющихся данных, этот ландшафт в наиболее суровую эпоху можно представить как безжизненную полярную пустыню, не имеющую растительного покрова, на поверхности которой хозяйничал холодный и сухой ветер, переносивший в восточном направлении огромные массы пыли, ставшей материалом для лёссового покрова Европы. Холод, сухость и засоленность пылевого осадка создали уникальный, практически без растительного покрова, перигляциальный ландшафт в верхнем плейстоцене на Юге России, где основным геологическим агентом был ветер, а не вода.

Генетический анализ покровных суглинков Ставрополя, выполненный впервые с учетом палеогеографической среды их накопления, т. е. с

широким пониманием термина «генезис», позволяет сделать следующие выводы:

1. Так называемые «делювиальные» и «эолово-делювиальные» суглинки, занимающие 80 % площади Ставрополя, представляют собой единый комплекс верхнечетвертичных (позднеплейстоценовых) отложений, сформировавшихся из эоловой пыли, принесенной восточными ветрами в холодных и сухих перигляциальных условиях, не имеющих достойных аналогов среди современных ландшафтов.
2. Эти эоловые лёссовидные суглинки и глины синхронно вписываются в лессовую формацию Юга России, занимающая верхнеплейстоценовую часть разреза.
3. В современных, теплых и влажных условиях суглинки, после естественного и техногенного обводнения, практически утратили первичную просадочность и засоленность, но сохранили высокую пористость и после обводнения стали слабыми и сильно сжимаемыми грунтами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабаевская Л. В., Стешенко Д. М. Инженерная защита зданий и сооружений от опасных геологических процессов на территории г. Ставрополя // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2012. – № 3(32). – С. 104–108.
2. Балаев Л. Г., Царев П. В. Лёссовые породы Центрального и Восточного Предкавказья. – М.: Наука, 1964.
3. Галай Б. Ф. Лёсс. Взрывы. Шнековые сваи. Градостроительство и ЖКХ. – Ставрополь: Сервисшкола; Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.
4. Геологический словарь в двух томах. Т. 1. – М.: Недра, 1973.
5. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация.
6. Грунтоведение / Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А. и др.; под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд. перераб. и доп. –

- М.: Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с. (Классический университетский учебник).
7. Коробкин В. И., Балаев Л. Г., Галай Б. Ф. Субаэральный литогенез и свойства пылевато-глинистых отложений (применительно к ирригационному строительству). – Ростов н/Д.: Изд-во Ростовского университета, 1985.
 8. Лисицын А. П. Процессы океанской седиментации. – М.: Наука, 1978.
 9. Лисицын А. П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. – М.: Наука, 1988.
 10. Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет: атлас-монография. – М.: Наука, 1982.
 11. Свод правил СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
 12. Фролов В. Т. Генетическая типизация морских отложений. – М.: Недра, 1984.
 13. Экологический паспорт г. Ставрополя. Ландшафт. Ставрополь: Северо-Кавказский филиал ПНИИИС. – Ставрополь. 1995.
 14. Gates W.L. Modelling the ice-age climate // *Science*. – 1976. – Vol. 191. – № 4232. March (англ.).
 15. Petit J.-R., Briat M., Royer A. Ice age aerosol content from East Antarctic ice core samples and past wind strength // *Nature*. 1981. Vol. 293. – № 5831. – P. 391–394.