

На правах рукописи

БОБРИКОВА ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА

**ЛИТОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
И ТИПИЗАЦИЯ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ НЕОГЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ ВОЛЖСКО-СВИЯЖСКОЙ ПРОВИНЦИИ**

Специальность 25.00.06 – литология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Казань - 2003

Работа выполнена в Центральном научно-исследовательском институте геологии нерудных полезных ископаемых (ЦНИИгеолнеруд) и на кафедре полезных ископаемых и разведочного дела Казанского государственного университета им. Ульянова-Ленина (КГУ)

Научный руководитель: кандидат геолого-минералогических наук
Виктор Геннадиевич Изотов (Казанский
государственный университет)

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук
Урал Галимзянович Дистанов (ЦНИИгеол-
неруд);
доктор географических наук, профессор
Алексей Петрович Дедков (Казанский
государственный университет)

Ведущая организация: Пермский государственный университет (г.Пермь)

Защита состоится " ____ " _____ 2003г. в ____ час. на заседании
Диссертационного совета Д.212.081.09 Казанского государственного универ-
ситета по адресу: 420008, г.Казань, ул.Кремлевская,4/5, геофак.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Казанского
государственного университета им. Ульянова-Ленина.

Автореферат разослан " ____ " _____ 2003г.

Отзыв на реферат в 2-х экз., заверенный печатью учреждения, просим при-
сылать по адресу: 420008, г.Казань, ул.Кремлевская, 18, КГУ, служба атте-
стации научных кадров.

Ученый секретарь
Диссертационного совета,
кандидат геолого-минералогических наук

Р.Р.Хасанов

Актуальность работы. Одной из насущных задач республики Татарстан является воспроизводство и наращивание сырьевой базы высококачественных кварцевых песков различного назначения. Необходимость ее решения определяется рядом факторов: высокими требованиями к сырью для стекольного, химического, керамического производства; значительным увеличением объема строительства жилых и общественных зданий; выходом из эксплуатации в связи с отработкой, а также по экологическим и экономическим причинам ряда месторождений кварцевых песков; современными экономическими условиями хозяйствования, определяющими постоянный опережающий рост цен на транспортные услуги, что в свою очередь ведет к значительному удорожанию перевозок сырья и продукции; расширением областей применения кварцевых песков; дисбалансом в обеспечении районов республики этим видом сырья. Актуальность представленной работы подчеркивается планом реализации Государственной программы изучения и воспроизводства минерально-сырьевой базы РТ на 1994-2000гг., где предусматривалось принятие действенных мер по обеспечению промышленности республики кварцевыми песками различного назначения.

Выбор территории Предволжья для проведения исследований определялся благоприятными предпосылками обнаружения здесь промышленных залежей кварцевых песков высокого качества, а также отсутствием сырьевой базы кварцевых песков на юго-западе Республики Татарстан при выраженном дефиците этого вида полезного ископаемого. Район работ занимает площадь около 10 000 км² и включает в себя бассейн среднего и нижнего течения р.Свияги и участок долины р.Волги вблизи устья ее притока, где существенную роль в осадконакоплении играл свияжский источник сноса. С севера и востока район ограничивается руслом р.Волги.

Цель работы. Установить и охарактеризовать информативные литолого-минералогические показатели оценки перспектив неоген-четвертичных отложений Предволжья Татарстана на месторождения технологически высококачественных кварцевых песков.

Основные задачи. Провести комплексный анализ литологических характеристик неоген-четвертичных кварцевых песков Предволжья и выявить информативные критерии условий их формирования. Выделить и обосновать основные литофациальные типы кварцевых песков. Изучить кварцевые пески различных литофациальных типов по комплексу литолого-минералогических показателей. Провести оценку технологических свойств кварцевых песков и наметить области их применения.

Фактический материал. В основу работы положены материалы изучения неоген-четвертичных отложений преимущественно Предволжья Татарстана, собранные и обобщенные автором в течение 1994-2000гг. За этот период

автором проведено детальное литологическое исследование более 40 разрезов с отбором около 500 проб, которые изучены методами гранулометрического (все пробы), химического (более 100 проб) и минералогического (около 100 проб) анализа, а также методами электронного парамагнитного резонанса, рентгенофазового и рентгеноспектрального анализа (около 500 определений). Данные по морфологии кварцевых зерен, в т.ч. с помощью растровой электронной микроскопии, получены на материале 50 проб. Технологические исследования качества сырья и способности к обогащению проведены на 9 лабораторно-технологических пробах. Физико-механические свойства песков изучены на материале 110 проб, радиационно-гигиеническая оценка проведена для 4 месторождений.

Аналитические работы выполнены в лабораториях ЦНИИГеолнатур и на кафедре полезных ископаемых и разведочного дела геологического факультета КГУ. Анализ и статистическая обработка полученных данных, изучение минерального состава песков и определение морфометрической характеристики кварцевых зерен (коэффициентов сферичности и округленности) проводились непосредственно автором.

Методика исследований. Решение задач по изучению неоген-четвертичных отложений и получению литолого-минералогической характеристики кварцевых песков в свете современных требований к исследованию качества сырья потребовало комплексного методического подхода, объединяющего стандартные геологические полевые исследования, традиционные методы изучения песков (гранулометрический, минералогический, химический), ряд тонких методов исследования (рентгенофазовый, спектральный анализы) и нетрадиционные методические подходы – изучение гранулометрии песков с помощью дробного гранулометрического анализа, типоморфных особенностей кварцевой составляющей песков методом электронного парамагнитного резонанса, морфометрический анализ кварцевых песков, в т.ч. с использованием растровой электронной микроскопии. В основе построения методической схемы изучения неоген-четвертичных отложений Предволжья Татарстана лежит анализ работ исследователей по закономерностям размещения аллювиальных свит и формирования их гранулометрического и минерального состава, по различным разделам геологии Среднего Поволжья и Прикамья. Это работы Д.В.Наливкина (1933), Е.В.Шанцера (1951), Н.М.Страхова (1960, 1962, 1963), Б.С.Лулева (1967), А.И.Москвитина (1958,1976), М.А.Великанова (1958), В.Г.Изотова (1974), Г.В.Обедиентовой (1975, 1977), Н.И.Маккавеева и Р.С.Чалова (1986), Б.М.Осовецкого (1993), Е.И.Тихвинской (1939), В.А.Полянина (1957 1964, 1974), А.П.Дедкова (1961, 1970, 1971, 1973, 1977), О.Н.Малышевой (1971, 1973, 1977), У.Г.Дистанова (1971), А.Г.Низамутдинова (1964), Т.А.Кузнецовой (1964), Г.И.Горецкого

(1964, 1966), С.И.Романовского (1977), В.И.Стурмана (1983, 1985), Г.П.Бутакова (1986, 1998), В.В.Мозжерина (2003) и ряда других исследователей. При проведении полевых работ, лабораторных исследований, математической обработки данных автор руководствовалась методиками и методическими рекомендациями, изложенными в работах А.К.Митропольского (1957), Л.Б.Ботвинкиной (1965), В.Б.Татарского (1965), Э.И.Кутырева (1968), Л.Б.Рухина (1969), В.Н.Шванова (1969, 1998), В.Г.Изотова (1974), Н.Н.Верзилина (1979), Н.Н.Верзилина и Н.С.Окновой (1983), Д.И.Карстенс и Л.К.Медведевой (1993). Максимально применялась фотодокументация. Изучение вещественного состава песков методом электронного парамагнитного резонанса, с помощью силикатного, рентгенофазового, спектрального аналитических методов проводилось по стандартным методикам, применяющимся в ЦНИИГеолнеруд и КГУ.

Научная новизна. На территории Средней Волги впервые выделена Волжско-Свияжская неоген-четвертичная терригенно-минералогическая провинция с общим комплексом легких и тяжелых минералов. Впервые проведена литофациальная типизация кварцевых песков этой провинции и детально изучены особенности их строения и вещественного состава. Определены основные источники сноса кварцевого обломочного материала и уточнены направления течения палеорек. Установлены закономерности изменения гранулометрических спектров песков в вертикальном разрезе русловой фации аллювия гумидного климата и аллювия перигляциальной зоны оледенений. Получена сравнительная морфометрическая характеристика неоген-четвертичных кварцевых песков региона по степени сферичности и округленности кварцевых зерен, изучены взаимозависимости между сферичностью и окатанностью обломочных частиц. Выявлена возможность использования метода электронного парамагнитного резонанса для стратиграфической корреляции неоген-четвертичных отложений, выявления источников и направлений сноса обломочного материала и установления генезиса песков по характеристике кварцевой составляющей осадка.

Практическая ценность. Установлена перспективность неоген-четвертичных отложений Волжско-Свияжской терригенно-минералогической провинции на кварцевые пески, что позволяет расширить сырьевую базу кварцевых песков на территории РТ и сформировать ее в юго-западных районах республики, где последняя отсутствует. Определены области возможного применения кварцевых песков и получены характеристики их обогатимости для основных лито-фациальных типов. Выявленные закономерности изменения гранулометрического состава песков в разрезе аллювия позволяют вести более рациональную и селективную отработку месторождений.

Защищаемые положения.

1. Закономерности размещения высококачественных кварцевых песков на территории Предволжья Татарстана определяются комплексом геодинамических, палеогеографических и палеоклиматических факторов, специфически проявленных в пределах изучаемого региона.
2. Выделяются пять литофациальных типов кварцевых песков, различающихся структурно-текстурными особенностями, определенными закономерностями формирования гранулометрического состава, морфологией зерен, набором типоморфных минеральных ассоциаций тяжелой фракции и другими характеристиками.
3. Литолого-минералогические особенности кварцевых песков позволяют выделить Волжско-Свияжскую неоген-четвертичную терригенно-минералогическую провинцию, обладающую зональными изменениями минерального состава кварцевых песков, обусловленными палеогеографическими закономерностями развития региона, размещением и составом питающих провинций.
4. Литофациальная характеристика кварцевых песков определяет их технологические показатели качества и области промышленного применения (стекольное, формовочное производства, получение силикатных изделий и др.).

Апробация и реализация результатов работы. Основные теоретические положения, результаты исследований, выводы и практические рекомендации докладывались на Вторых Академических чтениях РААСН "Современные проблемы строительного материаловедения" в г.Казани (1996), Международной конференции "Закономерности эволюции земной коры" в г.Санкт-Петербурге (1996), II региональном совещании "Проблемы геологии Поволжья", Международной конференции "Спектроскопия, рентгенография и кристаллохимия минералов" в г. Казани (1997), Международной конференции "Проблемы осадочной геологии" в Санкт-Петербурге (1998), Третьем Уральском литологическом совещании "Закономерности строения осадочных толщ" в г.Екатеринбурге (1998), Юбилейной конференции "Геология и современность" в г.Казани (1999), а также регулярно обсуждались на итоговых научных конференциях КГУ. Результаты исследований были использованы автором при разведке месторождения стекольных и формовочных песков Остров Золотой, при проектировании и производстве прогнозных работ на легкообогатимые стекольные пески в юго-западных районах Республики Татарстан и поисково-оценочных работ в Тетюшском и Буинском районах РТ, в результате которых выявлены и разведаны Буинское, Киятское и Усть-Кильненское месторождения кварцевых и строительных песков. Основные

результаты научных исследований отражены в 13 печатных работах и 4 производственных отчетах ЦНИИгеолнеруд.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из Введения, 5 глав и Заключения. Она содержит 142 страницы текста, 81 рисунок и 29 таблиц. Список литературы включает 124 наименования.

Автор благодарит за ценные советы и консультации, полученные в процессе работы над диссертацией, д.г.-м.н. Н.Н.Ведерникова, д.г.-м.н. Е.М.Аксенова, д.г.-м.н. А.И.Шевелева, д.г.-м.н. В.В.Кулинича, к.г.-м.н. Г.Н.Бирюлева, к.г.-м.н. А.В.Шишкина.

При проведении исследований и лабораторно-технологических испытаний неоценимую помощь оказали к.г.-м.н. В.П.Лузин, к.г.-м.н. Л.М.Ситдикова, к.г.-м.н. В.П.Морозов, д.ф.-м.н. В.Ф.Крутиков, к.г.-м.н. В.В.Власов, к.х.н. Б.В.Кудрявцев, к.т.н. Р.А.Хасанов, зав.лаб. Р.А.Хайдаров, вед.инж. Л.П.Лузина и сотрудники лабораторий, где проводились многочисленные анализы. Всем им автор искренне признательна.

За помощь в оформлении работы и компьютерном исполнении графики автор выражает особую благодарность И.П.Егоровой, Н.Г.Васильеву, О.Г.Столовой и Т.Р.Тумановой.

Автор приносит глубокую благодарность за постоянную помощь и поддержку научному руководителю к.г.-м.н. В.Г.Изотову.

ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

Положение 1. Закономерности размещения высококачественных кварцевых песков на территории Предволжья Татарстана определяются комплексом геодинамических, палеогеографических и палеоклиматических факторов, специфически проявленных в пределах изучаемого региона.

В тектоническом отношении рассматриваемая территория расположена в центральной части Волго-Камской антеклизы Русской платформы и в неоген-четвертичное время представляла собой сушу, средне- и слаборасчлененную речными системами. Проведенный автором анализ особенностей палеогеографических условий неоген-четвертичного времени показал, что основными факторами накопления здесь отложений кварцевых песков являются климатический, гидродинамический, эоловый, размещение и состав питающих провинций при ведущей роли неотектонических движений.

Неотектоническое развитие Предволжья в течение неоген-четвертичного времени было довольно сложным и специфичным: территория испытывала неоднократные поднятия и опускания. Максимальное ее поднятие после отступления морской трансгрессии палеоцен-эоцена, занимавшей южную часть

рассматриваемой территории, приходится на конец миоцена - начало плиоцена. Поднятие привело к формированию денудационных равнин, развитию интенсивных эрозионных процессов и заложению глубоких речных врезов. Среди отложений, уничтоженных эрозией, находились осадки мела, юры и палеогена. Речной сток палео-Свияги шел в субмеридиональном направлении на север. Это определялось наличием меридиональной зоны погружения, развившейся на основе палеозойско-мезозойского Восточного (Волжского) прогиба с субмеридиональным простиранием границ основных структурных элементов территории и тектонических элементов II и III порядка – валов, террас и прогибов.

К началу акчагыльского века происходит замедление общего поднятия рассматриваемой территории и начинается ее опускание, продолжающееся в течение всего акчагыльского века и достигающее максимума в его конце, что сопровождается усилением процесса аккумуляции и накоплением пресноводных аллювиально-озерных отложений преимущественно в глубоких раннеплиоценовых долинах палео-Свияги и ее притоков. В начале позднеакчагыльского времени намечается преобладание медленных движений положительного знака продолжающихся до раннего эоплейстоцена. Вследствие этих движений, а также понижения уровня Каспийского бассейна, формируются новые - эоплейстоценовые - врезы и происходит аккумуляция аллювиальных отложений.

В четвертичное время выделяются два тектонических цикла, начинающихся подъемом территории - в раннем неоплейстоцене и в голоцене. Эти циклы установлены как для долины р.Свияги, так и для долины р.Волги.

В раннем неоплейстоцене тектонические движения положительного знака послужили развитию глубоких эрозионных врезов, выполненных аллювиальными отложениями венедской свиты, которые располагаются на самых низких абсолютных отметках среди осадков четвертичного времени.

Вслед за подъемом начинается постепенное опускание территории, продолжающееся в течение среднего и первой половины позднего неоплейстоцена. Отложения венедской свиты перекрываются лихвинским аллювием. Несколько выше располагаются врезы палеорек Волги и Свияги верхнего звена среднего неоплейстоцена и нижнего звена позднего неоплейстоцена. Своеобразие осадконакопления в цикле ледниковье-межледниковье не позволяет на современном этапе исследований с достаточной убедительностью выявить влияние тектонического режима на формирование аллювиальных отложений повышенной мощности, сформировавшихся в перигляциальной зоне и перекрывших аллювиальные свиты межледниковий. Возможно, в течение неоплейстоцена происходило циклическое воздымание и опускание территории с общим результирующим медленным погружением.

В конце позднего неоплейстоцена начинается новый этап медленного подъема, продолжающийся до настоящего времени. Особенности современного тектонического режима обуславливают появление в конце позднего неоплейстоцена и в голоцене неглубоких равнинных эрозионных врезов и формирование морфологически выраженных террас вложенного характера.

Климатические условия в неоген-четвертичное время были разными. Для неогена был характерен гумидный климат в различных его вариациях. В эоплейстоцене он сменился значительно более сухим его аналогом. В неоплейстоцене климат неоднократно менялся вследствие периодического наступления оледенений и сменявших их межледниковий. В ледниковые периоды устанавливался специфический холодный климат перигляциальной зоны, в межледниковья - он изменялся до теплого гумидного.

Гидродинамические условия рек Предволжья из-за резких колебаний климата, неотектонических движений разного знака и эвстатических колебаний уровня Каспийского бассейна периодически значительно изменялись. В гумидном климате в долинах рек формировались аллювиальные свиты с типичным для него строением: в подошве свиты обычно залегает наиболее грубозернистый, гравийно-галечный материал, выше – средне- и мелкозернистые пески русловой фации, которые перекрываются суглинками и глинами пойменных отложений. В холодном климате перигляциальной зоны при вечной мерзлоте преобладание механического выветривания над химическим влекло за собой поступление в реки большого объема денудированных пород, вследствие чего развивались мелкие и широкие многорукавные русла, перегруженные обломочным материалом. Паводочный режим был выражен слабо. Эти условия приводили к формированию специфического перигляциального аллювия, имеющего значительные отличия от аллювия гумидного климата: в нем отсутствуют базальный грубообломочный горизонт и пойменные отложения, а пески слагают центральную часть долин и развиты по всей толще аллювия.

В холодном и сухом климате перигляциальных зон заметную роль играл *эоловый* фактор, вследствие чего формировались залежи эоловых песков за счет разрушения и переветривания верхних слоев перигляциального аллювия.

Проведенный автором анализ *палеогеографических* данных показал, что источниками сноса кварцевого обломочного материала на территорию Волжско-Свияжской провинции в неоген-четвертичное время послужили: с востока - породы западного склона Уральских гор (переотложенные на территорию исследований в позднепермское время), с севера и запада – породы северо-западных районов Русской платформы (Балтийской питающей провинции), активизированные ледниковой деятельностью, с юга - отложения морских песков батского яруса средней юры и, в особенности, морских пес-

ков палеоцена Ульяновско-Саратовской синеклизы, что подтверждается результатами изучения минерального состава песков, тонкодисперсной и крупнообломочной их составляющих, выявленной минералогической зональностью рассматриваемой территории.

На основании проведенного комплекса исследований геодинамических, палеогеографических, климатических условий автором установлено, что *размещение* кварцевых песков на территории Предволжья вследствие воздействия указанных выше факторов связано с неоген-четвертичными комплексами пород, слагающими плиоценовую, эоплейстоценовую и неоплейстоценовую долины рек Волги, Свияги и ее притоков, а также с золовыми отложениями верхнего неоплейстоцена. Выделены следующие перспективные на кварцевые пески комплексы: а) аллювиальные и аллювиально-озерные отложения акчагыльского яруса верхнего плиоцена; б) аллювиальные отложения эоплейстоцена; в) аллювиальные отложения среднего и верхнего неоплейстоцена (перигляциальной зоны); г) аллювиальные отложения верхнего неоплейстоцена и голоцена (гумидного климата); д) золовые и озерно-золовые отложения верхнего неоплейстоцена. Отложения остальных комплексов, в составе которых присутствуют кварцевые пески, являются либо значительно размывтыми, либо перекрыты мощной толщей более молодых образований.

Положение 2. Выделяются пять литофациальных типов кварцевых песков, различающихся структурно-текстурными особенностями, определенными закономерностями формирования гранулометрического состава, морфологией зерен, набором типоморфных минеральных ассоциаций тяжелой фракции и другими характеристиками.

По условиям формирования в неоген-четвертичных отложениях Предволжья автором выделяются следующие основные литофациальные типы кварцевых песков: а) аллювиальные кварцевые пески русловой фации гумидного климата верхнего неоплейстоцена и голоцена; б) аллювиальные кварцевые пески русловой фации гумидного климата плиоцен-эоплейстоцена; в) аллювиальные кварцевые пески перигляциальной зоны среднего и верхнего неоплейстоцена; г) золовые и озерно-золовые кварцевые пески перигляциальной зоны верхнего неоплейстоцена; д) аллювиально-озерные кварцевые пески плиоцен-эоплейстоцена. Основные критерии выделения литофациальных типов, отражающие гидродинамические и палеогеографические характеристики среды осадконакопления, приведены в табл.1.

Аллювиальные кварцевые пески русловой фации гумидного климата верхнего неоплейстоцена и голоцена образуют пластообразные залежи и слагаются светло-серыми и серыми мелко- и среднезернистыми слабоглинистыми песками с косой и субгоризонтальной слоистостью. В среднезерни-

стых песках присутствуют крупнообломочные включения пород и ракуши. Мощность отложений составляет от 6-8 м в среднем течении Свияги до 14-20 м на Волге.

Изучение *гранулометрического состава аллювиальных кварцевых песков гумидного климата* показало, что в вертикальном разрезе отложений наблюдается его постепенное и закономерное изменение: снизу вверх по разрезу полимодальные кривые нижнего горизонта постепенно сменяются одномодальными кривыми верхнего горизонта с модой в интервале обычно 0,16 – 0,2 мм. Асимметрия кривых снизу вверх по разрезу смещается в сторону мелких фракций. Эксцесс постепенно возрастает: в нижней части разреза он обычно не достигает эксцесса логнормальной кривой (3), в верхней части разреза - значительно превышает это значение (до 4, 37). Коэффициент разброса фракций (стандартное отклонение) вверх по разрезу уменьшается, что свидетельствует об улучшении сортировки песков. По всему разрезу фиксируются глубокие дефициты обломочных частиц (I порядка по Б.М.Осовецкому, 1993) в интервалах 0,8-1,0 мм и 0,1-0,05 мм, разграничивающие псефитовую, псаммитовую и алевритовую части осадка. Средняя кривая гранулометрического состава нижней части разреза с достаточной точностью аппроксимируется кривой Пирсона IV типа, средней части – IV и VII типов, верхней части разреза – кривой VII типа (распределение Стьюдента).

По *минеральному составу* пески - субмономинерально-кварцевые (96,5-97,2%) с содержанием полевых шпатов в пределах 0,3-1,0%, карбонатных пород – до 1,5%, опоки - до 1,0%, а также глауконита и кремня. Тяжелая фракция песков составляет 0,15-0,28%. Ведущими минералами являются рудные (18,3-38,4%) и ставролит (14,6-18,3%). К условно ведущим относятся кианит (8,1-13,2%) и силлиманит (3,4-12,1%). Довольно равномерно распределяются проценты между устойчивыми минералами – гранатом (4,8-11,8%), цирконом (3,9-9,3%), рутилом (1,6-6,5%) и турмалином (3,5-7,6%). Содержание эпидотоизита, амфиболов и других минералов незначительно. Содержание глинистой фракции не превышает первых процентов, преобладают смешаннослойные минералы состава слюда-сметит с переменным соотношением разбухающих и слюдяных слоев с примесью хлорита, слюды, иногда каолинита.

Аллювиальные кварцевые пески русловой фации гумидного климата плиоцен-эоплейстоцена образуют пластообразные залежи и слагаются преимущественно белыми, светло-серыми, светло-бежевыми кварцевыми песками с косослоистой текстурой, переходящей вверх по разрезу в субгоризонтально-слоистую. Субгоризонтально-слоистая текстура и косо-слоистые серии мощностью 0,2-0,3 м образованы мелкозернистыми песками, серии мощностью 0,5-0,6 м - среднезернистыми. В песках русловой фации отмечаются линзы и прослои голубовато-серых и серых глин мощностью до 0,2 м, гра-

вийно-галечные включения редки. Базальный горизонт мощностью 0,2-0,3 м сложен разнозернистыми кварцевыми песками с серой глиной, бело-желтыми окатышами и лепешками опок размером до 2-3 см.

Закономерности изменения *гранулометрического состава* песков в вертикальном разрезе отложений аналогичны вышеописанному литофациальному типу русловых песков гумидного климата.

По *минеральному составу* пески - субмономинерально-кварцевые (96,6-98,0%) с незначительной примесью полевых шпатов (0,5-0,8%), карбонатных пород (0,5-0,8%), кремня и глауконита. В заметном количестве присутствуют бело-серые, бурые выветрелые обломки опок (до 1,3%) с включениями глауконитовых и кварцевых зерен. Содержание тяжелой фракции - 0,11-0,25%. Ведущими минералами являются рудные и ставролит, составляющие соответственно 17,6-33,9% и 17,6-22,8%. К условно ведущим отнесены кианит (6,6-11,3%), силлиманит (9,3-11,5%) и группа устойчивых минералов (гранат, турмалин, циркон, рутил) с общим содержанием 20,3-28,3%. Эпидот-цоизит, амфиболы и пироксены, титанит (сфен), андалузит, апатит и другие наблюдаются редко. Глинистая фракция (содержание - первые проценты) представлена смешанно-слоистыми минералами состава слюда-сметит (около 80%) с примесью слюды, хлорита и в южной части территории – каолинита.

Аллювиальные кварцевые пески перигляциальной зоны среднего и верхнего неоплейстоцена образуют пластообразные и в целом однородные по строению залежи в осевой части долин, сменяющиеся в направлении к береговому склону супесью и суглинками. Разрез сложен обычно светлыми желтовато-серыми мелко- и среднезернистыми слабоглинистыми и глинистыми песками с тонкой горизонтальной слоистостью, с редкими тонкими прослоями крупнозернистых песков, часто обохренных. В средней части ряда обнажений отмечается прослой коричневатых супесей и суглинков мощностью от 0,15 до 1,0 м.

Гранулометрический состав песков в вертикальном разрезе отложений испытывает ритмические колебания от средней зернистости (размер зерна - 0,3-0,32мм) до мелкой зернистости (0,24-0,25мм). Так, на Киятском месторождении установлено 3 ритма мощностью около 5 м каждый. По форме преобладают двумодальные пологие кривые, иногда – одномодальные пологие. Все они имеют низкий эксцесс (2,7-2,9) - ниже логнормальной кривой, и высокий коэффициент разброса фракций (0,148-0,227), который указывает на слабую степень сортировки. В интервалах 0,8-1,0мм и 0,1-0,05мм наблюдается глубокий дефицит обломочных частиц. Гранулометрические кривые в большинстве своем аппроксимируются кривыми Пирсона I типа.

По *минеральному составу* пески - субмономинерально-кварцевые (94,6-98,1%) с незначительной примесью полевых шпатов (0,9-2,0%), обломков

кремня, опоки и зерен глауконита (в сумме - до 1,5%). Особенностью минерального состава аллювиальных песков перигляциальной зоны является заметное увеличение в сравнении с другими литофациальными типами содержания карбонатной составляющей до 2,0%, возрастающее в северном направлении. Тяжелая фракция песков составляет 0,13-0,26%. Ведущими минералами являются рудные (24,5% - 47,7%) и ставролит (14% - 27,7%). Остальные отмечаются в меньших количествах: кианит и силлиманит - 11,1-19,7%, эпидот-цоизит - 1,2-5,5%. Общее содержание устойчивых минералов - циркона, рутила, турмалина и граната - довольно постоянно (17,5-23,8%). Амфиболы, пироксены, апатит, слюды (мусковит, биотит), хромшпинель отмечаются в незначительных количествах и единичных зернах. Содержание глинистой фракции в перигляциальных песках наиболее высокое, составляет в среднем 3-5% и увеличивается в северном направлении, к устью Свияги. Представлена она смешанно-слоистыми минералами состава слюда-сметтит с содержанием 30-50% слюдяных слоев, с примесью гидрослюды, хлорита, в южной части территории - с каолинитом и опал-кристобалитовой фазой.

Золотые и озерно-золотые кварцевые пески перигляциальной зоны верхнего неоплейстоцена формируют залежи характерного геологического строения, связанного со степенью воздействия водного и золотого факторов осадконакопления, а также с составом местных разрушающихся пород. Залегают пески преимущественно на перигляциальных отложениях 2,3 и 4 надпойменных террас, на западе территории - распространены далеко за пределами долин. Залежи имеют плаще-, пласто- и дюнообразные формы залегания. Подошва обычно выполняет неровности рельефа подстилающих пород, поэтому мощность колеблется от 2-5 до 20м. Кварцевые пески обычно светло-бежевые, до белых, мелкозернистые, слабглинистые с монотонной и субгоризонтально-слоистой текстурой, которая образована переслаиванием светлых кварцевых песков мощностью от 5-7 до 10-15 см с коричневыми глинистыми песками и супесями мощностью до 5-7см. Крупнообломочный материал отсутствует.

Гранулометрические спектры песков представлены одномодальными кривыми с модой обычно в интервале 0,16-0,2мм. Они характеризуются весомой положительной асимметрией (0,17-0,84), довольно высоким эксцессом (3,36) выше логнормальной кривой, при средних значениях коэффициента разброса фракций (0,135-0,162). В интервале 0,8-1,0 и 0,1-0,05мм устанавливается глубокий дефицит обломочных частиц. Большинство гранулометрических спектров аппроксимируются кривыми Пирсона I (VII) типов.

По *минеральному составу* пески - субмономинерально-кварцевые (92,2-97,6%) с примесью полевых шпатов в пределах 1,1-4,2%. Отмечаются единичные зерна глауконита, опоки и кремня. Содержание тяжелой фракции со-

ставляет от 0,2% (У.Г.Дистанов, 1971) до 0,59%. Ведущими минералами являются рудные (до 45%), ставролит (11-13%), а также силлиманит и кианит, на которые приходится примерно по 10%. К второстепенным отнесены устойчивые минералы (гранат, турмалин, циркон, рутил) и эпидот-цоизит. В незначительном количестве и в единичных зернах присутствуют амфиболы, пироксены, апатит, бесцветная шпинель. Содержание глинистой фракции - не более 1-2%, представлена она смешанно-слойнными минералами состава слюда-сметтит с примесью гидрослюды, слюды, хлорита, иногда - каолинита.

Аллювиально-озерные кварцевые пески плиоцен-эоплейстоцена образуют залежи пластообразной формы и слагаются желтоватыми, почти белыми мелкозернистыми песками с тонкой горизонтальной слоистостью. Крупнообломочные включения пород и органического детрита в песках отсутствуют. Вскрытая мощность отложений превышает 6 м.

Гранулометрические спектры песков характеризуются узкими одномодальными кривыми с модой в интервале 0,16-0,2мм. Кривые практически симметричные (асимметрия - -0,012 - +0,156) и обладают высоким эксцессом (3,93-4,19) при низких значениях коэффициента разброса фракций (0,092-0,105), т.е. пески имеют высокую степень сортировки.

По *минеральному составу* пески – субмономинерально-кварцевые (97-%) с примесью полевых шпатов около 2%. Содержание зерен глауконита – до 0,2%, опоки – 0,4%, карбонатные включения отсутствуют. Содержание тяжелой фракции – 0,13%. К ведущим минералам отнесены рудные (до 35,5%), циркон (11,2%), силлиманит (10,3%), кианит (9,6%), ставролит (7,2%). Второстепенными являются гранат, турмалин, рутил и эпидот-цоизит. Встречаются зерна амфиболов, апатита. Содержание глинистой фракции – до 1-3%.

Изучение кварцевой составляющей песков методом ЭПР

Проведено изучение типоморфных особенностей кварца песков всех литофациальных типов по содержанию природно-активированных дефектов: E' - центров, Al^{3+} - центров и Ti^{3+} - центров. Анализ полученных данных показал, что ЭПР-характеристика кварца довольно постоянна в пределах одного литофациального типа и может служить его индикатором. Средние значения для озерно-аллювиальных и аллювиальных песков плиоцен-эоплейстоцена составляют E' - центров – 1,27, Al^{3+} - центров – 4,2, Ti^{3+} - центров – 0,23; для аллювиальных песков перигляциальной зоны среднего и верхнего неоплейстоцена - E' - центров – 3,3, Al^{3+} - центров – 3,1; эоловых и озерно-эоловых песков верхнего неоплейстоцена - E' - центров – 3,8, Al^{3+} - центров – 2,7; аллювиальных кварцевых песков верхнего неоплейстоцена и голоцена - E' - центров – 3,5, Al^{3+} - центров – 2,8. Общее количество природно-активированных центров медленно возрастает в неоген-четвертичных отложениях от древних к более молодым породам, при этом количество E' - центров увеличивается, а количе-

ство Al^{3+} - центров и Ti^{3+} - центров уменьшается. На границе эоплейстоцена и неоплейстоцена наблюдается довольно резкое увеличение количества E' - центров. В то же время, количество Ti^{3+} - центров в неоплейстоценовых отложениях территории не определяется.

Морфометрическая характеристика кварцевых песков

Изучение морфологии кварцевых зерен комплексом морфометрических методов, включая РЭМ-микроскопию, свидетельствует, что сферичность и окатанность кварцевых песков всех литофациальных типов близка между собой. Коэффициенты сферичности варьируют в пределах 0,682-0,686, коэффициенты округленности – 0,590-0,657. Пески всех типов имеют хорошую степень окатанности, несколько выше, чем окатанность морских песков палеогена (0,586) и такую же сферичность (0,683). Окатанность медленно растет от древних к более молодым породам. Сравнение сферичности и окатанности кварцевых песков с полимиктовыми песками пермского возраста, развитыми в пределах рассматриваемой территории (коэффициент сферичности – 0,656, коэффициент округленности – 0,449) показывает, что они имели незначительное влияние на формирование состава кварцевых песков. По данным растровой электронной микроскопии структура поверхности кварцевых зерен обычно сглаженно-бугристая. Часто наблюдаются следы разъедания с образованием кавернозной, канальцевой, скорлуповатой структур. Сколовые поверхности с раковистым, раковисто-блоковым изломом встречаются довольно редко. В целом, близость морфометрических характеристик изученных песков с песками палеогена свидетельствует о последних как основном источнике сноса.

Положение 3. Литолого-минералогические особенности кварцевых песков позволяют выделить Волжско-Свияжскую неоген-четвертичную терригенно-минералогическую провинцию, обладающую зональными изменениями минерального состава кварцевых песков, обусловленными палеогеографическими закономерностями развития региона, размещением и составом питающих провинций.

Анализ литолого-минералогических особенностей кварцевых песков показывает, что пески всех типов являются высококварцевыми (до 98%) с незначительным содержанием полевых шпатов - обычно не более 2%, обломков карбонатных пород и опок - не более 2-2,5%, кремня, зерен глауконита и минералов тяжелой фракции - не более десятых долей процента.

По минеральному составу тяжелой фракции кварцевые пески всех литофациальных типов близки друг другу. Ведущими минералами являются рудные, составляющие 28-43% всей фракции, ставролит (11-20%), силлиманит и дистен (11-19%). Наблюдается повышенное содержание рудных в песках перигляциальной зоны. Количество минералов устойчивой группы (граната,

циркона, рутила, турмалина) в песках приблизительно одинаково (20-23%). Содержание эпидота, амфиболов и пироксенов – незначительно и находится в пределах первых процентов.

В то же время, пески Уральского сноса (переотложенные на территорию исследований в позднепермское время) имеют полимиктовый состав. В ассоциации тяжелых минералов преобладает эпидот-цоизит. Северо-западный снос представлен значительно более чистыми кварцевыми песками Волжской аллювиальной провинции с невысоким содержанием кремня и полевого шпата. В тяжелой фракции преобладают черные рудные и эпидот-цоизит. Морские пески батского яруса часто имеют полевошпат-кварцевый состав, значительное количество эпидот-цоизита и низкое – силлиманита. Морские кварцевые пески палеоцена обладают минимальным количеством примесей. В тяжелой фракции ведущая роль принадлежит рудным, дистену, силлиманиту и ставролиту, содержание эпидот-цоизита - незначительно. Кварцевые пески этой провинции имеют наиболее высокое качество.

Сопоставление минерального состава кварцевых песков Предволжья и пород питающих провинций, приведенных выше, показывает, что минеральный состав легкой и тяжелой фракций песков всех литофациальных типов наиболее близок к составу палеогеновых кварцевых песков Ульяновско-Саратовской синеклизы (рис.1).

Таким образом, особенности геологического развития Предволжья позволили выделить на его территории Волжско-Свияжскую неоген-четвертичную терригенно-минералогическую провинцию с общим комплексом легких и тяжелых минералов. Размещение и состав источников сноса повлияли на образование в кварцевых песках минералогической зональности, что отражено на рис.1.

Южная минералогическая площадь (бассейн среднего течения р.Свияги) характеризуется относительно более высоким содержанием кварца и пониженным полевыми шпатов. Содержание карбонатных включений низкое, содержание обломков палеогеновых опок и зерен глауконита повышенное. Общее содержание тяжелой фракции пониженное.

Западная минералогическая площадь (бассейны рек Карлы, Булы и Кубни), где широко развиты золотые пески, характеризуется средним содержанием кварца и несколько повышенным полевыми шпатов. Содержание обломков карбонатных пород, опок и зерен глауконита наиболее низкое.

Северная минералогическая площадь (бассейн нижнего течения р.Свияги) характеризуется относительно пониженным содержанием кварца и повышенным полевыми шпатов. Повышено количество частиц карбонатных пород за счет разрушения пермских отложений, широко развитых на рассматриваемой территории, и снижено до полного отсутствия содержание опоки и глаукони-

та в связи с постепенным их истиранием и измельчением в процессе переотложения и перемещения осадка с юга на север. Содержание тяжелой фракции несколько увеличивается, в ней немного возрастает роль эпидот-цоизита, пироксенов и амфиболов за счет сноса из пермских отложений, а в устье Свияги – за счет участия обломочного материала Волжской терригенно-минералогической провинции.

Положение 4. Литофациальная характеристика кварцевых песков определяет их технологические показатели качества и области промышленного применения (стекольное, формовочное производства, получение силикатных изделий и т.п.).

Изучение песков комплексом методов обогащения (фракционирование, оттирка, магнитная сепарация) в качестве *стекольного сырья* показало, что обогащение аллювиальных и аллювиально-озерных кварцевых песков плиоцен-эоплейстоцена, аллювиальных кварцевых песков верхнего неоплейстоцена и голоцена и эоловых и озерно-эоловых кварцевых песков верхнего неоплейстоцена позволяет получить кварцевый концентрат, соответствующий маркам Б-100-1, Б-100-2, Б-150-1, Б-150-2, С-070-1 и С-070-2 по ГОСТ 22551-87, которые применяются для производства оконного и технического стекла, стеклопрофилита, стеклоблоков, стекловолокна для электротехники, стекловолокна строительного и других изделий.

Изучение кварцевых песков верхнего неоплейстоцена на примере месторождения О.Золотой в качестве *формовочного сырья* показало, что в природном виде мелкозернистые кварцевые пески соответствуют марке $4K_4O_1016$, среднезернистые - марке $5K_4O_102$ по ГОСТ 2138-91.

В соответствии с ГОСТом, природные мелкозернистые пески месторождения могут использоваться в чугунно-литейном производстве (сырая формовка с добавлением глины, масса отливок до 200 и 2000кг), для стального литья (сырая и сухая формовка, масса отливок до 500кг), при литье чугунных и стальных стержней 1,2 и 3 классов, медных, алюминиевых и магниевых сплавов.

Природные среднезернистые пески могут применяться для чугунного литья (сырая формовка с добавлением глины, масса отливок до 2000кг, сухая формовка с добавлением глины, масса отливок выше 1000кг), стального литья (сырая формовка, масса отливок 100-500кг, сухая формовка), чугунного литья для стержней 4 и 5 классов, стального литья для стержней 4 и 5 классов, для литья медных сплавов.

Изучение кварцевых песков в качестве *сырья для производства силикатных изделий автоклавного твердения* лабораторно-технологическими испытаниями пробы песков Киятского месторождения с изготовлением лабораторных образцов-балочек показали, что с учетом пересчета прочностных ха-

ра характеристик образцов на характеристики стандартных изделий, пески месторождения пригодны для получения силикатного кирпича марки 125-150 по ГОСТ 379-95 "Кирпич и камни силикатные. ТУ". Изучение пригодности песков Киятского месторождения в качестве заполнителя бетонных и штукатурно-кладочных растворов по ГОСТ 8735-75 показало их пригодность для этого вида работ.

Заключение

1. В результате литолого-минералогического изучения кварцевых песков в пределах территории исследований выделена Волжско-Свияжская неоген-четвертичная терригенно-минералогическая провинция с общим комплексом минералов легкой и тяжелой фракций. Специфика ее формирования определяется особенностями сочетания неотектонического, палеоклиматического, гидродинамического, эолового факторов и состава питающих провинций. Кварцевые пески приурочены к аллювиальным комплексам, слагающим плиоценовую, эоплейстоценовую и неоплейстоцен-голоценовую долины рек Волги, Свияги и ее притоков, а также связаны с эоловыми отложениями верхнего неоплейстоцена. Вследствие особенностей развития региона отложения ряда комплексов значительно размывы или перекрыты мощной толщей более молодых образований. Поверхностное залегание имеют аллювиальные и аллювиально-озерные отложения акчагыльского яруса верхнего плиоцена; аллювиальные отложения эоплейстоцена, среднего и верхнего неоплейстоцена (перигляциальной зоны), верхнего неоплейстоцена и голоцена (гумидного климата); эоловые и озерно-эоловые отложения верхнего неоплейстоцена.

2. На геологическое строение залежей кварцевых песков, их текстурно-структурные характеристики основное влияние оказали два ведущих типа климатических условий региона - гумидные и перигляциальные.

Выявлено, что в зерновом составе песков всех литофациальных типов присутствуют дефициты обломочных частиц в граничных интервалах между псефитовой, псаммитовой и алевритовой частями осадка - обычно в интервалах 0,8 –1,0мм и 0,1-0,63мм, что связано с гидродинамическим режимом потоков и физико-механическими свойствами переносимого материала.

Установлено, что в вертикальном разрезе русловой фации аллювия гумидного климата распределение обломочных частиц меняется снизу вверх по разрезу постепенно и закономерно от снижения полимодальности через асимметрию к логнормальности и крутовершинности эмпирических спектров. Полимодальные гранулометрические спектры характерны для средне- и мелкозернистых песков с косо́й слоистостью, одномодальные – преимущественно для мелкозернистых песков с мелкой косо́й, суб- и горизонтальной слоистостью. Выявлено улучшение гранулометрической отсортированности аллювиального осадка вверх по разрезу отложений. Все это позволяет сделать

вывод, что основной причиной гранулометрической дифференциации осадка русловой фации аллювия гумидного климата на равнинах является эволюция гидродинамического режима потока, которая выражается в последовательной смене крупно- и разномасштабных турбулентных пульсаций мелкомасштабными.

В вертикальном разрезе горизонтально-слоистого аллювия перигляциальной зоны автором установлено преимущественно бимодальное распределение обломочных частиц в гранулометрическом спектре и впервые выявлена гранулометрическая дифференциация песков повторяющимися ритмами. В основе бимодального распределения частиц лежит своеобразие гидродинамического режима рек в климатических условиях перигляциальной зоны. Ритмичность же строения возможно связана не только с климатическими условиями, влиявшими на формирование аллювия повышенной мощности, но и с опусканием территории в период оледенения.

3. Комплексное воздействие факторов осадконакопления привело к естественному обогащению песков, следствием чего является их чисто кварцевый состав (до 98%) с минимальным содержанием полевого шпата и других примесей. Влияние источников сноса и условий формирования сказалось на локальной минералогической дифференциации песков в пределах провинции: в южной ее части (бассейне среднего течения р.Свияги) – повышенном содержании кварца и примесных опок и глауконита; западной (бассейне рек Карлы, Булы и Кубни) – минимальном содержании глинистой фракции и отсутствии карбонатной; северной (бассейне нижнего течения р.Свияги) – некотором снижении содержания кварца, отсутствии опок и глауконита и увеличении содержания карбонатов. Анализ показывает, что основным источником сноса кварцевого обломочного материала являются палеогеновые отложения Ульяновско-Саратовской синеклизы, развитые южнее и сносимые на территорию Волжско-Свияжской провинции через бассейны рр. Суры и Свияги. В то же время, влияние полимиктовых песков пермского возраста и полевошпат-кварцевых песков средней юры в неоген-четвертичное время было незначительным в силу, видимо, слабой их распространенности, а также в связи с особенностями геологического развития региона. Анализ минерального состава песков указывает на отсутствие сноса на территорию провинции обломочного материала ледниковыми водами со стороны севера и северо-запада и показывает, что аллювиальные отложения перигляциальных зон формировались реками северного направления.

4. Исследования сферичности и окатанности неоген-четвертичных кварцевых песков Волжско-Свияжской провинции и сопоставление с пермскими и палеогеновыми песками подтверждают выводы, сделанные на основании ми-

нерального состава: незначительное влияние пермских песков и основное – палеогеновых в качестве источников сноса.

5. Анализ кварцевой составляющей песков методом ЭПР позволил выявить, что ее характеристика по E' -, AL^{3+} - и Ti^{3+} - центрам природной активации довольно постоянна в пределах одного литофациального типа и может служить их индикатором. Установлено однонаправленное изменение этих величин от древних к более молодым породам: количество E' -центров возрастает, AL^{3+} - и Ti^{3+} - центров убывает, общее количество дефектов всех типов – возрастает. Отмечается довольно резкое изменение ЭПР-характеристики кварца в песках на границе эоплейстоцена и неоплейстоцена. Это позволяет в сочетании с другими литологическими методами более точно расчленять разновозрастные немые толщи. Одной из причин различий ЭПР-характеристик кварца песков, по мнению автора, является изменение солнечной активности и количества солнечной радиации, воздействовавших на структуру кварца в процессе переноса кварцевых зерен. Для объяснения механизма этого явления необходимы дальнейшие исследования.

6. Изучение технологических свойств кварцевых песков показало, что кварцевые пески Волжско-Свияжской провинции могут использоваться в стекольной промышленности, формовочном производстве, для получения силикатных изделий автоклавного твердения и в других строительных целях.

Перечень публикаций автора по теме диссертации

1. Бобрикова Е.В. Спектрогранулометрия песков месторождения "Остров Золотой" как основа рекомендаций к их рациональному использованию / В.Г.Изотов // Современные проблемы строительного материаловедения (материалы Международной научно-технич. конференции 23-27 сентября 1996г.) / Казан. гос. архитектур.-строит. академия, Казань, 1996. С.65-67.

2. Бобрикова Е.В. Эволюция литогенеза при формировании месторождений песка и гравия Волжско-Камской провинции / В.Г.Изотов, Г.Н.Бирюлев // Закономерности эволюции земной коры (тезисы Международной конференции 15-18 октября 1996г.) / Санкт-Петербург. гос. ун-т, СПб., 1996. Т.1. С.24.

3. Бурд Г.И. Методика разведки месторождения формовочных и стекольных песков / Г.Н.Бирюлев, Е.В.Бобрикова // Разведка и охрана недр, 1997. №2. С.15-16.

4. Бобрикова Е.В. Основные закономерности размещения песков Волжско-Свияжской гидропровинции и перспективы их промышленного использования // Проблемы геологии твердых полезных ископаемых Поволжского региона (тезисы 2-го регионального совещания "Проблемы геологии Поволжья" 22-24 апреля 1997г.) / ЦНИИгеолнеруд, Казань, 1997. С.105-106.

5. Бирюлев Г.Н. Перспективы выявления строительных песков на Юго-Западе Республики Татарстан / Е.В.Бобрикова // Там же, С.103-104.

6. Бобрикова Е.В. Применение ЭПР-метода в изучении кварцевых песков Волжско-Свияжской гидропровинции // Там же, С.154.

7. Бобрикова Е.В. Типоморфизм кварца из песков Волжско-Свияжской гидропровинции по данным ЭПР-метода / В.Ф.Крутиков // Спектроскопия, рентгенография и кристаллохимия минералов (тезисы Международной конференции 30 сентября - 2 октября 1997г.). Казан. гос. ун-т, Казань, 1997. С.118-119.

8. Бобрикова Е.В. Седиментационная цикличность и ее роль в формировании песчаных залежей Волжско-Свияжской гидропровинции / В.Г.Изотов // Закономерности строения осадочных толщ (материалы Третьего Уральского литологического совещания 15-16 сентября 1998г.). Екатеринбург, 1998. С.188-200.

9. Бобрикова Е.В. Литофациальные типы песков Волжско-Свияжской гидропровинции и применение метода ЭПР для их характеристики / В.Ф.Крутиков // Проблемы осадочной геологии (тезисы Международной конференции к 275-летию Санкт-Петербургского университета 17-19 ноября 1998г.). Санкт-Петербург. гос. ун-т, СПб., 1998. С. 31-32.

10. Бобрикова Е.В. Окатанность кварцевых песков Волжско-Свияжской гидропровинции / В.Г.Изотов // Геология и современность (тезисы Юбилейной конференции 27-28 мая 1999г.) / Казан. гос. ун-т, Казань, 1999. С.29-30.

11. Бобрикова Е.В. Генетическая типизация песков Волжско-Свияжской гидропровинции и ее применение при проведении поисково-оценочных работ // Там же, С.27-29.

12. Бирюлев Г.Н. Песчаный промышленный тип / Е.В.Бобрикова, Н.Б.Валитов // Геология твердых полезных ископаемых Республики Татарстан. Казань, Изд-во "Дас", 1999. С.276-280.

13. Бобрикова Е.В. Минералогическое районирование неоген-четвертичных отложений кварцевых песков Волжско-Свияжской гидропровинции // Георесурсы, 2003. №5 (13). С. 43-47.

**Характеристика литофациальных типов неоген-четвертичных кварцевых песков
Волжско-Свияжской провинции**

№ п/п	Литофациальный тип	Критерии выделения типов								
		Характеристика гранулометрических спектров	Минеральный состав		Структура	Текстура	Цвет	Фауна и флора, их сохранность	Стратиграф. приуроч.	Палеогеографические условия
			легкая фракция	тяжелая фракция						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Аллювиальные кварцевые пески русловой фации гумидного климата верхнего неоплейстоцена и голоцена	Постепенное и закономерное изменение гранулометрических кривых в вертикальном разрезе русловой фации от пологих полимодальных к одномодальным крутовершинным	Кварц – 96,5-97,2% Полевые шпаты – 0,3-1,0% Карбонаты – до 1,5% Опока – до 1,0%	Рудные – 28,2% Ставролит – 20,1% Кианит, силлиманит – 18,9% Устойчивые – 22,3% Эпидот-цоизит – 2,5%	Мелко- и среднезернистая с уменьшением крупности частиц вверх по разрезу. Крупнообломочный материал сопутствует среднезернистым пескам	Косослоистая, субгоризонтально-слоистая	Светло-серый, серый	Органический детрит и цельная ракуша присутствуют в заметном количестве	Верхний неоплейстоцен и голоцен	Долины рек гумидного климата
2	Аллювиальные кварцевые пески русловой фации гумидного климата плиоцен-эоплейстоцена	Постепенное и закономерное изменение гранулометрических кривых в вертикальном разрезе русловой фации от пологих полимодальных к одномодальным крутовершинным	Кварц – 96,6-98,0% Полевые шпаты – 0,5-0,8% Карбонаты – 0,5-0,8% Опока – до 1,3%	Рудные – 28,2% Ставролит – 20,1% Кианит, силлиманит – 18,9% Устойчивые – 22,3% Эпидот-цоизит – 2,5%	Мелко- и среднезернистая с уменьшением крупности частиц вверх по разрезу. Крупнообломочный материал в среднезернистых песках может отсутствовать	Косослоистая, субгоризонтально-слоистая	Белый, светло-серый, светло-бежевый	Органический детрит визуально не отмечается (наблюдался под микроскопом)	Плиоцен-эоплейстоцен	Долины рек гумидного климата
3	Аллювиальные кварцевые пески перигляциальной зоны среднего и верхнего неоплейстоцена	Преобладают двумодальные пологие кривые, иногда – пологие одномодальные. В вертикальном разрезе наблюдается ритмичное их изменение	Кварц – 94,6-98,1% Полевые шпаты – 0,9-2,0% Карбонаты – 0,8-2,0% Опока – до 0,5%	Рудные – 28,2% Ставролит – 20,1% Кианит, силлиманит – 18,9% Устойчивые – 22,3% Эпидот-цоизит – 2,5%	Мелко- и среднезернистая с ритмичным их изменением в вертикальном разрезе. Крупнообломочный материал отсутствует	Тонкая горизонтально-слоистая, слабоволнисто-слоистая	Желтовато-серый, коричневатосерый	Органический детрит визуально не отмечается (наблюдался под микроскопом)	Средний и верхний неоплейстоцен	Долины рек перигляциальной зоны
4	Эоловые и озерно-эоловые кварцевые пески перигляциальной зоны верхнего неоплейстоцена	Ясно выраженные одномодальные кривые с эксцессом выше логнормальной кривой	Кварц – 92,2-97,6% Полевые шпаты – 1,1-4,2% Карбонаты – ед.зерна Опока – ед.зерна	Рудные – 28,2% Ставролит – 20,1% Кианит, силлиманит – 18,9% Устойчивые – 22,3% Эпидот-цоизит – 2,5%	Мелкозернистая. Крупнообломочные включения отсутствуют	Монотонная, субгоризонтально-слоистая	Светло-бежевый, желтоватый до белого	Органический детрит не отмечается	Верхний неоплейстоцен	Поверхности речных террас и водоразделов
5	Аллювиально-озерные кварцевые пески гумидного климата плиоцен-эоплейстоцена	Узкие и крутовершинные одномодальные кривые	Кварц – 97,0% Полевые шпаты – 2,0% Карбонаты – не опред. Опока – 0,4%	Рудные – 28,2% Ставролит – 20,1% Кианит, силлиманит – 18,9% Устойчивые – 22,3% Эпидот-цоизит – 2,5%	Мелкозернистая. Крупнообломочные включения отсутствуют	Тонкая горизонтально-слоистая	Белый, желтоватопрозрачный	Органический детрит не отмечается	плиоцен-эоплейстоцен	долины рек и озера гумидного климата

