

## ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ЛЕДОВОГО КОМПЛЕКСА ПОРОД В ЮЖНОЙ ЧАСТИ АНЮЙСКОЙ ВПАДИНЫ (ЗАПАДНАЯ ЧУКОТКА)

*И.С. Литвиненко*

*ФГБУН Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН,  
Портовая 16, г. Магадан, 685000; e-mail: litvinenko@neisri.ru*

Поступила в редакцию 3 августа 2010 г.

С использованием специального обогатительного оборудования (винтового сепаратора и шлюза) исследована золотоносность покровных высокольдистых супесчаных, алевритовых и суглинистых отложений в южной части Анюйской впадины и речных долинах на ее окраине. Рассматриваемые образования формировались в субаквальных условиях мелководных слабопроточных водоемов. Общая льдистость отложений достигает 70 %. Крупность входящего в их состав терригенного материала уменьшается от горного обрамления впадины к ее центральным частям (в речных долинах его основу составляют мелкопесчаная и алевритовая, в периферийных областях Анюйской впадины – алевритовая и пелитовая, а в центральных частях впадины – пелитовая фракции). Он характеризуется относительно высокой зрелостью и присутствием (в Анюйской впадине) в большом количестве (до 69 %) аутигенного сидерита. В глинистой фракции, помимо гидрослюда, монтмориллонита, хлорита, каолинита и галлуазита, выявлены фрагменты диатомовых водорослей. Участие в формировании ледового комплекса пород материала доплиоценовой коры химического выветривания с реликтами иллювиально-остаточных концентраций золота обусловило их россыпную золотоносность. В речных долинах на окраине впадины в пределах рудных полей они в той или иной степени золотоносны по всей площади и на всю мощность. Установленные содержания кластогенного золота достигают 0.6 г/м<sup>3</sup>. Средние содержания металла на обогащенных участках оцениваются в 0.2–0.3 г/м<sup>3</sup>. Свободное золото в общем балансе металла составляет в среднем 77.7 % и представлено мелкими (менее 0.5 мм) его выделениями. Основная масса “связанного” золота сосредоточена в легкой фракции в зернах менее 0.1 мм. Превышение в 43 % проб содержания золота по атомно-абсорбционному анализу над содержанием выявленного кластогенного золота указывает на значительное присутствие в данных образованиях пылевидных и тонкодисперсных его выделений. Непосредственно в самой Анюйской впадине в породах ледового комплекса кластогенное золото не выявлено. Атомно-абсорбционный анализ показал в них содержание золота до нескольких десятков мг/м<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** льдистые породы, россыпь, золото, Северо-Восток России.

### ВВЕДЕНИЕ

Анюйская впадина расположена в низовьях рек Большой и Малый Анюй и является восточной частью обширной Колымской низменности. В оротрафическом отношении она представляет собой полузамкнутую межгорную впадину, ограниченную на севере и востоке Анюйским хребтом, на юге – Курьинским кряжем.

До настоящего времени Анюйская впадина остается одной из наименее изученных территорий Западной Чукотки. С середины 70-х до начала 90-х годов прошлого века в переходной зоне между Анюйс-

кой впадиной и сопряженным с ней на юге горным сооружением Курьинского кряжа проводилась активная разведка и эксплуатация россыпных месторождений золота. С целью поиска новых россыпей в южной части впадины был проведен комплекс геофизических исследований с сетью параметрических скважин колонкового и ударно-канатного бурения. Выполненное автором в 80-х годах опробование горных выработок и скважин позволило получить детальное представление о строении, вещественном составе и золотоносности развитых здесь толщ рыхлых кайнозойских отложений. В ходе этих работ была изучена и россыпная золотоносность льдистых супесей, су-

глинков и алевритов так называемого покровного ледового комплекса (ПЛК), перекрывающих аллювиальные образования в речных долинах и озерно-аллювиальные накопления во впадине. Их золотоносность в данном регионе аналитическими методами (спектральный и атомно-абсорбционный анализы) установлена в конце 70-х годов прошлого века [19], но природа ее оставалась не выясненной. При проведении поисково-разведочных работ на россыпное золото данные образования обычно не опробовались.

Изучение вещественного состава и золотоносности отложений ПЛК выполнено в долинах ручьев Дальний (9 проб по 2 скважинам УКБ) и Девичий (55 проб по 17 скважинам УКБ и 3 расчисткам в бортах полигонов), р. Тополевка (14 проб по 5 стволам шахт) на окраине впадины и непосредственно в самой впадине (56 проб по 11 скважинам колонкового бурения)\*.

Основные пробы объемом до 0.011 м<sup>3</sup> обработаны по методике Лаборатории осадочных полезных ископаемых при Пермском университете [15] с использованием винтового сепаратора (ВС-200) и шлюза (ВШ-200). В полученных концентратах помимо выделения и описания самородного золота изучен минералогический состав тяжелой фракции. В дубликатах проб выполнено определение содержания золота атомно-абсорбционным и пробирным анализом, что позволило оценить в этих пробах долю тонкодисперсных его выделений. В 5 дубликатах основных проб объемом 0.001–0.002 м<sup>3</sup> изучены формы нахождения золота. После рассева и извлечения по классам крупности в бромформе тяжелой фракции, а из нее – свободного самородного золота, выполнялся анализ легкой и тяжелой фракций атомно-абсорбционным анализом, а затем рассчитывалось соотношение свободного и “связанного” золота по классам крупности и фракциям.

Контрольный детальный минералогический анализ тяжелой фракции 11 проб выполнен в Центральной лаборатории СВПГО “Магадангеология” (исполнитель Д.С. Мамашева). Препараты глинистой фракции (размером <1 мкм) 16 проб проанализированы с помощью рентгенофазового метода в Центральной лаборатории СВПГО “Магадангеология” на установке ДРОН-1 (аналитик Т.В. Милова). Электронно-микроскопический анализ 30 проб выполнен в СВКНИИ на электронных микроскопах УЭМВ-100К (аналитик Т.В. Анисимова) и ЭМ-200 (аналитик В.Ю. Гринберг).

\*Часть проб отобрана и передана на исследование А.И. Кожевниковым, М.П. Прохоровым.

## ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

Южная часть Анюйской впадины наложена на структуры Олойской складчатой зоны. Развитие в горном обрамлении впадины вулканогенно-осадочные породы объединяются в три структурных яруса [20]: нижний, представленный вулканогенно-осадочными породами позднего триаса Кричальского горст-антиклинория, средний, сложенный вулканогенными породами позднеюрского возраста Тополево-Кричальского (Курьячанского) грабен-синклинория, и верхний – ниже-верхнемеловые вулканы Курьянского вулканического пояса [4]. Интрузивные образования представлены поздне триасовыми, позднеюрскими, раннемеловыми субвулканическими телами риолитов, дацитов, андезитов, базальтов и андезибазальтов и интрузиями егдэгкычского габбро-монцонит-сиенитового и хетачанского габбро-диорит-гранитного комплексов [20]. С интрузиями егдэгкычского комплекса пространственно и парагенетически связаны золотосодержащие проявления молибден-медно-порфирового (по Н.А. Шило с соавторами [30] – золото-кварц-сульфидного) прожилково-штокверкового типа [5], за счет разрушения которых сформировались аллювиальные россыпные месторождения Тополево-Хетачанской рудно-россыпной зоны [11] (рис. 1).

Кайнозойский этап характеризовался формированием коры выветривания, заложением и развитием в зоне Больше-Анюйского регионального глубинного разлома Анюйской впадины, накоплением в ее пределах и речных долинах горного обрамления толщ рыхлых отложений.

Реликтовые образования коры выветривания наиболее широко проявлены на коренном основании Анюйской впадины и в днищах речных долин в ее горном обрамлении. Мощность их на коренном основании Анюйской впадины обычно составляет первые метры, а в пределах тектонических зон дробления – первые десятки метров. Верхние их горизонты сложены суглинисто- или супесчано-дресвяными породами, нижние – дресвяно-щебневыми. В днищах речных долин в горном обрамлении Анюйской впадины максимальное развитие реликтов коры выветривания отмечается на участках активного проявления тектонической, магматической и гидротермальной деятельности. Здесь они представлены суглинистыми и супесчаными образованиями с небольшим количеством дресвяного и щебневого материала. Мощность их достигает первых десятков метров.

Глинистые продукты в реликтовых образованиях коры выветривания представлены преимуще-



**Рис. 1.** Геолого-геоморфологическая схема южной части Анойской впадины и ее горного обрамления.

1–3 – денудационный рельеф Курьинского кряжа: 1 – среднегорье (900–1100 м) с крутыми склонами и узкими выпуклыми и слабовыпуклыми водораздельными поверхностями, выработанное на меловых вулканитах Курьинского вулканического пояса и интрузивных образованиях хетачанского комплекса; 2 – низкогорье (600–800 м) с крутыми и средней крутизны склонами, узкими и широкими слабовыпуклыми водораздельными поверхностями, развитие на вулканогенных породах позднейюрского возраста Тополево-Кричалского (Курьячанского) грабен-синклинория и гранитоидной интрузии хетачанского комплекса; 3 – холмогорье (200–300, редко до 400–500 м) с пологими склонами и широкими плоскими или слабовыпуклыми водораздельными поверхностями на позднетриасовых вулканогенно-осадочных отложениях Кричалского горст-антиклинория; 4 – аккумулятивный рельеф Анойской впадины: холмистая равнина (до 150 м), сформированная на породах покровного ледового комплекса; 5 – голоценовые аллювиальные отложения; 6 – позднемеловые интрузии хетачанского габбро-диорит-гранитного комплекса; 7 – рудогенерирующие раннемеловые интрузии егдэгкыцкого габбро-монцитсиенитового комплекса; 8 – структурная линия зоны Больше-Анойского регионального глубинного разлома; 9 – рудные проявления; 10 – остаточо-аллювиальные промышленные россыпи золота; 11 – условные границы Тополево-Хетачанской рудно-россыпной зоны; 12 – параметрические буровые скважины, по которым проведено опробование покровного ледового комплекса, и их номера; 13 – линия литологического разреза.

ственно монтмориллонитом и гидрослюдой (табл. 1). На отдельных участках присутствуют также каолинит и галлуазит. В песчаном материале из суглинистых горизонтов преобладают глинисто-слюдистые агрегаты, а в дресвяно-щебневых образованиях – обломки пород, при незначительной доле зерен кварца и полевых шпатов. Коэффициент зрелости (устойчивости)\* легкой фракции, характеризующий долю устойчивых и неустойчивых к химическому выветриванию зерен в обломочном материале отложений, достигает 75.0 %\*\*. В тяжелой фракции преобладают эпидот и магнетит. В значительных количествах присутствуют также колломорфные образования сидерита и сульфидов (пирит, марказит), а также гидроксидов железа, на которые иногда приходится основная часть шлиха. Коэффициент зрелости тяжелой фракции составляет в среднем 72.5 %.

Накопившиеся в Анойской впадине рыхлые толщи представлены отложениями палеоценового (палеоцен-эоценового), позднеолигоцен-миоценового и плиоценового (плиоцен-раннеплейстоценового) этапов осадконакопления. Общей их особенностью является уменьшение крупности слагающего их материала от окраинных частей впадины к ее центру и от нижних горизонтов к верхним (рис. 2).

Основную толщу палеоценовых осадков слагают монотонные тонкослоистые озерно-болотно-аллювиальные образования, представленные переслаивающимися горизонтами суглинков, супесей, глин и

\*Здесь и далее определялся в классе крупности зерен 0.1–0.25 мм по методике А.М. Короткого [12].

\*\*Расчитываемый по методике А.М. Короткого коэффициент устойчивости колеблется от 25 (в пробе 100 % неустойчивых минералов) до 100 % (все минералы в пробе относятся к весьма устойчивым), соответственно осадочно-минеральный комплекс характеризуется как “незрелый” (Ку – 25–50 %), “зрелый” (Ку – 50–75 %) и “весьма зрелый” (Ку – 75–100 %).

илов (зачастую содержащих редкую мелкую, плохо окатанную гальку и гравий, растительный детрит и лигнитизированный торф) с маломощными прослоями, сложенными более грубозернистыми осадками.

В песчаной, алевритовой и пелитовой фракциях палеоценовых толщ преобладают глинисто-слюдистые частицы и их агрегаты (табл. 1). Коэффициент зрелости легкой фракции составляет в среднем 73.7 %. Состав тяжелой фракции очень изменчив. Представлена она, главным образом, эпидотом, магнетитом, ильменитом, гидроксидами железа и аутигенным сидеритом (иногда аутигенным пиритом). Коэффициент зрелости тяжелой фракции достигает 70–75 %. Среди глинистых минералов преобладает монтмориллонит при подчиненном количестве гидрослюда и каолинита.

Образования позднеолигоцен-миоценового этапа осадконакопления в периферийной части впадины представлены гравийно-галечно-суглинистыми и гравийно-галечно-супесчаными отложениями с маломощными горизонтами, сложенными тонкообломочными осадками. К центральным частям впадины среди них заметную роль начинают играть тонкообломочные аллювиально-озерно-болотные осадки с растительным детритом и отдельными плохо окатанными гальками. В глинистой фракции позднеолигоцен-миоценовых толщ преобладают гидрослюда и монтмориллонит. Песчаный материал представлен глинисто-слюдистыми агрегатами, зернами полевых шпатов, кварца, обломками пород. Коэффициент зрелости легкой фракции достигает 86.2 % (в среднем 72.0 %). В составе тяжелой фракции помимо магнетита, ильменита и эпидота заметную роль играют оолитовые стяжения аутигенного сидерита, количество которых на отдельных горизонтах достигает 90–95 %. Коэффициент зрелости тяжелой фракции составляет в среднем 66.6 %.

Плиоценовый этап характеризовался накоплением в Анюйской впадине гравийно-галечно-супесчаных и гравийно-галечно-суглинистых толщ. В песчаном материале преобладают обломки пород, полевых шпатов и кварца, при подчиненной роли зерен, представленных глинисто-слюдистыми агрегатами. Коэффициент зрелости легкой фракции составляет в среднем около 60 %. В тяжелой фракции помимо эпидота, ильменита и магнетита, в отличие от отложений предыдущих этапов осадконакопления, присутствуют минералы, неустойчивые в условиях химического выветривания: амфиболы и пироксены, гранаты, пирит. Зерна сидерита, характерные для палеоген-миоценовых образований, в плиоценовых отложениях встречаются в отдельных горизонтах.

Коэффициент зрелости тяжелой фракции достигает 71.2 %. Глинистые минералы представлены, главным образом, гидрослюдой и монтмориллонитом, иногда их переходными образованиями.

Развивавшиеся в Анюйской впадине в плиоценовое время аккумулятивные процессы охватывали и речные долины в горном обрамлении в окраинной части впадины. Основную часть плиоценовых аккумулятивных толщ аллювия в речных долинах составляют галечно-гравийные накопления. Они характеризуются в целом монотонным строением и представлены мелкой галькой и гравием с песчано-глинистым заполнителем и небольшим количеством щебня и дресвы, содержание которых увеличивается к нижним частям разрезов. Ближе к впадине плиоценовые аллювиальные накопления в речных долинах имеют более сложное строение и представлены переслаивающимися гравийно-галечно-суглинистыми отложениями при общем более мелком составе грубообломочного материала и сокращенной мощности разреза (рис. 2, руч. Девичий).

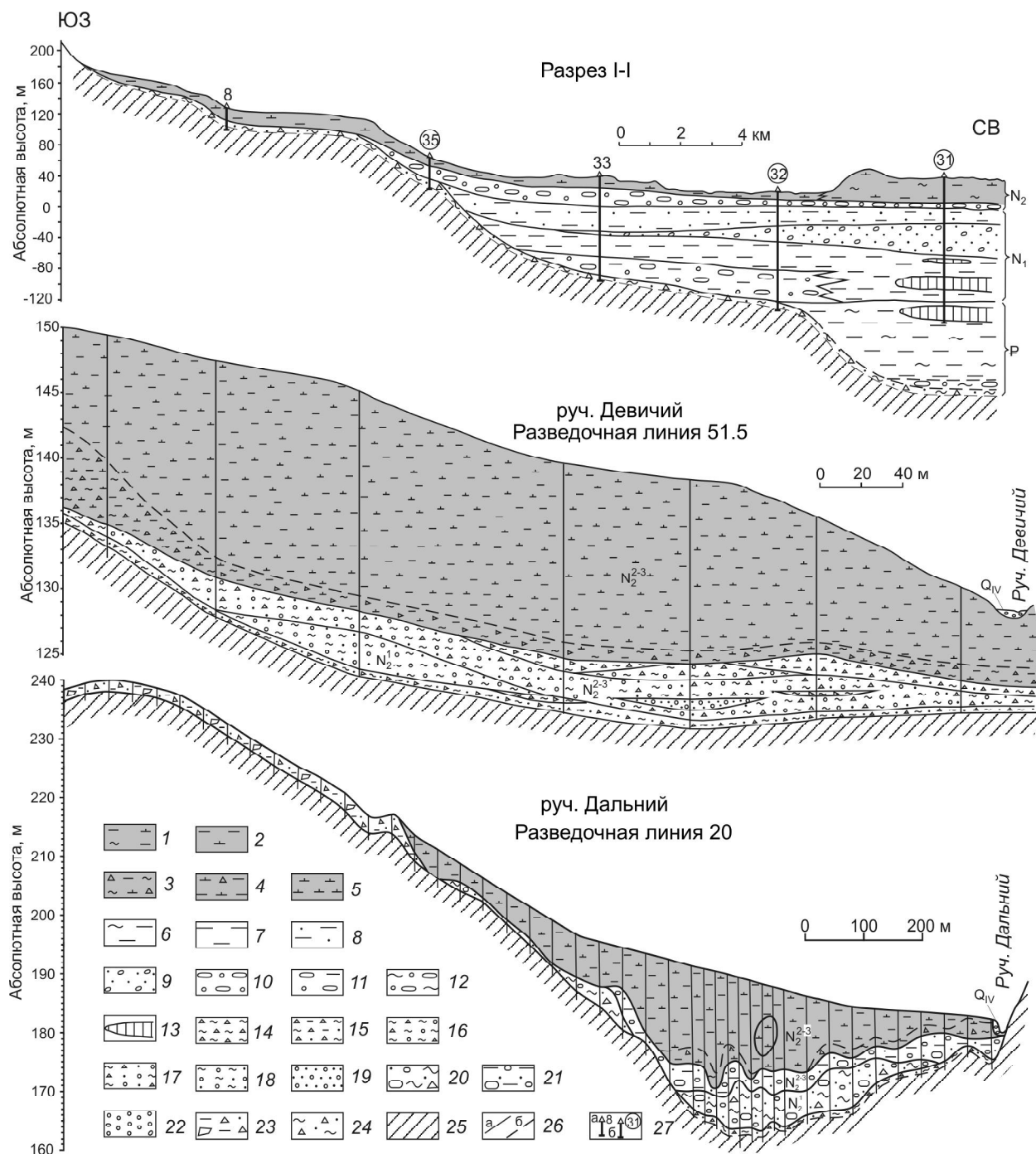
Основу глинистой фракции в плиоценовом аллювии составляют гидрослюда и монтмориллонит. В незначительном количестве отмечаются каолинит, хлорит, галлуазит, гидроксида железа. Песчаная фракция представлена, главным образом, обломками пород и полевых шпатов. Коэффициент устойчивости легкой фракции обычно не превышает 50 %. Состав тяжелой фракции очень изменчив. В одних случаях основу его составляют гидроксида железа, в других – эпидот. В различных пропорциях в ней присутствуют также пирит, гранат, магнетит, ильменит, барит, в окраинной части впадины в отдельных горизонтах – сидерит. Коэффициент устойчивости тяжелой фракции гораздо выше коэффициента устойчивости легкой фракции и достигает 87.2 %.

Выявленные особенности структурно-вещественного состава отложений палеоценового и позднеолигоцен-миоценового этапов осадконакопления свидетельствуют, что их формирование осуществлялось, главным образом, за счет аллювия водотоков, развивавшихся в пределах зоны гипергенных преобразований коренных пород (коры выветривания). Накопление плиоценовых толщ осуществлялось за счет материала коры выветривания и за счет денудации относительно “свежих” пород горного сооружения Курьинского кряжа.

Плиоценовые аккумулятивные толщи в речных долинах и Анюйской впадине прерываются образованиями ледового комплекса, формирование которых, очевидно, следует связывать с самостоятельной стадией осадконакопления (строение и состав этих

Таблица 1. Минеральный состав песчаной и глинистой фракции рыхлых отложений в Анюйской впадине и речных долинах горного обрамления.

Тип отложений и место залегания	Возраст отложений	Мощность отложений, м	Литологический состав отложений	Основной состав песчаной (легкой) фракции, %	Коэффициент зрелости легкой фракции, %	Основной состав тяжелой фракции, %	Коэффициент зрелости тяжелой фракции, %	Основной состав глинистой фракции, %
Ледовый комплекс пород	$N_2^{2-3}$ ( $N_2-Q_1$ )	до 50	Льдистые алевриты и суглинки	Полевые шпаты – 50–80 Кварц – 5–20 Глинисто-слюдистые агрегаты – 5–20 Обломки пород – 5–15	51.2– 61.7	Эпидот – 5–70 Ильменит – до 60 Сидерит – до 70 Гидроксиды железа – до 50 Пирит – до 30	57.8– 73.2	Гидрослюда – 70 Каолинит – 15 Смешанослойные ряда гидрослюда-монтмориллонит – 15
Аллювий речных долин а) контрастный аллювий	$N_2^{2-3}$ ( $N_2-Q_1$ )	до 17	Галька, гравий с суглинком (супесью)	Обломки пород – 60–70 Полевые шпаты – 30–40	33.7– 38.7	Эпидот – 5–75 Магнетит – до 10 Ильменит – до 20 Гидроксиды железа – 10–60 Сидерит – до 25 Пирит – до 15	58.0– 83.7	Гидрослюда – 3–80 Смешанослойные ряда гидрослюда-монтмориллонит – до 60 Каолинит – до 20 Хлорит – до 20
	$N_2^1$	до 7	Галька, гравий со щебнем и суглинком	Кварц – 5 Глинисто-слюдистые агрегаты – 5–65 Полевые шпаты – 15–40 Обломки пород – 15–60	38.7– 6.2	Эпидот – 5–70 Магнетит – до 15 Гидроксиды железа – до 70 Ильменит – до 15	58.7– 87.2	Гидрослюда – 30–80 Монтмориллонит – до 70 Каолинит – до 20 Хлорит – до 20
Аккумулятивные отложения впадины	$N_2$ ( $N_2-Q_1$ )	до 40	Галька, гравий, супесь (суглинок)	Полевые шпаты – 15–50 Глинисто-слюдистые агрегаты – 5–65 Обломки пород – 20–50 Кварц – 50–70	45.0– 87.2	Эпидот – 5–90 Магнетит – до 50 Ильменит – 5–80 Сидерит – до 85 Гидроксиды железа – до 40 Гранат – до 15	48.0– 71.2	Гидрослюда – 25–80 Монтмориллонит – до 70 Гидроксиды железа – до 20 Хлорит – до 5 Каолинит – до 5
	$P_3 - N_1$	до 130	Илы; гравий, галька, суглинок (супесь)	Обломки пород – до 55 Полевые шпаты – 5–60 Кварц – 10–75 Глинисто-слюдистые агрегаты – 5–90	42.5– 86.2	Эпидот – до 70 Ильменит – до 70 Магнетит – до 50 Сидерит – до 95	50.0– 75.0	Гидрослюда – до 80 Монтмориллонит – до 70 Смешанослойные ряда гидрослюда-монтмориллонит – до 40 Хлорит – до 60 Каолинит – до 5
	$P_1$	до 200	Илы; гравий, галька, суглинок	Глинисто-слюдистые агрегаты – до 90 Полевые шпаты – 10–75 Кварц – 10–20 Обломки по – 5–10	53.7– 75.0	Эпидот – до 55 Магнетит – до 60 Ильменит – до 40 Сидерит – до 95 Гидроксиды железа – до 40 Пирит – до 10	56.9– 75.0	Гидрослюда – до 20 Монтмориллонит – до 60 Каолинит – до 30
Образования коры выветривания а) в днищах речных долин б) в коренном основании впадины	$N_1$	1–2 (до 16)	Дресва, щебень с суглинком; суглинок, дресва со щебнем	Глинисто-слюдистые агрегаты – 5–75 Кварц – 5–20 Полевые шпаты – 5–30 Обломки пород – 5–70	32.5– 75.0	Эпидот – до 70 Ильменит – до 10 Сидерит – до 85 Гидроксиды железа – до 80 Пирит – до 100	60.3 94.3	Гидрослюда – до 70 Монтмориллонит – до 60 Каолинит – до 20 Галлуазит – до 10
	$P - N_1$	2–7 (до 20)	Дресва, щебень с суглинком; суглинок, дресва со щебнем	Глинисто-слюдистые агрегаты – до 90 Кварц – до 5 Полевые шпаты – 10–40 Обломки пород – до 60	35.7– 70.5	Эпидот – 5–75 Магнетит – до 75 Ильменит – до 45 Сидерит – до 95 Пирит – до 40 Гидроксиды железа – до 25	56.2– 87.5	Гидрослюда – 20–40 Монтмориллонит – 60–70 Смешанослойные ряда гидрослюда-монтмориллонит – до 30 Каолинит – до 30 Гидроксиды железа – до 5



**Рис. 2.** Строение рыхлых отложений в Анойской впадине (разрез I-I) и речных долинах на ее окраине (с использованием материалов геологоразведочных работ).

1–5 – отложения покровного ледового комплекса: 1–2 – льдистые суглинки (1) и алевроиты (2); 3–4 – то же с редким щебнем и дресвой, 5 – лед; 6–13 – аккумулятивные отложения в Анойской впадине: 6 – глинистые алевроиты (илы); 7 – алевроиты (илы); 8 – песчанистые илы; 9 – песок, гравий с редкой галькой; 10–12 – гравий, галька с песком (10), илом (11), суглинком (12); 13 – лигниты; 14–22 – аллювиальные отложения в речных долинах: 14–21 – плиоценовый аллювий: 14 – глина со щебнем и дресвой; 15 – суглинок, щебень, дресва с примесью гравия; 16 – глина с дресвой, щебнем, галькой; 17 – глина, галька, гравий, щебень, дресва; 18 – глина, песок, гравий, галька; 19 – гравий, песок, реже галька с незначительным количеством глины; 20 – галька, гравий, щебень с суглинком и отдельными валунами; 21 – галька, гравий с супесью и отдельными валунами; 22 – голоценовый аллювий: галька, гравий, песок; 23 – элювий: щебень с дресвой и суглинком; 24 – глинисто-дресвяно-щебневые образования коры выветривания; 25 – коренные породы; 26 – границы между литологическими разновидностями пород: установленные (а), условные и предполагаемые (б); 27 – параметрические буровые скважины и их номера (а), в том числе, по которым проведено опробование покровного ледового комплекса (б). Местоположение разреза I-I см. на рис. 1.



образований будет рассмотрен ниже). В них в виде узких лент прослеживаются маломощные песчано-гравийно-галечные отложения позднеплейстоцен-голоценовых водотоков.

В морфологическом отношении рассматриваемая территория характеризуется развитием двух категорий рельефа: горного и равнинного (рис. 1). Горный рельеф северо-восточного склона Курьинского кряжа подразделяется на две крупные орографические зоны или ступени: верхнюю, составляющую его центральную часть, и нижнюю. Верхняя зона (расчлененное плоскогорье с уровнем высот 900–1100 м) выработана на вулканических толщах Курьинского вулканического пояса и на интрузивных образованиях хетачанского комплекса. Нижняя ступень развита на поздне триасовых отложениях Кричальского горст-антиклинория и представляет переходную зону между центральной частью горного сооружения Курьинского кряжа и Анюйской впадиной. От центральной части Курьинского кряжа она отделена тектоническим уступом высотой 200–300 м. Для нее характерен низкогорный сглаженный рельеф с абсолютными отметками в пределах 200–300 м и отдельными эрозионно-денудационными массивами высотой до 400–500 м, совпадающими, как правило, с магматическими проявлениями.

Рельеф Анюйской впадины имеет абсолютные высоты от 20–40 до 140–150 м. Он представляет собой в различной степени переработанную термокарстовыми процессами равнину, сформированную на породах покровного ледового комплекса. Ее поверхность характеризуется сочетанием аласных понижений (с озерами) и разделяющих их возвышенностей (едом). Относительные превышения вершинных поверхностей едом над днищами аласов достигают 50–60 м. Термокарстовые формы осложнены флювиальными. Врез речных долин крупных водотоков составляет до 15–25 м, их притоков – до 3–8 м.

Отмеченные особенности вещественного состава толщ Анюйской впадины и морфологического строения рельефа рассматриваемой территории достаточно определенно указывают на существование двух основных этапов в ее развитии в кайнозое. Первый из них (палеоцен–миоцен) характеризовался сохранением сглаженных форм рельефа сформировавшейся здесь к концу мелового периода поверхности выравнивания. Умеренные поднятия орогенных морфоструктур в обрамлении заложившейся и развивавшейся в этот период Анюйской впадины компенсировались денудационными процессами [14]. Второй этап выразился в расширении в ходе новейших тектонических движений (плиоцен) Анюйской впадины и становлении в ее обрамлении низких и средних

горных сооружений. С завершающими стадиями второго этапа развития Анюйской впадины связано формирование ПЛК.

#### СТРОЕНИЕ И СОСТАВ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛК

Льдистые суглинистые и супесчаные образования ПЛК залегают на плиоценовых аллювиальных отложениях (в речных долинах), аккумулятивных толщах Анюйской впадины и на ее коренном основании, перекрывая низкие палеомеждуречья (рис. 2). Мощность отложений ПЛК в речных долинах переходной зоны составляет от 2–3 до 10–15 м, увеличиваясь в направлении к Анюйской впадине, а в ее пределах достигает 40–50 м. Обычно это монотонные толщи темно-серого цвета, сложенные тонкообломочным материалом и льдом (рис. 2). На отдельных участках повышенное содержание глинистого материала придает породам желтоватый или буроватый оттенок.

Лед в этих отложениях встречается в виде пропластков (тонко- и мелкошлировые текстуры) и маломощных линз. Общая льдистость составляет от 20–30 до 60–70 (в отдельных случаях до 80) %. В речных долинах переходной зоны в нижней части разреза ПЛК практически повсеместно отмечается незначительной мощности (до первых метров) горизонт с повышенным содержанием грубообломочного материала и глины, повторяющий неровности поверхности подстилающих плиоценовых аллювиальных отложений. Выше лежащая толща суглинков и алевролитов характеризуется горизонтальной или волнистой слоистостью. На некоторых участках в них в большом количестве отмечается рассеянное органическое вещество, присутствуют прослойки намывного торфа и песка, горизонты, обогащенные лигнитизированными обломками древесины. В направлении к горному сооружению Курьинского кряжа в суглинистых и алевролитовых отложениях ПЛК появляются беспорядочно ориентированные включения дресвы и щебня.

В пределах Анюйской впадины образования ПЛК имеют более однородное строение. В центральных частях впадины это монотонные суглинистые толщи с редкими растительными остатками, в периферийных – в нижних частях разреза они иногда имеют суглинистый состав, в верхних – алевролитовый.

В гранулометрическом составе отложений ПЛК от горного обрамления Анюйской впадины к ее центральным частям отмечается закономерное уменьшение крупности слагающего их материала. В речных долинах вблизи центральной части горного сооружения Курьинского кряжа основу их составляют мелкопесчаная (43.4 %), алевролитовая (24.9 %) и пелитовая (17.5 %) фракции, в периферийных областях Анюйс-

кой впадины они сложены преимущественно обломками алевритовой (56.8 %) и пелитовой (26.4 %) размерности, а в центральных частях впадины в их составе преобладает пелитовый (70.0 %) материал (рис. 3).

Полученные в ходе выполненных исследований характеристики гранулометрического состава отложений ПЛК в речных долинах горного обрамления и Анюйской впадине близки к таковым реликтовых частей доплиоценовой коры химического выветривания и аллювиальных отложений пойменной фации, развитых в речных долинах в пределах переходной зоны (рис. 4).

Основной минеральный состав обломочного и глинистого материала в породах ПЛК отвечает основному составу аккумулятивных толщ в Анюйской впадине и речных долинах и реликтовым образованиям коры выветривания в днищах их коренного основания (табл. 1).

Среди частиц песчаной и алевритовой размерности преобладают свежего облика зерна полевых шпатов, в небольших количествах обломки пород и кварца, сростания глинисто-слюдистых минералов. Коэффициент зрелости легкой фракции составляет 51.2–61.7 % и указывает на существенные преобразования (выветривание) исходных пород, за счет которых формировались отложения ПЛК.

Количество глинистой составляющей в этих отложениях не превышает 5 %. По данным рентгенофазового и электронно-микроскопического анализа, она состоит, главным образом, из удлиненно-пластинчатых частиц гидрослюда и угловатых обломков железистого хлорита, в подчиненном количестве – псевдогексагональной формы кристаллы каолинита и удлиненно-пластинчатые образования с разломаченными краями, выступами и шипами, относящиеся к смешанослойным ряда гидрослюда-монтмориллонит, а также дисперсные зерна кварца. В отдельных пробах в ней присутствуют галлуазит, гетит, сидерит, фрагменты диатомовых водорослей (по определениям М.В.Черепановой, предположительно, *Navicula*, *Nitzschia* или *Hantzschia*). Высокая кристалличность частиц каолинита и механическая обработанность их граней свидетельствуют, очевидно, об его аллотигенном генезисе (из кор химического выветривания).

Состав грубообломочного материала, присутствующего в незначительных количествах в отложениях покровного ледового комплекса в пределах переходной зоны, определяется разнообразием пород, развитых в бортовых частях долин, и степенью их выветрелости. Как правило, это угловатые обломки, реже – слегка окатанные. Средняя окатанность грубообломочного материала, рассчитанная по методике Л.Б. Рухина [18], не превышает 27.5 %.

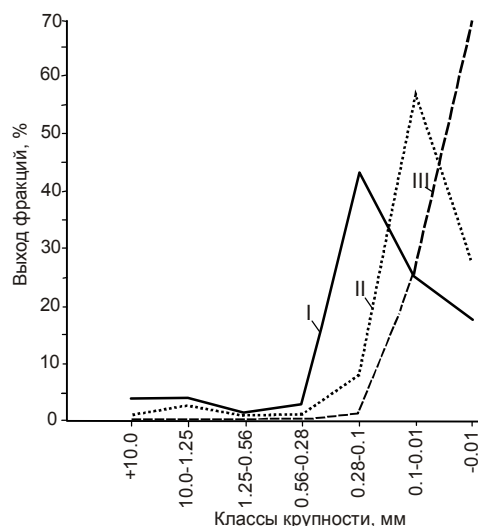


Рис. 3. Графики гранулометрического состава отложений покровного ледового комплекса в речных долинах в пределах переходной зоны (I), периферийных (II) и центральных (III) частях Анюйской впадины.

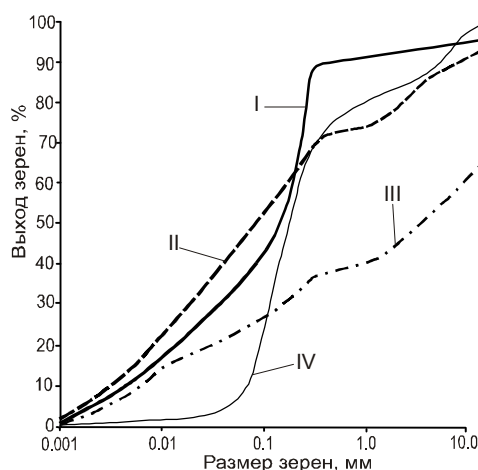


Рис. 4. Кумулятивные кривые отложений покровного ледового комплекса (I), реликтовых частей коры выветривания (II), элювиальных образований (III) и пойменной фации аллювия (IV) в долине р. Тополевка.

Выход тяжелой фракции незначителен – десятки и сотни г/м<sup>3</sup>, лишь на участках рудных полей в пределах переходной зоны он достигает 1–2 кг/м<sup>3</sup>. По размерности в ней преобладают частицы класса менее 0.16 мм. В долине р. Тополевки и руч. Девичий она состоит из эпидота (50–70 %), гематитизированных и лимонитизированных обломков пород (35–45 %), гидроксидов железа (5 %), в незначительном количестве присутствуют гранат, пирит, ильменит, магнетит, циркон и др. В долине руч. Дальний в ней преобладают гематит (45 %) и пирит (45 %), в небольшом количестве отмечаются гранат, магнетит,



эпидот и др. Для тяжелой фракции из отложений покровного ледового комплекса, развитых в пределах Анюйской впадины, помимо эпидота, ильменита, магнетита и гидроксидов железа, для некоторых проб характерно очень высокое содержание аутигенного сидерита (до 69 %). В подчиненном количестве и единичных зернах отмечаются пирит, гранат, циркон, амфиболы и пироксены. Коэффициент устойчивости тяжелой фракции из отложений покровного ледового комплекса колеблется от 57.8 до 73.2 % и также указывает на достаточно высокую зрелость слагающего их материала.

Сравнительный анализ вещественного состава отложений ледового комплекса, аккумулятивных толщ Анюйской впадины, речных долин и реликтов коры выветривания показывает, что формирование покровного ледового комплекса происходило в ходе разрушения пород Курьинского кряжа. Существенную долю среди них составляли породы, претерпевшие активное химическое выветривание.

Возраст отложений ПЛК на южной окраине Анюйской впадины по первым определениям [19, 22], – позднеплейстоценовый. Результаты последующих палинологических исследований [3, 13, 21, 23, 24 и др.] показали, что это разновозрастные осадки позднеплиоцен-плейстоценового времени.

В большинстве разрезов речных долин и в пределах Анюйской впадины в отложениях ледового комплекса выявленные спорово-пыльцевые спектры схожи с таковыми аллювиальных и озерно-аллювиальных аккумулятивных толщ плиоцен-раннеплейстоценового этапа тектонической активизации и осадконакопления [3, 21, 23, 24; В.П. Диденко, А.В. Сиротило, 1982 г.; А.Б. Фролов, А.В. Сиротило, 1985 г. и др.] (палинологи Б.В. Белая, В.Е. Нархинова, З.И. Копылова). В них наблюдается чередование спектров двух типов. В одном из них отмечается преобладание пыльцы кустарниковых растений, в другом – пыльцы злаков, осок, и спор зеленых мхов. Общей чертой этих спектров является своеобразие споровой и травянистой их части, выражающееся в присутствии индикаторных видов холодноумеренной и умеренной флоры. Первый тип спектров отвечает растительности лиственнично-березовых, изредка хвойно-мелколиственных, редколесий, кустарниковых формаций ерников и травяно-моховых тундр. По второму спектру реконструируются открытые ландшафты травяно-гипновых равнинных болот с островками лиственничного редколесья, иногда с соснами, елью. Подобное сочетание растительных ценозов установлено в низах разреза олерской свиты и в слоях “Кутуях” (р. Крестовка, Колымская низменность), датированных началом второй поло-

вины плиоцена [28, 29] или (для олерской свиты) средним-поздним плиоценом [10], поздним плиоценом-ранним плейстоценом [31]\*.

Исходя из позднеплиоцен-раннеплейстоценового возраста отложений ПЛК в большинстве исследованных разрезов [3, 21, 23; В.П. Диденко, А.В. Сиротило, 1982 г.; А.Б. Фролов, А.В. Сиротило, 1985 г. и др.] образование основной массы ПЛК на южной окраине Анюйской впадины, очевидно, совпадает с общим похолоданием климата в конце неогена [17].

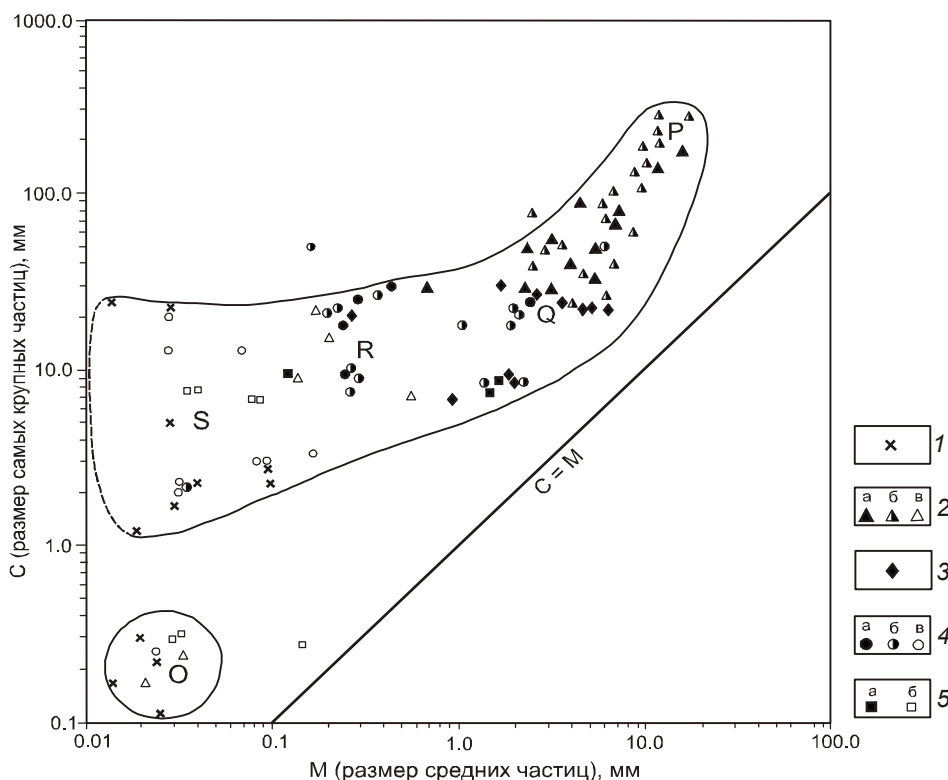
На природу формирования пород ПЛК нет определенного мнения. В середине 50-х годов прошлого века Ю.П. Баранова и С.Ф. Биске отнесли эти отложения к аллювиальным и аллювиально-озерным [1, 2, 6]). В 60–70-е годы [20 и др.] они определялись как аллювиальные, озерные, озерно-речные и частично криогенно-эоловые. После работ С.В. Томирдиаро о лессово-ледовой формации субарктических низменностей [25, 26 и др.] на геологической карте Северо-Востока СССР [8] рассматриваемые отложения обозначены как криогенно-эоловые.

Характер кумулятивных кривых, графиков распределения гранулометрических фракций, максимальных и медианных размеров частиц и т.д. из отложений ПЛК (рис. 4 и 5) позволяют предполагать, что выпадение осадка при их формировании, вероятнее всего, осуществлялось в слабо подвижной водной среде. Особенности литологического состава и строения рассматриваемых отложений, закономерное уменьшение крупности слагающего их материала от горного обрамления впадины к ее центральным частям, наличие аутигенных образований вивианита [23; А.Ф. Веретенников, 1990 г.] и сидерита, диатомовых водорослей указывает, что они накапливались в условиях слабопроточных мелководных водоемов за счет материала доплиоценовой коры выветривания и относительно “свежих” пород горного обрамления впадины (основная часть коры выветривания к этому моменту была уже переотложена в аккумулятивные толщи плиоценового этапа тектонической активизации и осадконакопления).

Начальные стадии формирования отложений ПЛК характеризовались активным поступлением в затопленные речные долины материала еще сохранившихся остатков коры выветривания, отложившегося в нижних суглинистых (в речных долинах с дресвой и щебнем) слоях ПЛК. Последующее раз-

---

\*Исходя из абсолютного возраста [9, 27] и палеомагнитных характеристик [16] отложений олерской свиты, согласно новой Общей стратиграфической шкале четвертичной системы [7], она формировалась в эоплейстоцене-раннем неоплейстоцене.



**Рис. 5.** График распределения максимальных (С) и медианных (М) размеров частиц в рыхлых отложениях в Анойской впадине и речных долинах на ее окраине.

1 – отложения покровного ледового комплекса; 2 – аллювиальные отложения в речных долинах русловой (а – субстративный, б – констративный аллювий), пойменной и старичной (в) фаций; 3–5 – отложения в Анойской впадине плиоценового (3), позднеолигоцен-миоценового (4) (а – базальный слой; б, в – аккумулятивная толща (б – “галечники”, в – илистые образования)) и палеоценового (5) (а – базальный слой, б – аккумулятивная толща) этапов осадконакопления. О, S, R, Q, P – поля, отвечающие осадкам определенной гидродинамической обстановки: О – отложения спокойной водной среды; S, R, Q, P – отложения, отвечающие поступательному виду движения водной среды: S – осадки потоков со слабым гидродинамическим режимом (фации половодий, проточных озер); R, Q, P – осадки потоков с сильно варьирующими скоростями (отложения внутренних и внешних конусов выноса и дельт медленных (R, Q) и быстрых (P) водных потоков).

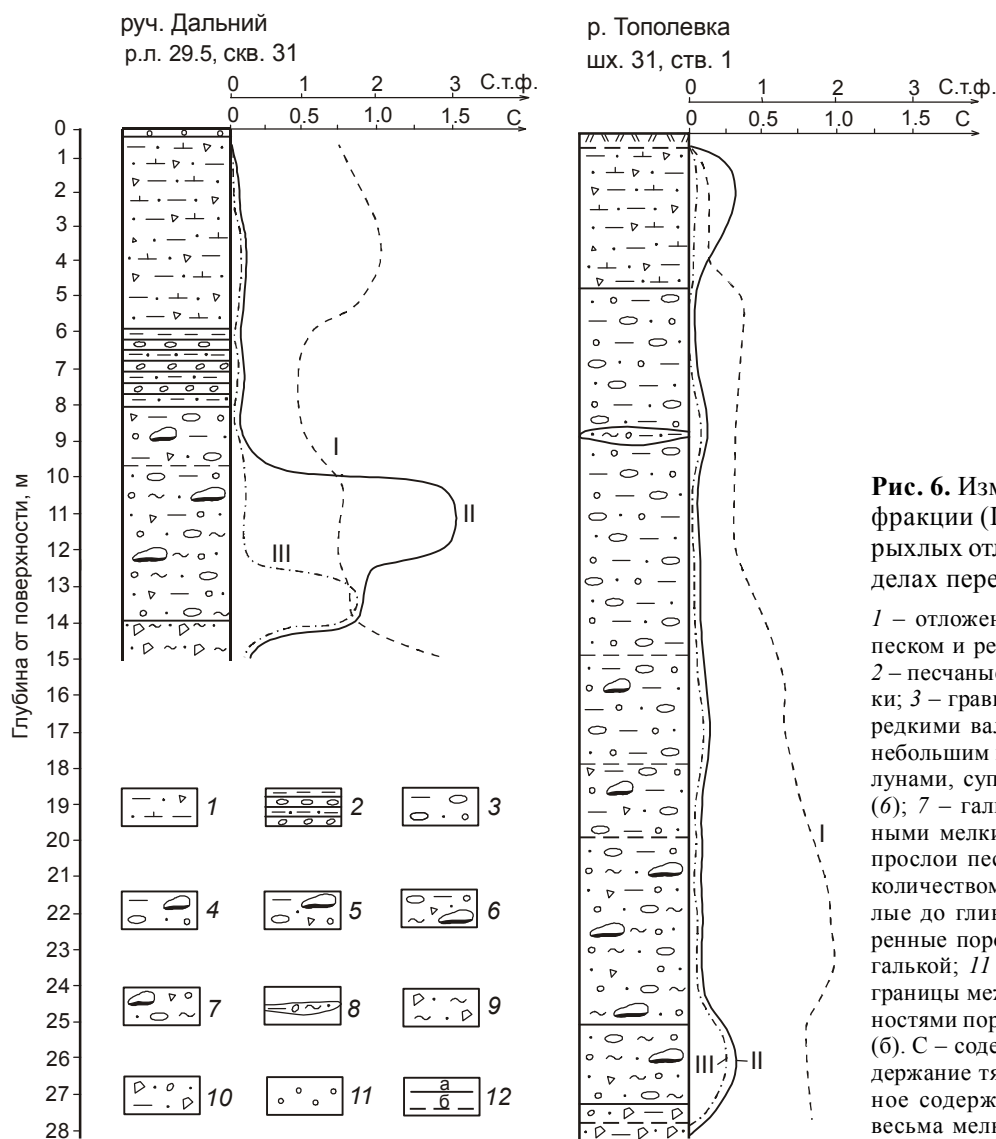
рушение менее выветрелых горизонтов исходных пород определило образование алевритовых и супесчаных толщ. По ходу движения полых вод из затопленных речных долин в водные бассейны, развитые в пределах Анойской впадины (очевидно, связанных с системой водных бассейнов Приколымской низменности), происходила дифференциация осаждаемого и переносимого материала по крупности. На отдельных участках выпадение осадков в них осуществлялось в застойных озерно-болотных условиях. Нисходящий характер тектонических движений в развивающейся Анойской впадине обусловил значительную мощность накапливавшихся толщ и ее закономерное уменьшение от центральных частей впадины к окраине.

#### ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛК

Россыпная золотоносность отложений ПЛК установлена лишь в речных долинах на окраине впадины

на участках развития в их бортовых частях золотоносного оруденения. Поскольку последнее, как правило, характеризуется площадным распространением, то покровные льдистые образования, перекрывающие плиоценовые аллювиальные отложения в речных долинах, в пределах рудных полей являются в различной степени золотоносными по всей площади и на всю мощность.

Установленные содержания россыпного золота в отложениях покровного ледового комплекса колеблются от 0.008 до 0.543 г/м<sup>3</sup> и иногда превышают его содержания в подстилающих аллювиальных толщах (рис. 6). Распределение металла по разрезам неравномерное и зачастую имеет гнездовой характер. Среднее содержание по пробам, в которых выявлено россыпное золото, составило 0.221 г/м<sup>3</sup>. В 43 % проб содержание золота по атомно-абсорбционному анализу в среднем в 1.3 раза превышает содержание выявленного кластогенного золота. Это указывает на значитель-



**Рис. 6.** Изменение содержания тяжелой фракции (I) и золота (II, III) в разрезах рыхлых отложений речных долин в пределах переходной зоны.

1 – отложения ПЛК: льдистые алевриты с песком и редким щебнем; 2–11 – аллювий: 2 – песчаные илы с прослоями гравия и гальки; 3 – гравий, галька с супесью; 4 – то же с редкими валунами; 5–6 – галька, гравий с небольшим количеством щебня, редкими валунами, супесью (5) и песчаным суглинком (6); 7 – галька, гравий со щебнем, отдельными мелкими валунами и суглинком; 8 – прослой песчаных суглинков с небольшим количеством гравия и гальки; 9 – выветрелые до глинисто-щебневого состояния коренные породы; 10 – то же с просаженой галькой; 11 – эфельные образования; 12 – границы между литологическими разновидностями пород: установленные (а), условные (б). С – содержание золота, г/м<sup>3</sup>; С.т.ф. – содержание тяжелой фракции, кг/м<sup>3</sup>. II – полное содержание золота; III – содержание весьма мелкого и тонкого (менее 0.25 мм) золота. Интервал опробования 1 м.

ное присутствие в данных образованиях пылевидных и тонкодисперсных (менее 0.05 мм) выделений самородного золота, которые в рудах коренных проявлений играют очень существенную роль [11] и которые винтовыми обогащательными аппаратами улавливаются частично. С учетом пылевидных и тонкодисперсных выделений золота среднее содержание на золотоносных участках может оцениваться в 0.3 г/м<sup>3</sup>.

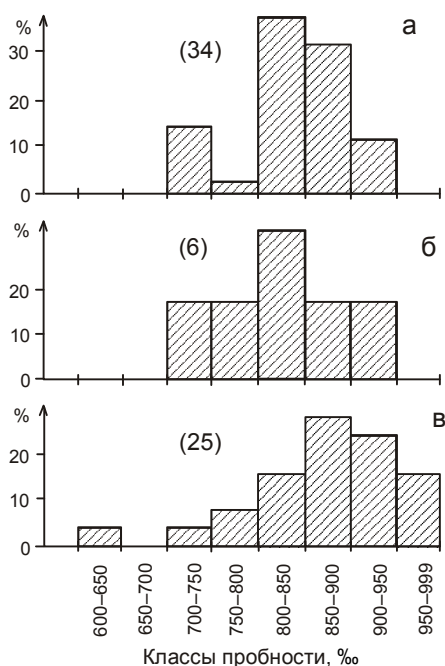
Крупность золота из отложений ПЛК в долинах руч. Дальний и Девичий не превышает 0.25 мм. Основную часть при этом составляет класс 0.1–0.25 мм (табл. 2). В долине р. Тополевка в образованиях ПЛК отмечается более крупное золото (75.7 % приходится на класс 0.25–0.5 мм), но и здесь крупность металла не превышает 0.5 мм. Средний диаметр самородного золота по всем пробам составляет 0.22 мм.

По морфологии в отложениях ПЛК в долинах руч. Дальний и р. Тополевка преобладают пластинчатые разновидности, а в долине руч. Девичий – комковидные (табл. 2.). Золотины практически не обработаны, рудного облика, с мелкоямчатой поверхностью, значительная их доля находится в сростках с кварцем (до 42.9 %) и несет пленки гидроксидов железа (до 40.0 %).

Пробность золота из отложений в долинах р. Тополевка и руч. Дальний и Девичий, по данным микронзондового анализа, золотин класса 0.1–0.25 мм колеблется от 744 до 950 ‰. При этом зерна с пробностью более 900 ‰ составляют 16.7 % от всего количества проанализированных знаков, зерна с пробностью 800–900 ‰ – 50.0 %, а золотины с пробностью менее 800 ‰ – 33.6 % (рис. 7).

**Таблица 2. Морфометрическая характеристика самородного золота из отложений покровного ледового комплекса, % .**

Водоток	Фракции, мм			Форма золотин			Окатанность золотин		Сростки золотин с кварцем	С пленками гидроксидов железа
	-0.1	0.1-0.25	0.25-0.5	Комковидная	Таблитчатая	Пластинчатая	Отсутствует	Слабая		
руч. Дальний	6.4	93.6	-	33.3	-	66.7	100.0	-	33.3	33.3
р. Тополевка	5.0	19.3	75.7	14.3	14.3	71.4	100.0	-	42.9	-
руч. Девичий	6.9	93.1	-	80.0	20.0	-	80.0	20.0	20.0	40.0



**Рис. 7.** Пробность самородного золота в рыхлых отложениях в долине руч. Дальний.

а – элювий, б – покровные льдистые алевриты, в – аллювий. В скобках – количество проанализированных золотин.

Золотины крупнее 0.25 мм обычно имеют высокопробную оторочку, толщина которой не превышает 0.02 мм. Основная их часть характеризуется крупнозернистым строением с плохо выраженными границами зерен. В ходе травления выявляются следы деформаций и кавернообразные углубления от взрыва газовой-жидких включений. В классе крупности 0.1–0.25 мм при травлении зерен с высокой и средней пробностью в центральной части золотин выявляются более низкопробные участки незначительных размеров относительно всей площади среза (реликты «первичного» золота). В целом они характеризуются моно-реже микрозернистым строением и кавернообразной структурой травления со следами деформаций. Выделения золота низкой пробности этого клас-

са крупности имеют более однородное строение. Золотины размерностью менее 0.1 мм характеризуются моно-реже микрозернистым строением и однородным составом по пробности. В качестве микровключений в самородном золоте помимо кварца выявлены пирит, арсенопирит, тетрадимит, гидроксиды железа.

По своим типоморфным признакам и парагенетическим ассоциациям золото из образований ПЛК близко металлу из аллювиальных и элювиально-склоновых отложений и поступило из тех же коренных источников (рис. 7). От золота аллювиальных россыпей оно отличается лишь меньшей степенью обработки и развития гипергенных преобразований.

Особенности вещественного состава отложений ПЛК и типоморфизма распространенных в них золотин позволяют предполагать, что поступление металла в эти образования осуществлялось, главным образом, из зон окисления рудных тел, связанных с допиоценовыми корами химического выветривания.

Изучение форм нахождения золота в отложениях ПЛК в долине руч. Девичий показало, что свободное золото составляет в среднем 77.7 %, связанные формы – 22.3 %. Основу последних определяет металл, находящийся в обломках пород (77.3 % от всего «связанного» золота), при этом большая его часть находится в обломочном материале менее 0.1 мм (65.9 %). Золото, связанное с тяжелой фракцией, составляет всего лишь 5.1 % от полного содержания металла (22.7 % «связанного» золота) и на 71.5 % сосредоточено в зернах класса менее 0.1 мм.

В целом можно отметить, что по уровню концентрации золота, его типоморфным признакам и условиям нахождения отложения ПЛК похожи на элювиальные россыпи в бортах долин. Относительно низкий уровень концентрации металла и в том и в другом случае определяется слабодинамичной средой формирования этих россыпей.

Непосредственно в самой Аннойской впадине в породах ПЛК кластогенное золото не выявлено. В то же время, атомно-абсорбционный анализ показал в них содержание золота до нескольких десятков мг/м<sup>3</sup>.

Очевидно, оно определено его тонкодисперсными выделениями, находящимися как в свободном состоянии, так и, вероятнее всего, в обломках пород. В развитые в пределах Анюйской впадины водные бассейны, в которых происходило накопление пород ПЛК, могли выноситься лишь дисперсные частицы золота. Так как формирование отложений ПЛК осуществлялось за счет нижних частей кор выветривания с невысокой долей высвобождения из рудного материала золотин дисперсной размерности, уровень содержания золота в породах ледового комплекса в Анюйской впадине невысок. Барьеров, на которых бы происходило концентрирование свободных субмикроскопических частиц золота, очевидно, не существовало.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Суглинистые, супесчаные и алевритовые образования ПЛК в южной части Анюйской впадины и речных долинах на ее окраине представляют собой отложения, формировавшиеся в субаквальных условиях слабопроточных мелководных водоемов за счет материала доплиоценовой коры химического выветривания и пород Курьинского кряжа.

Поступление в водоемы материала доплиоценовой коры выветривания с реликтами иллювиально-остаточных концентраций золота [14] обусловило их россыпную золотоносность. При этом имело место простое переотложение концентраций золота кор выветривания (зон окисления рудных тел) в формирующиеся озерно-аллювиальные осадки ледового комплекса. Гидродинамические и гидрохимические условия в момент накопления осадков ПЛК в речных долинах горного обрамления и в Анюйской впадине были малоблагоприятными для формирования высоких концентраций россыпного золота. Кроме того, наиболее богатые части зон окисления рудных объектов района к этому времени были уже эродированы и явились источником аллювиальных россыпей обрамления Анюйской впадины.

Средний уровень содержания золота в ПЛК в речных долинах на южной окраине Анюйской впадины на наиболее обогащенных участках может оцениваться в  $0.3 \text{ г/м}^3$ . Огромные масштабы отложений ледового комплекса, возможность сокращения в несколько раз объема промываемых пород за счет вытравливания льда, постоянное совершенствование технологии извлечения металла позволяют предполагать, что со временем в пределах рудных зон и узлов с площадным характером развития оруденения они могут составить серьезный промышленный потенциал россыпной золотодобычи.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранова Ю.П. Геоморфологический очерк восточной части Колымской низменности // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, 1957. Вып. 11. С. 208–222.
2. Баранова Ю.П., Биске С.Ф. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Северо-Восток СССР. М.: Наука, 1964. 290 с.
3. Белая Б.В., Терехова В.Е. Палинология палеоген-неогеновых отложений острова Айон и бассейна р. Баеково // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан: Севвостгеология, 1982. Вып. 26. С. 82–92.
4. Белый В.Ф. Главные типы вулканических поясов в областях мезозойского тектогенеза Восточной Азии // Мезозойский тектогенез: Материалы VII сессии Научного совета по тектонике Сибири и Дальнего Востока. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1971. С. 168–177.
5. Берлибле Д.Г., Городинский М.Е. Рудоносный габбросиенитовый комплекс Западной Чукотки // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан: Севвостгеология, 1978. Вып. 24. С. 61–67.
6. Биске С.Ф. Четвертичные отложения Колымской низменности // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, 1957. Вып. 11. С. 63–81.
7. Борисов Б. А. Дальнейшее совершенствование Общей стратиграфической шкалы четвертичной системы // Геологические события неогена и квартера России: Современное состояние стратиграфических схем и палеоклиматические реконструкции. М.: ГЕОС, 2007. С. 16–19.
8. Геологическая карта Северо-Востока СССР. 1:1500000. Л.: ВСЕГЕИ, 1982.
9. Гриненко О.В., Жарикова А.П. Палинокомплексы верхнекайнозойских отложений Колымской низменности на рубеже 0.7 млн. лет // Четвертичные отложения Востока СССР (Препринт). Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1982. Вып. 2. С. 18–19.
10. Гриненко О.В., Сергеенко А.И., Белолобский И.Н. Палеоген и неоген Северо-Востока России. Ч. 1. Региональная стратиграфическая схема палеогеновых и неогеновых отложений Северо-Востока России и Объяснительная записка к ней. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 1998. 68 с.; Ч. II. Региональная стратиграфическая схема палеогеновых и неогеновых отложений Восточной Якутии и Объяснительная записка к ней. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 1998. 60 с.
11. Кожевников А.И. Медно-порфировое оруденение как источник питания россыпей золота Тополево-Хетачанской рудной зоны (Западная Чукотка): Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. Томск, 1994. 20 с.
12. Короткий А.М. Анализ коррелятных отложений и реконструкция рельефа горных стран. М.: Наука. 1985. 190 с.
13. Крутоус В.И. Палеоценовая эпоха россыпеобразования Чукотки (на примере Анюйской впадины) // Колыма. 1993. № 3. С. 16–19.
14. Литвиненко И.С. Морфолитогенетические условия образования россыпей золота в северо-западной части Олойской складчатой зоны: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. Магадан, 1995. 20 с.

15. Лунев Б.С., Осовецкий Б.М. Методика поэтапного изучения мелкого россыпного золота // Колыма. 1979. № 11. С. 36–37.
16. Минюк П.С. Граница хронов Матуяма-Брюнес и ее био-стратиграфическая характеристика в отложениях плейстоцена севера Дальнего Востока // Тихоокеан. геология. 2006. Т. 25, № 3. С. 29–39.
17. Романовский Н.Н. Основы криогенеза литосферы. М.: Изд-во МГУ, 1993. 336 с.
18. Рухин Л.Б. Основы литологии. Л.: Недра, 1969. 703 с.
19. Сапрыкин А.А., Стрепетова З.В., Джобадзе В.А. и др. Строение и особенности вещественного состава кайнозойских отложений Анюйской впадины и их значение при поисках россыпей золота // Вопросы геологии россыпей золота, связи с коренными источниками и методики их поисков. М.: ЦНИГРИ, 1981. С. 26–33. (Труды ЦНИГРИ; Вып. 160).
20. Сенетрусов А.Г. Государственная геологическая карта СССР. 1:200000. Олойская серия. Листы Q-57-V-VI. Л.: ВСЕГЕИ, 1982.
21. Сиротило А.В. Строение разреза и возраст отложений Анюйской впадины // Континентальный палеоген и неоген Северо-Востока СССР. Вып. 3. Чукотка (Препринт). Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1989. С. 3–17.
22. Стрепетова З.В., Сапрыкин А.А. О возрасте отложений Анюйской впадины // Четвертичные отложения Востока СССР (Препринт). Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1982. Вып. 1. С. 47–49.
23. Сухорослов В.Л., Нархинова В.Е. Неогеновые отложения Анюйской низменности // Континентальный палеоген и неоген Северо-Востока СССР. Арктическое и тихоокеанское побережье Чукотки; бассейн р. Колыма (Препринт). Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1989. Вып. 1. С. 24–28.
24. Толокольников А.И., Сиротило А.В., Диденко В.П. Новые данные о строении южной окраины Анюйской депрессии // Колыма. 1984. № 11. С. 31–33.
25. Томирдиаро С.В. Лессово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1980. 184 с.
26. Томирдиаро С.В., Черненький Б.И. Криогенно-эоловые отложения Восточной Арктики и Субарктики. М.: Наука, 1987. 198 с.
27. Томская А.И. К палеостратиграфии четвертичных отложений Колымской низменности // Четвертичные отложения Востока СССР (Препринт). Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1982. Вып. 2. С. 20–22.
28. Шер А.В., Гитерман Р.Е., Зажигин В.С., Киселев С.В. Новые данные о позднекайнозойских отложениях Колымской низменности // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 5. С. 69–83.
29. Шер А.В., Вирин Е.И., Зажигин В.С. Стратиграфия, палеомагнетизм и фауна млекопитающих плиоцен-нижне-четвертичной толщи в низовьях Колымы // ДАН СССР. 1977. Т. 234, № 5. С. 1171–1174.
30. Шило Н.А., Городинский М.Е., Гулевич В.В. и др. Золоторудные формации Олойской зоны // Геология и геофизика. 1975. № 11. С. 3–9.
31. Sher A. A brief overview of the late Cenozoic history of the western Beringian lowlands // Terrestrial paleoenvironmental studies in Beringia / M. Edwards, A. Sher, D. Guithrie (eds.). Fairbanks, Alaska, 1997. P. 134–145.

*Рекомендована к печати Н.А. Горячевым*

### *I.S. Litvinenko*

#### **Gold of the ice rock complex in the southern Anyui basin (Western Chukotka)**

The presence of gold in the sandy-loam, silty, and loamy rocks with abundant amount of ice in the southern part of the Anyui basin and river valleys on its margin were investigated with special enrichment equipment (spiral separator and sluice). The formations under consideration were formed under subaqueous conditions of shallow-water low-circulating water reservoirs. A total ice thickness attains to 70%. The size of the enclosed terrigenous material is reduced from basin rocks to its central parts (the river valleys are composed mainly of fine-sand and silt fractions, silt and pelitic fractions are observed in the outlying districts of the Anyui basin, and pelitic ones are marked in the central parts of the basin). It is characterized by a relatively high maturity and presence (in the Anyui basin) of the authigenic siderite in abundance (up to 69%). In the clayey fraction, apart from hydromica, montmorillonite, chlorite, kaolinite, and halloysite, fragments of diatoms have been identified. The participation in the formation of ice complex of the material of the Prepliocene crust of the chemical weathering with relicts of illuvial-remnant gold concentrations conditioned their gold placer. In the river valleys on the basin margin within ore fields they are in a varying degree auriferous the entire area and its whole thickness. The determined clastic gold contents are 0.6gr/m<sup>3</sup>. Average contents of the metal on the enriched areas are estimated as 0/2-0.3 gr/m<sup>3</sup>. Free gold averages 77.7% and is represented by fine (less than 0.5 mm) extractions. The bulk of the "related" gold is concentrated in a light fraction in the grains less than 0.1 mm. Gold content in excess of 43 % of samples above the content of the established clastic gold indicates the presence of considerable dust-like and fine-dispersed extractions in the formations. Directly in the Anyui basin in the ice rocks the clastic gold has not been revealed. Atomic-absorption analysis showed the gold content in them up to several tens of mg/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** ice rocks, placer, gold, NE Russia.