

Экологическая и прикладная геоморфология

УДК 551.4.08:551.4.07:553.068.5:(-925.17)

© 2013 г. А.В. БРЕДИХИН, И.С. ВОСКРЕСЕНСКИЙ, И.А. КАРЕВСКАЯ,
Е.В. ЛЕБЕДЕВА, Г.А. ШУБИН

**ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ДЛЯ ПРОГНОЗА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА
НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ
(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ С.С. ВОСКРЕСЕНСКОГО)**

Дальний Восток сыграл особую роль в жизни и судьбе профессора географического факультета МГУ Сергея Сергеевича Воскресенского. Он начал исследования в Амурской области в 30-х гг. XX столетия в составе экспедиций треста “Аэрогеология” еще во время своего обучения на факультете. Здесь же до второй половины 1939 г. проходил действительную службу в подразделениях инженерных войск Красной Армии. В дальнейшем непрерывно с 1961 г. до 1993 г. под его научным руководством на Дальнем Востоке проводились исследования геоморфологических условий формирования россыпей золота для целей их прогноза [1]. Теоретические обобщения и практические результаты этих работ привели к созданию нового научного направления, которое было названо С.С. Воскресенским “геоморфологией россыпей”. Его основные положения были изложены в одноименном труде [2], который явился первым и до настоящего времени единственным в своем роде учебным пособием для подготовки геоморфологов-россыпников.

Эффективность начатых С.С. Воскресенским еще в 1961 г. работ по оценке и прогнозу россыпей золота приводит к созданию в 1965 г. Зейской геоморфологической партии МГУ, которая, как подчеркивает один из известных руководителей геологии Амурской области И.А. Васильев, целенаправленно разрабатывала “геоморфологические критерии поисков погребенных россыпей золота” [3, с. 230]. Итоги первых лет исследований были опубликованы в коллективной монографии, посвященной геоморфологии и россыпям Амуро-Зейской равнины и низкогорий Малого Хингана. Основное внимание в ней было уделено определению “критериев наличия погребенных долин” [4, с. 59]. Был сделан важный методический вывод о том, что благоприятная геоморфологическая обстановка для формирования россыпей определяется историей развития рельефа и речных долин, наличием эпох денудации и накопления рыхлых отложений.

Исследования на Амуро-Зейской равнине были продолжены в бассейнах верхней Колымы и Индигирки в 1968–1988 гг. Детальное рассмотрение палеогеоморфологических реконструкций в Колымо-Индигирском регионе находится вне пределов данной статьи, но важно подчеркнуть, что сделанные там рекомендации по прогнозу аллювиальных россыпей были заверены на практике геологическими службами и добывающими предприятиями. Для большей части изученных крупных бассейнов Ко-

лымо-Индибирского региона проведенная прогнозная оценка россыпей оправдалась в 60–66% случаев, что является высоким показателем [5].

При оценке пространственного положения россыпей в этом регионе было установлено, что молодые врезы находятся в различных соотношениях с древними (эоплейстоценовыми). Аллювий последних был наиболее продуктивным, что, в конечном итоге, и определило золотоносность долин неоплейстоценового возраста [5]. Полученные здесь научные и практические результаты позволили целенаправленно проводить исследования и в других районах нашей страны.

В основе разработанных подходов к прогнозу россыпей золота лежит реконструкция региональных палеогеографических и палеогеоморфологических условий позднего кайнозоя. На основании палеогеографического и фациально-генетического анализа коррелятных отложений [5, 6] была доказана неоднократная смена эпох врезания и аккумуляции в речных долинах и установлено, что глубина врезания в эоплейстоцене–раннем неоплейстоцене была близка современной.

Изучение условий и факторов, определявших эволюцию рельефа, позволило сформулировать главные принципы геоморфологического анализа территорий с целью прогноза аллювиальных россыпей [5, 7]. Это: 1) изучение денудационного рельефа – поверхностей выравнивания с целью определения возрастного рубежа активизации неотектонических движений как времени начала формирования современной долиненной сети; 2) определение пространственных соотношений форм флювиального рельефа и прежде всего цоколей врезов (фрагментов днищ древних погребенных и приподнятых долин); 3) анализ ледникового рельефа – определение зональности ледниковых и флювиогляциальных форм, наличие которых часто определяет сохранность золотоносного аллювия; 4) исследование прибрежно-морских и флювиальных форм современных и древних морских побережий на предмет возможного расширения объектов поисков россыпей; 5) разноплановое детальное изучение рыхлых коррелятных отложений, в том числе фиксирующих древний экспонированный и погребенный рельеф с точки зрения их возможной золотоносности.

Дальнейшее использование и отработка подходов С.С. Воскресенского к изучению закономерностей строения речных долин для целей восстановления истории развития рельефа и поиска россыпей происходили в нескольких регионах юга Дальнего Востока: в Западном Приохотье, Нижнем Приамурье, на севере Амуро-Зейской равнины. При этом в каждом регионе исследования имели свою специфику.

Неотъемлемой частью исследований истории развития рельефа в целом и речных долин в частности являются региональные палеогеографические реконструкции. Восстановление истории развития рельефа и этапов россыпеобразования опирается прежде всего на возрастное расчленение, детальную стратификацию, межрегиональные корреляции рыхлых позднекайнозойских отложений, а также на реконструкцию палеофитоклиматических условий, определяющих специфику морфолитогенеза. Первые реконструкции палеоландшафтов для Амуро-Зейской равнины и низкогорий Мал. Хингана были сделаны С.С. Воскресенским и Ю.В. Маховой в начале 1970-х гг. [4, 8]. В дальнейшем участниками экспедиций под его руководством был собран обширный фактический материал по соседним регионам Дальнего Востока; выполнено большое количество анализов вещественного состава рыхлых отложений (минералогический, палинологический, гранулометрический, глинистых минералов, петрографического состава и морфометрии галечного материала), проведено абсолютное датирование толщ.

По данным послойного спорово-пыльцевого анализа более 500 образцов из рыхлых позднекайнозойских отложений Западного Приохотья, Нижнего Приамурья, Амуро-Зейской равнины установлены особенности плиоцен-неоплейстоценовых ландшафтов наиболее выраженных и значимых этапов рельефообразования исследуемых регионов [9, 10]. Относительный возраст осадков, определенный по палинологическим данным, контролировался геоморфологическим положением рыхлых толщ,

а также термолюминесцентными, радиоуглеродными и калий-аргоновыми датировками. По результатам комплексных исследований была создана региональная рабочая стратиграфическая схема юго-западного Приохотья, включающая Западное Приохотье (хр. Джугджур и Прибрежный, Лантаро-Немуйскую депрессию, верховья рек бассейна Алдана) и Нижнее Приамурье (побережье Сахалинского залива, Ул-Лонгарийскую и Сивукскую депрессии, бассейн р. Амгунь) [11]. Все это позволило получить основу для детального восстановления этапов развития рельефа и формирования золотоносных россыпей региона.

Наибольший объем репрезентативного аналитического материала получен для конца эоплейстоцена (1 млн – 700 тыс. л. н.), для шести неоплейстоценовых потеплений (межледниковий) и трех последних холодных эпох, начиная с конца среднего неоплейстоцена. Менее изученными и дискуссионными остаются до настоящего времени палеогеографические условия трех наиболее древних похолоданий – двух в раннем и одного в начале среднего неоплейстоцена.

Для эоплейстоцена в интервале 1 млн – 700 тыс. л. н. (кантагский стратиграфический горизонт региональной стратиграфической схемы юго-западного Приохотья [11]) в пределах исследуемой территории отмечена повсеместная континентализация климата (с чертами семигумидного), что приводило к заметной ксерофитизации растительности [9]. На склонах южной экспозиции преобладали степные злаково-полюнные фитоценозы, так называемые “экспозиционные степи”. В долинах и на северных склонах росли смешанные и хвойные леса с участием теплолюбивых и экзотических пород – кедра корейского, бука, дуба монгольского, ильма, берез даурской и пушистой, а также ореховые, лоховые, волчегодниковые. Средние температуры января составляли -16 – -18°C , июля – $+20$ – -22°C ; количество осадков не превышало 500–600 мм/год.

Мощность древних аллювиальных отложений кантагского горизонта колеблется от 9 до 45 м. Они представляют собой преимущественно хорошо окатанный галечный материал и сохранились в бассейнах рек восточного и западного склонов хр. Джугджур, в Нижнем Приамурье, на севере Амуро-Зейской равнины. Абсолютные датировки лежат в интервале от 730 до 1030 ± 88 тыс. л. н. (здесь и далее приведены результаты радиотермолюминесцентного анализа, проведенного О.А. Куликовым).

Выраженная континентализация климата зафиксирована еще для двух теплых эпох – во второй половине древнего и среднего неоплейстоцена. Повсеместно господствовали березовые, березово-лиственничные, реже – березово-лиственнично-еловые (с пихтой в Нижнем Приамурье) леса сложного состава. Наряду с разнообразными видами берез отмечены широколиственные породы: дуб, липа, вяз, лещина, клен, жимолость и др. Заметна роль травяно-кустарничковых растений сухих экотопов: эфедры, полыней, маревых. Средние температуры января опускались до -26 – -30°C (-32°C), июля – $+18$ – -20°C ; количество осадков составляло менее 400 мм/год; существовала островная мерзлота. С обеими теплыми эпохами связано начало накопления констративного аллювия мощных (до 20 м) аккумулятивных толщ.

Начало древнего неоплейстоцена и первое среднее неоплейстоценовое потепление – улекитские слои в юго-западном Приохотье (355 ± 88 тыс. л. н.) – характеризуются заметным потеплением и гумидизацией климата. Южная тайга была единой ландшафтной формацией по всему исследуемому региону [10, 11]. В древостое принимали участие тсуга, пихта, различные виды елей, сосен, лиственниц, берез, а также широколиственные породы: орех, граб, дуб, орешник, липа, ильм, лох и др. В южных районах Приамурья южно-таежные формации сочетались с хвойно-широколиственными. В древостое встречались кедр корейский, ясень, клен. Средние температуры января составляли -22 – -24°C июля – $+20$ – -22°C ; количество осадков достигало 600–700 мм/год; мерзлота отсутствовала.

Заметная гумидизация климата (с муссонной составляющей) характерна и для середины первого позднее неоплейстоценового потепления. Господствовали южно-таежные темнохвойные и хвойно-мелколиственные леса. В древостое преобладали ели

секций *Eurpiceae et Omoricae*, кедры, режа – пихта и лиственница. В смешанных лесах значительную роль играли березы, в т. ч. экзотические; небольшую примесь составляли умеренно-термофильные широколиственные таксоны. Средние температуры января $-22-24^{\circ}\text{C}$, июля $+18-20^{\circ}\text{C}$ ($+22^{\circ}\text{C}$); количество осадков увеличилось до 700–800 мм/год; наблюдалась островная мерзлота.

Последнее неоплейстоценовое потепление слабо выражено по теплообеспеченности, но повсеместно характеризуется меньшей континентальностью по сравнению с современными условиями. Это приводило к расширению пояса зарослей кедрового стланика в горах Западного Приохотья, а в Приамурье – к заметному усилению в растительном покрове роли среднетаежных и южно-таежных темнохвойных формаций. Средние температура января $-24-26^{\circ}\text{C}$, июля $+14-16^{\circ}\text{C}$; количество осадков – 600–700 мм/год, островная мерзлота сохранялась.

Два раннеоплейстоценовых похолодания были неглубокими. На исследуемой территории преобладали среднетаежные формации, а в Нижнем Приамурье местами сохранялись южно-таежные леса с редким участием в древостое наиболее холодостойких широколиственных таксонов: ильма, липы, лещины, жимолости. Лишь в конце раннего неоплейстоцена на южных и восточных отрогах хр. Джугджур, в бассейне верхнего течения рек Май, Зеи, в Лантаро-Немуйской депрессии стали господствовать северо-таежные лиственнично-березовые леса с участием темнохвойных пород, а в Нижнем Приамурье средняя тайга вытеснила южно-таежные ценозы.

Ландшафты первого среднеоплейстоценового похолодания исследованы в настоящее время значительно слабее по сравнению с другими холодными полуритмами плейстоцена. На большей части исследуемой территории сохранялись северо-таежные и даже среднетаежные формации.

Первое наиболее выраженное похолодание относится к концу среднего плейстоцена. Для этого времени на исследуемой территории выделяется уже два подзональных эколого-фитоценологических комплекса. Для первого были характерны северо-таежные березово-лиственничные леса с редким участием темнохвойных пород, с поясом кедрового стланика и ольховника на хребтах Джугджур и Прибрежный, в долинах – мари. Средние температуры января $-28-30^{\circ}\text{C}$, июля $+12-14^{\circ}\text{C}$; количество осадков составляло 500–600 мм/год. Для второго эколого-ценотического комплекса – в Нижнем Приамурье – были типичны преимущественно среднетаежные елово-лиственничные леса с редким участием холодостойких широколиственных таксонов (ильм, лещина).

Во второй половине холодной эпохи на севере территории заметную роль в ландшафтах стали играть травяно-гипново-сфагновые, а позднее – криоксерофитные сообщества. Климат становился все более холодным и резко континентальным, но регион по-прежнему относился к умеренному климатическому поясу. Со вторым среднеоплейстоценовым похолоданием связана максимальная для Дальнего Востока экспансия горных ледников вплоть до восточных склонов хр. Джугджур и Прибрежный на широте Лантаро-Немуйской депрессии. Для этого времени характерно формирование 25–40-метровых аккумулятивных террас. Возраст осадков по термолюминесцентным датировкам составил $120\pm 30 - 140\pm 45$ тыс. лет.

Оба позднеоплейстоценовых похолодания были наиболее суровыми по сравнению с ранне- и среднеоплейстоценовыми. Впервые в холодные эпохи позднего неоплейстоцена южная граница арктического пояса достигала широты $58-59^{\circ}$. На исследуемой территории вплоть до Нижнего Приамурья господствовали условия субарктики. Похолодания климата сопровождалась резкой континентализацией, что проявлялось главным образом в снижении зимних температур и уменьшении снежного покрова.

В Западном Приохотье в начале холодных эпох группировки типичных и горных тундр сочетались с ерниковыми и крупнокустарниковыми (ольховниковыми и кедрово-стланиковыми) тундрами. Лишь в речных долинах местами сохранялись березово-лиственничные леса и редколесья. Нижнее Приамурье было покрыто север-

ными лиственничными лесами и редколесьями, марьями, ерниками. На склонах росли кедрово-стланиковые и ольховниковые тундры.

В криоксеротические фазы позднего плейстоцена на хребтах Джугджур и Прибрежном наряду с ерниковыми и осоково-зеленомошными сообществами появились тундростепи – криоксерофитные травяно-папоротниковые группировки, тяготеющие к условиям резко континентального малоснежья и суровости зим. Среднемесячные температуры января $-28-30^{\circ}\text{C}$ и $+4-8^{\circ}\text{C}$ для июля; среднегодовое количество осадков – менее 250–300 мм. В Нижнем Приамурье тундростепи отсутствовали. В ландшафтах преобладали лиственнично-березовые леса и редколесья, меньшую роль играли травяные, ивнячково-зеленомошные, ерниковые и крупнокустарниковые ценозы.

В долинах Западного Приохотья, в бассейне Нижнего Амура и на севере Амурской равнины по разрезам первых надпойменных террас с относительной высотой 4–7 м фиксируется позднеплейстоценовый этап аккумуляции. Мощность аллювия составляет 9–15 м, а его накопление, так же как и в конце среднего плейстоцена, происходило с конца предыдущей эпохи потепления и на протяжении всего последнего (резко континентального) этапа похолодания вплоть до начала голоцена. Такие колебания климата на протяжении позднего кайнозоя, наряду с активизацией тектонических движений и развитием оледенения обусловили сложную историю формирования рельефа с неоднократным чередованием этапов углубления и выполнения речных долин.

Исследования в юго-западном Приохотье (1978–1986 гг.) позволили наметить основные этапы развития рельефа и формирования долинной сети этого региона (причем как бассейнов Тихого, так и Северного Ледовитого океанов), установить последовательность континентального осадконакопления в позднем кайнозое, определить причины аккумуляции и масштабы выполнения долин, а также специфику формирования россыпей [12].

В развитии рельефа и формирования рыхлых отложений территории в кайнозое были выделены три этапа [12, 13]. В *олигоценый этап регионального выравнивания* происходило формирование кор выветривания каолинового состава и широкого комплекса тонкодисперсных отложений в условиях озер и водотоков равнинного типа при обильном поступлении продуктов выветривания со склонов и водоразделов. Его сменил *неогеновый этап регионального расчленения* на фоне преобладания восходящих тектонических движений и локального выравнивания по периферии депрессий с чередованием врезания долин и размыва рыхлых отложений с периодами аллювиального, аллювиально-озерного и аллювиально-пролювиального осадконакопления. Наиболее существенная перестройка рельефа территории происходила в середине плиоцена. В это время в результате активизации тектонических поднятий сформировались низко- и среднегорные хребты, близкие по высотам современным, а осадки приобрели принципиальные отличия от рыхлых образований палеогена и неогена – это были уже преимущественно грубые галечно-валунные отложения с песчано-гравийным заполнителем, формировавшиеся потоками полугорного и горного типов. К концу эпохи активизации тектонических движений глубина врезания долинной сети на отдельных участках составила сотни метров.

Эоплейстоцен-неоплейстоценовый этап эрозионно-аккумулятивного развития долин на фоне некоторого снижения темпов и дифференцированности тектонических движений и развития оледенения характеризовался чередованием подэтапов врезания, размыва и выполнения долин горного и полугорного типа (или их фрагментов) грубообломочными толщами флювиальных и ледниковых отложений. Причем глубина врезания в разные эпохи данного этапа, как правило, мало отличалась друг от друга (метры, иногда первые десятки метров). Величина аккумуляции колебалась в значительных пределах и достигала 100–120 м. Подобная смена в направленности развития речных долин вела к сокращению площади междуречий и расширению эрозионных врезов (рис. 1).

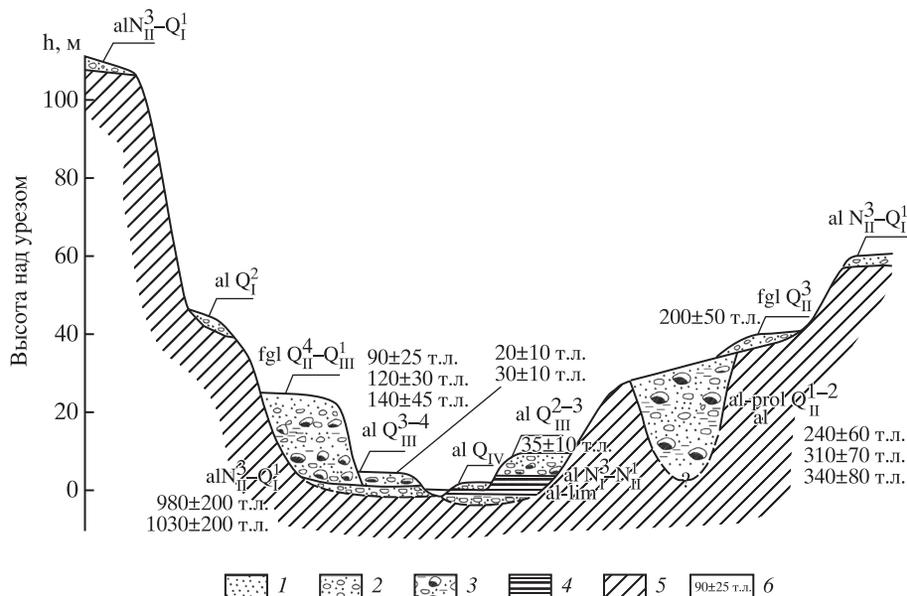


Рис. 1. Схема геоморфологического положения разновозрастных толщ рыхлых отложений Западного Приохотья (по [13])

1 – пески, 2 – галечники с песчано-гравийным заполнителем, 3 – валунно-галечные отложения с песчано-суглинистым заполнителем, 4 – глины, 5 – коренные породы, 6 – абс. возраст (тыс. лет) отложений по результатам радиотермолюминесцентного анализа, выполненного О.А. Куликовым

В развитии долин региона на протяжении позднего кайнозоя выделены следующие подэтапы. *Эоплейстоценовый* и *раннеэоплейстоценовый подэтап* эрозионно-аккумулятивного развития с аккумуляцией аллювиального и аллювиально-озерного материала мощностью от 40–60 до 100–120 м на фоне дифференцированных блоковых движений и резких колебаний влажности климата. Фрагменты днищ древних долин, как правило, располагаются на высотах, близких современному урезу рек (+1 – –7 м). При этом в пределах некоторых платформенных участков (руч. Курун-Урях в бассейне Алдана) они вскрыты на глубинах до –16–18 м и даже до –40 м.

Среднеэоплейстоценовый (Q₂¹) подэтап отличался накоплением мощных плохо сортированных толщ аллювиально-пролювиального генезиса в средних и нижних звеньях долиненной сети при продолжающемся размыве на обширных площадях в верхних ее звеньях. В нижних и средних звеньях речной сети шла быстрая разгрузка и аккумуляция перемещенного разнородного материала, которая распространялась вверх по долинам. Гидродинамический режим был бурным, но нестабильным в целом, условия осадконакопления близки аллювиально-пролювиальным [14]. Мощность толщ выполнения достигала 30–70 м, а в Удской депрессии – и более. Впоследствии эти аккумулятивные толщи на большей части территории были уничтожены и сохранились лишь на участках планового несовпадения разновозрастных врезов и в погребенных долинах (руч. Курун-Урях).

В *средне-позднеэоплейстоценовый подэтап (Q₂⁴–Q₄)* на фоне развития оледенения происходила неоднократная смена процессов врезания водотоков и выполнения речных долин флювиальными и ледниковыми отложениями мощностью 5–30 м. Достоверно установлено существование трех этапов оледенения территории. Верхние уровни выполнения долин были весьма не выдержаны по площади и во многом связаны с конкретными геоморфологическими условиями и близостью к центрам оледенения. В приустьевых частях рек аккумуляция продолжалась и в первое позднеэоплейстоценовое потепление (Q₃¹), что было связано с их подпруживанием в результате

трансгрессии моря; величина аккумуляции составила 12–15 м [15]. Горно-долинные оледенения позднего неоплейстоцена оказали весьма существенное влияние на состав и характер позднеоплейстоценового аллювия: 10–12 и 3–6-метровые надпойменные террасы (сформированные, соответственно, в Q_3^{2-3} и Q_3^{3-4}) сложены в различной степени перебитым ледниковым материалом.

Установленные этапы развития рельефа юго-западного Приохотья сыграли различную роль для россыпеобразования региона [12]. В период регионального выравнивания происходило высвобождение полезного компонента, а на протяжении неогена – расчленение исходной поверхности выравнивания в пределах положительных морфоструктур и перебив продуктов гипергенеза, увеличивалась глубина вскрытия рудных тел, шло формирование россыпей, включивших в себя основной объем полезного компонента. Причем наиболее благоприятные условия для этого складывались в переходных зонах от впадин к горным сооружениям. В плейстоцене наметилась определенная консолидация положительных и отрицательных морфоструктур, вызвавшая врезание речной сети также на площади ряда депрессий – Лантаро-Немуйской, Ул-Лонгарийской, Сивукской и др. Чередование эпох выполнения долин рыхлым материалом с эпохами размыва аккумулятивных толщ, расширение эрозионных врезов в плейстоцене-голоцене привело к преобразованию ранее сформированных россыпей и перераспределению полезного компонента преимущественно по базальным горизонтам молодых аллювиальных толщ. Об этом свидетельствуют как морфология частиц золота, так и расхождение единого контура россыпей вниз по долине в плане и по вертикали на несколько струй (например, бассейн руч. Курун-Урях и др.). Причем последние иногда могут образовывать висячие пласты, что и подтверждает изложенную выше схему чередования этапов выполнения и углубления долин.

В 1987 г. по инициативе С.С. Воскресенского и руководителя Амурской экспедиции В.П. Пана геоморфологические исследования вновь были организованы на севере Амура-Зейской равнины, где они продолжались до 1996 г. В работах, в т.ч. полевых, вплоть до своей кончины принимал активное участие С.С. Воскресенский. В основе проводимых исследований также лежала реконструкция региональных палеогеоморфологических и палеогеографических условий позднего кайнозоя. Однако в целом это был качественно новый этап, опирающийся на закономерности, установленные в результате ранее проведенных работ. Специализированные геоморфологические исследования были сконцентрированы преимущественно по периферии равнин – в переходной зоне к обрамляющим их горным хребтам; на задаче выявления геоморфологических условий формирования россыпей, образованных в результате переработки промежуточного коллектора миоцен-плиоценового возраста и концентрации полезного компонента в аллювии долин плейстоценового возраста.

В горных обрамлениях южного склона Станового нагорья (верховья р. Зеи и ее притоков Онони, Якодокит и Купури), хр. Турана (бассейны Селемджи и Биссы) и Соктахан (бассейны Зеи и Депа) были выделены фрагменты трех поверхностей выравнивания регионального и локального характера дат-палеогенового, миоценового и раннеплиоценового возраста. История становления долин с начала плиоцена включала 6 эпох врезания и последующей аккумуляции. В переходной зоне между горами и равнинами плановое соотношение древних погребенных долин было различно, что определило условия формирования россыпей разной продуктивности. В равнинном рельефе в долинах наиболее крупных рек самый глубокий тальвег имел среднеоплейстоценовый возраст, а менее глубокий – позднеоплейстоценовый (рис. 2). При этом голоценовый врез не достиг глубины предыдущих. В сопочно-котловинном рельефе в долинах рек высоких порядков самый глубокий врез оказался более молодым – позднеоплейстоценовым. При этом среднеоплейстоценовый врез сохранился под террасовалом долин на относительной высоте в первые метры над современным урезом (рис. 3).

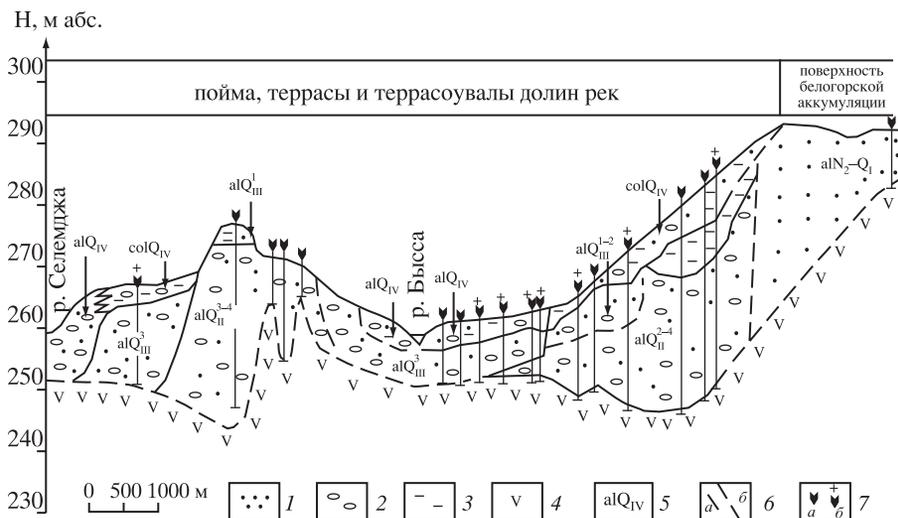


Рис. 2. Строение долин рек Селемджа и Бысса и поверхности белогорской аккумуляции в северо-восточной части Амуро-Зейской равнины

1 – песок; 2 – валуны и галька; 3 – суглинки и глины; 4 – андезиты мелового возраста; 5 – генезис и возраст отложений по результатам литолого-минералогического и спорово-пыльцевого анализа Амурской партии географического факультета МГУ (1987–89 гг.); 6 – кровля коренных пород по данным (а – бурения, б – ВЭЗ); 7 – скважины поисково-разведочного бурения (а), в т. ч. по которым выполнены литолого-минералогический и спорово-пыльцевой анализы (б)

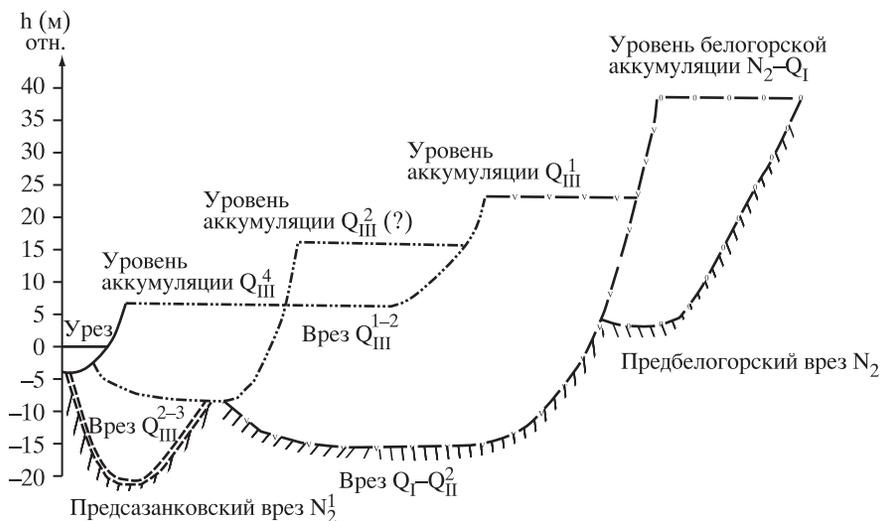


Рис. 3. Принципиальная схема соотношения эрозионных врезов плиоцен-плейстоценового возраста в северо-восточной части Амуро-Зейской равнины (бассейны рек Селемджа и Бурунда)

Удалось установить, что наиболее благоприятные условия для формирования россыпей территории за счет переработки промежуточных коллекторов создаются на участках с сопочно-котловинным рельефом. При этом наиболее перспективны участки совпадения днищ современных долин и древних врезов. В асимметричных широких долинах россыпи могут сохраняться и в прибортовых частях долин в пределах террасоувалов. Благоприятным фактором в формировании россыпей является сохранность

на междуречьях слабозолотоносных осадков плиоценового, эоплейстоценового и раннеоплейстоценового возраста, которые служат промежуточным коллектором.

С целью прогноза россыпей и коренных месторождений золота в 1987–1993 гг. на территории Амурской области была также проведена оценка “денудационного выреза” [16] с учетом детальной реконструкции палеоландшафтов. Впервые была установлена зависимость темпов денудации от ландшафтно-климатических условий, в частности от смены гумидизации климата резкой континентализацией на границе миоцена и плиоцена, а также дважды в плиоцене и четыре раза в неоплейстоцене. Значительный объем коренных и рыхлых пород, переработанных в результате углубления долин в позднем кайнозое наряду с большими мощностями аллювия создал здесь оптимальные условия для россыпеобразования.

В течение большего времени позднего кайнозоя темпы денудации составляли 0.04–0.06 мм/год, а в холодные эпохи плейстоцена снижались до 0.01–0.2 мм/год (т.е. колебались в пределах от 10–20 до 60–70 м/млн лет, соответственно). При этом в горных хребтах и массивах нарастание относительных превышений увеличивало темп денудации, а на равнинах в эпохи аккумуляции темп денудации сохранялся высоким в пределах преимущественно современных сопочных массивов. Поэтому золотороссыпные узлы Амуро- и Верхнезейской равнин и их горного обрамления вследствие особенностей истории развития рельефа в позднем кайнозое различаются по величине эрозионно-денудационного выреза.

В горных хребтах Становом, Тукурингра, Селемджинском и других величина эрозионно-денудационного выреза (без учета среза с вершинных поверхностей междуречий) колеблется от 200–600 м и уменьшается до 20–60 м во внутригорных котловинах. В пределах аккумулятивных и аккумулятивно-денудационных Амуро- и Верхнезейской равнин он составляет 10–40 м, а в сопочных массивах возрастает до 260 м.

Проведенные исследования показали, что золотороссыпные узлы тяготеют к: а) горному расчлененному рельефу, б) сопочным массивам, в) денудационным всхолмленным равнинам. Причем в горных хребтах и массивах величина эрозионно-денудационного выреза изменяется от их центра к периферии от 200–400 м до 150–100 м и для них характерна тенденция прямой зависимости линейных запасов россыпей от величины выреза. Для золотороссыпных узлов в пределах денудационных равнин выявлена обратная зависимость: величина выреза уменьшается от 100–300 м в центре до 20–80 м на периферии, а линейные запасы золота при этом возрастают, что связано с наличием россыпей древних долин, оторванных от современной гидросети.

Заключение

Большой объем выполненных полевых и аналитических исследований за 17 лет – с 1976 по 1993 г. в юго-западном Приохотье и в пределах Амуро-Зейской равнины позволил подтвердить и детализировать основные идеи С.С. Воскресенского. В частности, на протяжении большей части неоплейстоцена вся территория исследования относилась к умеренному климатическому поясу со слабой дифференциацией растительного покрова. В конце среднего неоплейстоцена впервые происходит разделение таежных формаций на два подзональных типа ландшафтов: северную и среднюю тайгу. Лишь в холодные эпохи позднего неоплейстоцена на исследуемой территории вплоть до Нижнего Приамурья господствовали резко континентальные условия субарктики. Для неоплейстоцена отчетливо прослеживается связь этапов аккумуляции констративного аллювия с волнами континентализации климата.

В силу сходства в изученном регионе истории развития рельефа и ландшафтно-климатических условий морфолитогенеза этапы формирования долин в позднем кайнозое в Западном Приохотье, Нижнем Приамурье, на северо-востоке Амуро-Зейской равнины носят в целом синхронный характер: 1) олигоценый этап регионального выравнивания, формирования автоморфных кор выветривания и комплекса озерных и аллювиальных отложений при поступлении продуктов выветривания с междуречий;

2) неогеновый этап образования расчлененного горного рельефа, формирования локальных поверхностей выравнивания по периферии впадин в сочетании с эпохами углубления долин и их выполнения аллювиально-озерно-пролювиальными осадками; 3) плейстоценовый этап, включающий чередование эпох врезания и аккумуляции в долинах с накоплением толщ флювиальных и ледниковых отложений, достигающих мощности 100–120 м.

Важным выводом проведенных работ явилось определение наиболее благоприятных геоморфологических условий для формирования россыпей региона. Россыпи создавались преимущественно за счет переработки промежуточных коллекторов золотоносных отложений плиоцен-неоплейстоценового возраста: в горах – на участках унаследованного развития долин, а на равнинах – в пределах сопочно-котловинного рельефа с минимальной (до 30 м) величиной эрозионно-денудационного выреза.

“Пустые домислы – в мусорную корзину, на столе исследователя должны быть только факты”, – любил говорить Сергей Сергеевич. И его многочисленные ученики, разлетевшиеся по всему бывшему Советскому Союзу, да и за его пределы, твердо усвоили эту истину... Среди них – участники исследований по поиску россыпей золота на Дальнем Востоке: Р.Т. Бексеитова, С.И. Большов, О.А. Борсук, А.В. Бредихин, С.И. Варегин, С.Д. Венцкевич, Г.С. Галкина, С.Т. Григорян, Г.В. Дреер, И.С. Воскресенский, К.С. Воскресенский, М.П. Гричук, Т.Ф. Джобадзе, О.А. Кадетов, И.А. Каревская, Г.Н. Колосова, В.И. Коноплева, М.В. Косолапова, В.А. Костомаха, В.А. Кривцов, И.И. Крылов, С.А. Лебедев, Е.В. Лебедева, И.Э. Логинова, Ю.В. Махова, С.Н. Минаев, З.Г. Мирзаханова, Т.В. Михайлова, В.Ф. Монахов, В.Э. Мурзаева, Н.Г. Патык-Кара, З.М. Полосухина, Г.А. Постоленко, А.М. Сокольский, В.А. Соловьев, Н.С. Ульянова, О.Н. Фишкин, Т.С. Хорошилова, Т.Н. Хрестина, М.Н. Чанышева, Г.А. Шубин и многие-многие другие. Мы не можем перечислить их всех, но главное, что сами они помнят или помнили о Сергее Сергеевиче и о том, что все мы – его ученики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амурская область. Опыт энциклопедического словаря. Хабаровск: Амурск. отд-ние Хабар. кн. изд-ва, 1989. 416 с.
2. *Воскресенский С.С.* Геоморфология россыпей. М.: Изд-во МГУ, 1985. 208 с.
3. История геологических исследований и развития горного промысла в Верхнем Приамурье (документы, материалы, воспоминания). Благовещенск: Зeya, 2001. 432 с.
4. Геоморфология Амуро-Зейской равнины и низкогорий Малого Хингана / С.С. Воскресенский. М.: Изд-во МГУ, 1973. Ч. 1. 276 с.; Ч. 2. 96 с.
5. *Воскресенский С.С., Лебедев С.А., Постоленко Г.А.* Принципы геоморфологического анализа территории при прогнозе аллювиальных россыпей // *Вестн. МГУ. Сер. 5. География.* 1985. № 6. С. 25–31.
6. *Воскресенский С.С., Гричук М.П., Каревская И.А. и др.* Стратиграфия четвертичных отложений Индигиро-Колымского среднегорья М.: Изд-во МГУ, 1984. 62 с.
7. *Воскресенский С.С., Воскресенский И.С., Лебедев С.А., Постоленко Г.А.* Результаты геоморфологических исследований (научных и производственных) для поисков россыпей в горах Востока СССР // *Вестн. МГУ. Сер. 5. География.* 1987. № 6. С. 23–26.
8. *Воскресенский С.С.* Палеогеография Дальнего Востока в кайнозое // *Вестн. МГУ. Сер. 5. География.* 1971. № 6. С. 11–17.
9. *Каревская И.А.* Плейстоценовые эпохи похолодания и зональность растительного покрова на Дальнем Востоке России по палинологическим данным // *Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия.* М.: Изд-во ИГиРГИ, 1999. С. 134–143.
10. *Каревская И.А.* Субширотная дифференциация растительности на Дальнем Востоке России в неоплейстоцене // *М-лы Всерос. научн. конф. “Марковские чтения 2010 года”.* М.: Изд-во МГУ, 2011. С. 163–172.
11. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Востока СССР // *Тр. Межвед. стратигр. комитета СССР.* Магадан: Наука, 1987. С. 150–184.
12. *Лебедев С.А., Лебедева Е.В.* Эволюция рельефа и формирование россыпей (на примере Юго-Западного Приохотья) // *Геоморфология.* 1998. № 1. С. 30–41.

13. *Лебедева Е.В.* История развития рельефа и неоген-четвертичные отложения Западного Приохотья: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1991. 28 с.
14. *Лебедева Е.В., Каревская И.А., Куликов О.А., Полякова Е.И.* Киранская толща среднего плейстоцена Западного Приохотья // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1990. № 7. С. 150–152.
15. *Лебедев С.А., Фишкин О.Н., Лебедева Е.В., Косолапова М.В.* Следы морских ингрессий в пределах депрессионных морфоструктур юго-западного Приохотья // Прибрежная зона дальневосточных морей в плейстоцене. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. С. 36–52.
16. *Воскресенский И.С., Каревская И.А. Ковалев С.Н.* Позднекайнозойский эрозионно-денудационный вырез и прогнозная оценка россыпей Дальнего Востока России // Проблемы геологии и металлогении северо-востока Азии на рубеже тысячелетий. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. Т. 3. Четвертичная геология, геоморфология, россыпи. С. 60–63.

Московский государственный университет
 Географический факультет, Ин-т географии РАН

Поступила в редакцию
 25.12.2012

**PALEO-GEOMORPHOLOGICAL INVESTIGATIONS FOR THE PROSPECTING
 OF GOLD PLACERS IN THE FAR EAST OF RUSSIA
 (TO THE 100th ANNIVERSARY OF S.S. VOSKRESENSKY)**

A.V. BREDIKHIN, I.S. VOSKRESENSKY, I.A. KAREVSKAYA, E.V. LEBEDEVA, G.A. SHUBIN

Summary

In the years 1976–1993 the disciples S.S. Voskresensky according to his ideas made a detailed reconstruction of river valleys evolution history for Western Priokhotje, Lower Amur region and Amur-Zeya plain. It was established that in each climatic epoch, these areas had comprised one landscape type with poor vegetation cover differentiation. The correlation of accumulation and incision stages in valleys with climate continentalization and humidization was found. The stages of river valleys formation during Plio-Pleistocene, including alternation of accumulation and incision, are generally synchronous within the studied region. Processing of transitional Plio-Pleistocene gold-bearing reservoirs produced the most favorable conditions of placers formation. Such conditions existed at the places of inherited river valley development in the mountains and at the places of sugarloaf and caldron topography with minimal value (< 30 m) of erosional downcutting on the plains.