

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель
Л.А. ПУЧКОВ

Зам. председателя
Л.Х. ГИТИС

Члены редсовета
А.П. ДМИТРИЕВ

Б.А. КАРТОЗИЯ

А.В. КОРЧАК

М.В. КУРЛЕНЯ

В.Н. ОПАРИН

В.И. ОСИПОВ

В.Л. ПЕТРОВ

А.Д. РУБАН

Э.М. СОКОЛОВ

К.Н. ТРУБЕЦКОЙ

В.А. ЧАНТУРИЯ

*президент МГГУ,
чл.-корр. РАН*

*директор
Издательства МГГУ*

академик РАЕН

академик РАЕН

академик МАН ВШ

академик РАН

*чл.-корр. РАН,
директор ИГД СО
РАН*

академик РАН

академик МАН ВШ

*чл.-корр. РАН,
зам. директора
ИПКОН РАН*

академик МАН ВШ

академик РАН

академик РАН

Горная книга — ДАЛЬНИЙ ВОСТОК



А.П. Ван-Ван-Е

**РЕСУРСНАЯ БАЗА
ПРИРОДНО-
ТЕХНОГЕННЫХ
ЗОЛОТОРОССЫПНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

МОСКВА

◆
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»

◆
**ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

◆
2010

УДК 553.041
ББК 26.34
В 17

Книга соответствует «Гигиеническим требованиям к изданиям книжным для взрослых» СанПиН 1.2.1253—03, утвержденным Главным государственным санитарным врачом России 30 марта 2003 г. (ОСТ 29.124—94). Санитарно-эпидемиологическое заключение Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 77.99.60.953.Д.014367.12.09

Ответственный редактор — д-р геол.-минер. наук, чл.-корр. РАН А.П. Сорокин
Рецензент — д-р геол.-минер. наук Л.В. Эйриш

Ван-Ван-Е А.П.

В 17 Ресурсная база природно-техногенных золотороссыпных месторождений. — М.: Издательство «Горная книга», Издательство Московского государственного горного университета, 2010. — 268 с.

ISBN 978-5-98672-222-1 (в пер.)

ISBN 978-5-7418-0658-6

Изложены многофакторные аспекты формирования глубокозалегающих и техногенных россыпных месторождений золота юга Дальнего востока (на примере Хабаровского края). Рассматриваемые в книге региональные и локальные факторы образования россыпных месторождений характерны для генезиса россыпей золота других регионов Дальнего Востока и являются в значительной мере сквозными, универсальными. Приведены методы определения ресурсной базы конкретных россыпных месторождений и промышленных золотороссыпных узлов в целом. В приложениях 1 и 2 выделены перспективные районы выявления глубокозалегающих россыпей и показаны модели россыпных месторождений, ранжированных по глубинам формирования и структурно-морфологическим типам.

Для специалистов, работающих в области геологии, металлогении, занимающихся проблемами формирования россыпных месторождений, золотодобычи и комплексного освоения полезных ископаемых.

Van-Van-E A.P.

Resource Base of Natural-Technogene Gold Placer Deposits.

The monograph characterizes formation multifactoral aspects of deep-seated and technogene gold bearing placers of the Khabarovsk Territory. Placer deposits formation regional and local factors, considered in this work, are typical for gold placers genesis in the other regions of the Russian Far East and to a great extent are general, universal. With the view of prognostic resources estimation methodology is substantiated and methods for determination of concrete placer deposits and on the whole industrial gold placer districts resource base are worked out. In the appendixes 1 and 2 perspective areas of deep-seated placers revealing are distinguished and models of placer deposits, ranked on formation depths and structure-morphological types, are shown.

The monograph is intended for specialists in geology, metallogeny, placer deposits formation problems, gold mining and minerals complex development.

УДК 553.041
ББК 26.34

ISBN 978-5-98672-222-1
ISBN 978-5-7418-0658-6



9 785986 722221

© А.П. Ван-Ван-Е, 2010
© Издательство «Горная книга», 2010
© Издательство МГГУ, 2010
© Дизайн книги. Издательство МГГУ, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Изучение золотороссыпных месторождений связано с многочисленными исследованиями как общетеоретического плана, так и способов их освоения. К числу фундаментальных работ по особенностям формирования, строения и вещественного состава россыпных месторождений следует отнести, прежде всего, монографии Ю.А. Билибина (Основы геологии россыпей, 1955) и Н.А. Шилов (Основы учения о россыпях, 1981). Значительные по масштабам охвата золотороссыпных регионов СССР исследования выполнялись учеными ЦНИГРИ и некоторых территориальных отраслевых и академических институтов. Существенным вкладом в изучение золотоносных россыпей Дальнего Востока являются работы специалистов поисково-разведочных экспедиций геологических управлений и золотодобывающих объединений и артелей, а также АмурКНИИ, ДВМС, ДВГИ, СВКНИИ, ИГД и некоторых других. В частности, проблеме россыпной золотоносности Дальнего Востока посвящены две многоплановые монографии А.П. Сорокина — «Морфоструктуры и кайнозойские россыпи золота Приамурья» (1990 г.) и «Золотоносные структурно-вещественные ассоциации Дальнего Востока» (1997 г.). В этих работах приведены результаты исследований связей различных факторов формирования россыпей в условиях Дальневосточного региона, а также рассмотрены многие прикладные аспекты освоения россыпей различных генетических и

структурно-морфологических типов. Заметным событием в изучении золотоносных россыпей стало издание в 2000 г. книги «Атлас основных золотороссыпных месторождений юга Дальнего Востока и их горно-геологические модели» (отв. исполнители А.П. Сорокин и А.П. Ван-Ван-Е). Материалы, помещенные в Атласе, являются результатом многофакторных исследований большого коллектива исполнителей и в значительной мере отражают современное состояние рассматриваемой проблемы. В этой работе обобщены изученные авторами закономерности формирования россыпей различных генетических типов, а также приведена расширенная информация по запасам, ресурсам, параметрии и строению основных типовых золотороссыпных месторождений (100 моделей). Необходимо отметить также выход в 2000 г. монографии «Проблемы рационального освоения золотороссыпных месторождений Дальнего Востока (геология, добыча, переработка)» авторов Ю.А. Мамаева, А.П. Ван-Ван-Е, А.П. Сорокина, В.С. Литвинцева. Эта книга включает в себя результаты современных разработок по условиям локализации россыпных месторождений, а также способы и методы их освоения и извлечения ценных компонентов.

Проведенные в предыдущие годы работы в значительной степени касались изучения мелкозалегающих природных россыпей, которые легко диагностировались, несложно отрабатывались и были вследствие этого доступны для детального исследования. Практически совершенно не изучались эфельные отходы переработки природных россыпей — техногенные россыпи. Незначительно и в основном с теоретической точки зрения затрагивались некоторые аспекты формирования глубокозалегающих (в том числе погребенных) россыпей. В крайне незначительных объемах изучались и осваивались отходы шлихообогатительных установок (ШОУ), которые нередко включают в себя до многих сотен грамм мелких и тонких фракций золота на 1 т, а также значительные количества сопутствующих платины, олова, вольфрама, титана, редких и редкоземельных элементов. Таким образом, проблема рационального освоения техногенных и глубокозалегающих россыпных месторождений выходит на первый план. По имеющимся данным, в техногенных россыпях

Дальнего Востока сосредоточено не менее 1600 т золота; такого же порядка ресурсы золота и в глубокозалегающих месторождениях.

В настоящей монографии приведены закономерности формирования и методы прогнозирования природных и техногенных россыпей золота преимущественно южной части Дальнего Востока. Однако более детально отдельные положения рассматриваемой проблемы освещены для территории Хабаровского края, изучению золотороссыпных месторождений которого автор посвятил последние 10 лет в связи с необходимостью обоснования перспективного планирования работ по воспроизводству сырьевой базы золота этого региона. Для Хабаровского края эта проблема особенно актуальна вследствие крайнего истощения природных мелкозалегающих россыпей и отсутствия неосвоенных крупных месторождений рудного золота.

Надеюсь, что выпуск в свет этой книги будет способствовать не только ознакомлению с материалами заинтересованных разработчиков россыпных месторождений золота, но также обмену опытом проведения подобных исследований.

Автор выражает глубокую благодарность А.П. Сорокину, Ю.А. Мамаеву, В.С. Литвинцеву, С.В. Денисову, Е.А. Шевелевой, Г.И. Архипову и другим коллегам, чьи дружеские советы и предложения определили научную направленность монографии и ее прикладное значение. Автор с благодарностью отмечает также внимательное отношение к рассматриваемой проблеме руководителей Министерства экономики Хабаровского края А.Б. Левинтала и В.Г. Невструева: при финансовой поддержке Министерства экономики выполнена большая часть исследований.

Автор искренне благодарен ведущему инженеру Э.М. Степанюгиной за помощь при подготовке рукописи к изданию.

ГЛАВА 1

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

На территории южной части Дальнего Востока золотороссыпные месторождения представляли собой основную сырьевую базу золотодобычи [14]. За более чем 150-летний период эксплуатации из россыпей юга Дальнего Востока добыто около 1277 т (в Амурской области — 730 т, в Хабаровском крае — 510 т, в Приморском крае — 37 т). К настоящему времени наиболее богатые россыпи южной части Дальнего Востока отработаны и многие из них переведены в категорию техногенных [3]. Оставшиеся мелкие, глубокозалегающие и малопродуктивные природные россыпи требуют снижения эксплуатационных затрат за счет применения высокоэффективных способов добычи и переработки золотосодержащей массы, а в некоторых случаях модульной отработки. В сложившихся условиях необходимы сводные обобщающие работы с детальным анализом состояния россыпной золотоносности конкретного региона, позволяющие определить стратегию дальнейшего освоения россыпей золота как природных, так и техногенных с целью выделения групп наиболее перспективных для рентабельной отработки месторождений на основе совершенствования способов добычи и извлечения золота из россыпей различных генетических и структурно-морфологических типов [14].

Следует отметить, что в литературе проблеме рентабельного освоения малых, глубокозалегающих, низкопродуктивных и техногенных россыпей уделяется крайне незначительное внимание и даже бытует мнение, что россыпные месторождения уже сейчас не могут рассматриваться как существенные источники золотодобычи [10]. Это ошибочное мнение базируется на макрооценках состояния россыпной золотоносности региона, в данном случае не учитывается целый ряд особенностей золотоносности природных и техногенных россыпей, а также существенный прогресс в технологии извлечения золота из россыпей различных типов, позволяющий значительно снижать кондиции и вовлекать в передел труднопромывистые россыпи, в том числе и с низкими содержаниями металла. Существенным резервом золотодобычи на ближайшие 15—20 лет станут техногенные месторождения россыпей, ресурсы которых по югу Дальнего Востока определяются многими исследователями цифрой свыше 600 т. В последние годы значительные усилия многих ученых и конструкторов направлены на разработку специализированных методов и приборов, позволяющих повышать извлечение золота из труднопромывистых песков, в том числе мелкого и тонкодисперсного золота (спиральные концентраторы, электромагнитные ловушки, методы укрупнения тонкого золота, кучное выщелачивание и т.д.).

В острой форме проблема освоения техногенных россыпей золота возникла 10—15 лет назад в связи с истощением ресурсов природных россыпей и резким снижением их качественных характеристик (запасов, содержаний металла, granulометрии, продуктивности). Предполагалось, что в отвальных комплексах переработанных природных россыпей юга Дальнего Востока заключены сотни тонн золота. В отдельных случаях в предыдущие годы техногенные россыпи разрабатывались повторными ходами драг, причем были получены различные результаты, в том числе и крайне отрицательные. В настоящее время в Хабаровском крае техногенные россыпи практически не отрабатываются. Возникла неопределенность с перспективами освоения техногенных россыпей по следующим основным позициям:

1. Оценка общих ресурсов техногенных россыпей Хабаровского края и отдельных наиболее продуктивных россыпных месторождений;

2. Исследование качественных характеристик техногенных россыпей, включающих в себя ресурсы металла, наиболее вероятную granulometriю золота и его распределение в различных типах отвалных комплексов;

3. Выбор наиболее рациональных способов разработки техногенных россыпей и методов извлечения золота мелких и тонких фракций.

Решение проблемы эффективного освоения техногенных россыпей требовало выполнения на первом этапе тотальной по-объектной инвентаризации всех техногенных россыпных месторождений края, выделение из них наиболее перспективных и выполнение исследований по обоснованию выбора методов и аппаратуры для максимального извлечения металла.

Исследования качественных характеристик техногенных россыпных месторождений золота фрагментарно проводились в ДВИМСе и Институте горного дела ДВО РАН, однако общей и многоплановой оценки ресурсного потенциала каждой россыпи региона, включая и научное обоснование наиболее эффективных технологий их переработки, не производилось. Эти работы были выполнены в ИГД под руководством автора в период 2000—2003 гг. (Тема: «Оценка природно-техногенного потенциала россыпных месторождений и способов их освоения в Хабаровском крае»).

Проблема освоения глубокозалегающих россыпных месторождений золота практически всегда находилась в поле зрения геологов-поисковиков и золотодобытчиков. В большинстве случаев выявление глубокозалегающих россыпей было связано с разведкой погружающихся флангов мелкозалегающих россыпей (Нагима, Семи, Ваюн и др.) или путем проведения поискового бурения по прогнозным рекомендациям на основе оценки проявления общих геологических критериев. Трудность выявления глубокозалегающих россыпей связана с почти полной не проявленностью на поверхности как геолого-геоморфологических факторов, так и проявлений россыпной золотоносности. В связи

с этим оценка золотоносности глубокозалегающих россыпей Хабаровского края потребовала разработки специальной методологии исследований как на уровне разработки прогнозных критериев, так и при научном обосновании методики расчета ресурсов конкретных россыпей по категориям P_1 , P_2 , P_3 .

Основные НИР по изучению перспектив освоения глубокозалегающих россыпей золота в Хабаровском крае выполнялись нами в 2003—2006 гг. по следующим направлениям:

I. Выявление закономерностей формирования и прогнозирование промышленной золотоносности глубокозалегающих россыпей золота на региональном и локальном уровнях путем:

- выделения ареалов и структур аккумуляции погребенных россыпей на основе анализа неотектонических движений, геоморфологии, морфоструктур, истории развития рельефа и продуктивности россыпеобразования;
- анализа особенностей генетической связи глубокозалегающих россыпей с коренными источниками золота и мелкозалегающими россыпями;
- сопоставления параметров прогнозируемых глубокозалегающих россыпей с геолого-геоморфологическими факторами локализации отработанных и разведанных глубокозалегающих россыпей в Хабаровском крае и смежных регионах;
- разработки прогнозно-поисковых критериев и методов расчета ресурсов золота;
- составления прогнозной карты глубокозалегающих россыпей.

II. Оценка ресурсной базы глубокозалегающих россыпей золота Хабаровского края с помощью:

- оценки промышленной значимости разведанных глубокозалегающих россыпей с позиций современных кондиций;
- расчета ресурсов прогнозируемых глубокозалегающих россыпей по различным категориям;
- составления таблиц ресурсов глубокозалегающих россыпей региона по отдельным россыпям и узлам в целом.

III. Обоснование основных направлений и способов разработки глубокозалегающих россыпей на основе оценки возможных способов разработки глубокозалегающих россыпей в различных геоклиматических зонах:

а) в зонах многолетней мерзлоты (северные зоны Хабаровского края);

б) в необводненных отложениях островной многолетней мерзлоты (Софийский, Кербинский, Херпучинский, Пильда-Лимурийский районы);

в) в обводненных золотоносных отложениях и таликовых зонах (Нижне-Амурский район: Бекчи-Улский, Белогорский, Мевачанский и другие узлы).

ГЛАВА 2

КРАТКИЙ ОЧЕРК МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Закономерности формирования золотороссыпных узлов, районов и отдельных россыпей определяются положением коренных источников (россыпеобразующих комплексов) золота и особенностями миграции и накопления продуктов их разрушения в депрессионных структурах [2, 3, 7, 17, 21]. На территории юга Дальнего Востока эта закономерность подтверждается в большинстве районов и лишь в отдельных из них существенно значимые рудные проявления золота не обнаружены. В связи с этим далее кратко охарактеризуем металлогению рудного золота южной части Дальнего Востока для сопоставления продуктивности золотороссыпных ареалов с интенсивностью проявления рудной золотоносности.

Золоторудные объекты южной части Дальнего Востока показаны на рис. 1. Все месторождения и проявления рудного золота Дальнего Востока совершенно четко разделяются по возрасту руд, возрасту вмещающих пород, формационному составу, комплексности, продуктивности и условиям залегания [4, 5, 6, 11, 13, 14, 15]. Как видно на рис. 1, наиболее насыщенной золоторудными объектами является субширотная полоса, протя-

гивающаяся от Читинской области до низовьев Амура и включающая в себя разновозрастные структурно-формационные комплексы Становой и Монголо-Охотской зон, северную часть Буреинского массива и северную (Нижне-Амурскую) область Сихотэ-Алиня. Высокой коренной золотоносностью отличается также северная (Приохотская) часть Хабаровского края.

В Приморском крае золоторудные объекты рассредоточены и, как правило, их продуктивность невысокая. Крайне малочисленны и незначительны по продуктивности золоторудные проявления Буреинского и Ханкайского массивов. Далее кратко описываются основные золоторудные районы Дальнего Востока.

Дальневосточный регион характеризуется развитием многообразных генетических, промышленных и структурно-морфологических типов золоторудных месторождений, локализованных в различных геоструктурных зонах (см. рис. 1, табл. 1, 2). Наиболее характерной чертой месторождений золота Дальнего Востока [6] является зависимость морфологии рудных тел и отдельных золоторудных зон от соотношения геотектонических факторов, магматизма и степени анизотропии вмещающих пород, включая особенности мелкой трещиноватости, кливажа, расслоенности и складчатости.

Могут быть выделены три крупных типа геоструктурных зон, в которых локализованы золоторудные районы Дальнего Востока, различающиеся особенностями морфологии рудных полей, месторождений и рудных тел (рис. 2):

1. Геосинклинально-складчатые области с раннеорогенным незавершенным этапом геотектонического развития (Нижне-Амурский район);

2. Активизированные структуры на кристаллическом и складчатом основаниях с наложенными вулканогенными и вулканоплутоническими структурами (Верхне-Амурский и Охотский районы, Алданский щит, Буреинский массив, Верхне-Селемджинская и Южно-Верхоянская зоны и некоторые другие);



Рис. 1. Схема размещения золоторудных месторождений юга Дальнего Востока. Составил А.П. Ван-Ван-Е:

1 — мезокайнозойские отложения наложенных впадин; 2 — юрско-меловые отложения предгорных прогибов и наложенных впадин; 3 — позднемезозойские вулканогенные комплексы орогенных поясов и зон активизации; 4 — флишидные отложения мезозойского (преимущественно юрско-мелового) возраста; 5 — складчатые комплексы среднего-позднего палеозоя; 6 — отложения раннего-среднего палеозоя с блоками протерозоя; 7 — осадочно-метаморфические комплексы позднего протерозоя-раннего палеозоя; 8 — метаморфические комплексы протерозоя с блоками позднего архея; 9 — архейские метаморфические комплексы Алданского щита; 10 — кембрийские карбонатные платформенные отложения; 11 — гранитизированные в палеозое срединные массивы, выступы и своды; 12 — продольные и межблоковые глубинные разломы; 13 — Билячанская зона смятия; 14 — золоторудные месторождения и их номера

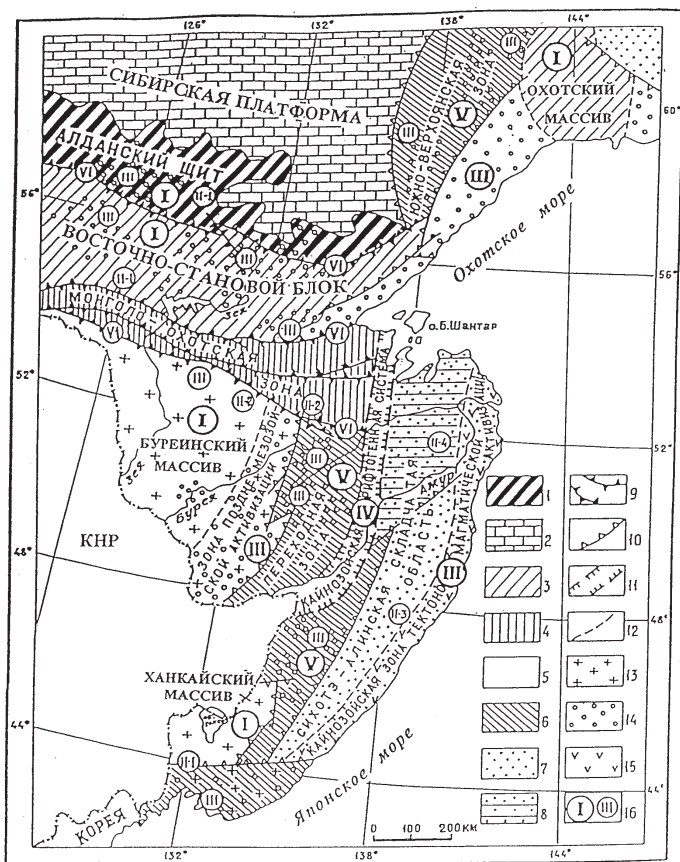


Рис. 2. Схема тектонического районирования Дальнего Востока и проявлений процессов тектоно-магматической активизации. Составил А.П. Ван-Ван-Е:

1 — раннеархейский складчатый комплекс; 3 — позднеархейская-раннепротерозойская складчатая система; 4 — позднепротерозойский-рифейско-раннепалеозойские комплексы Буреинского и Ханкайского массивов; 6 — палеозойские отложения окраинных геосинклиналей незавершенного типа (миогеосинклинали); 8 — инверсионный раннеорогенный геоблок позднемезозойской складчатой области Сихотэ-Алиня; 9 — зоны сочленений докембрийских геоблоков (шовные зоны); 10 — глубинные межблоковые разломы; 11 — рифтогенная система кайнозойского возраста; 12 — границы геоблоков и структурно-формационных зон; 13 — блоки палеозойской тектоно-магматической активизации (PZ₁₋₃); 14 — интенсивная полихронная гранитизация; 16 — нумерация геотектонических зон и блоков в соответствии с таблицей: I — платформы; II — орогенные зоны [II-1 — древнеорогенные, II-2 — позднеорогенные, II-3 — молодые складчатые области, II-4 — инверсионные (раннеорогенные)]; III — зоны тектоно-магматической активизации; IV — рифтогенные системы; V — переходные зоны герцинид и мезозойд; VI — зоны сочленений (шовные зоны)

Таблица 1

**Геолого-структурная типизация золоторудных
месторождений юга Дальнего Востока. Составил А.П. Ван-Ван-Е**

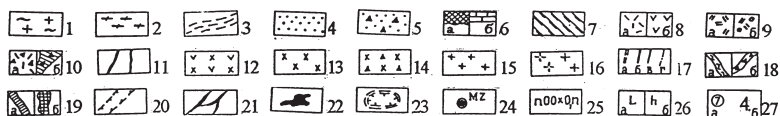
Группа		Вмещающие породы		
		Осадочные и метаморфические	Вулкано- генные	Интрузив- ные
I класс — в синхрорудных складчатых поясах				
Раннеорогенных зон	1. Устойчивые геосинклинальные прогибы	Учамянское, Дуэтское Многовершинное	Бухтянское, Дыльменское	
	2. Инверсионные структуры (антиклинории)	Дяппе, Покровско-Троицкое, Агние-Афанасьевское, Восход, Юрское, Светлинское, Тумнинское	Дурминское	Албазинское
Орогенных зон	3. Интрузивно-вулканические зоны		Холанское Белая гора	Октябрьское
	4. Гранитоидные своды	Преобладают оловорудные месторождения		
II класс — в зонах тектоно-магматической активизации				
Дорудных складчатых зон	5. Сводовокупольные структуры	Нежданинское, Задержнинское, Унгличанское, Афанасьевское, Ясенское, Маломирское, Харгинское		
		Токурское, Ворошиловское, Кербинское, Буларское, Сагурское, Петровское, Еленинское		
	6. Соскладчатые структуры (стратиформные)	Буровое, Жильное, Лысогорское (штокверк), Каваку		
		7. Наложённые интрузивно-вулканические пояса	Медвежье одеяло, Верхнемынское, Токаланское	Кварцевое Хаардахское Юрьевское, Кулюклинское

Группа		Вмещающие породы		
		Осадочные и метаморфические	Вулкано- генные	Интрузив- ные
Щитов и срединных массивов	8. Интрузивно-вулканические зоны	Петровское, Жильное, Лысогорское, Еленинское	Авлаяканское	Березитовое, Бамское
	9. Наложённые прогибы		Прогнозное	
	10. Внутренние глубинные разломы	Лебединое, Куранахское		Эльконское
III класс — в шовных структурах, переходных зонах и инъекционных комплексах				
Межформационных зон	11. Зоны шовных разломов	Золотая гора, Колчеданный утес		Кировское, Етарское
	12. Приразломные впадины		Хаканджинское	
			Покровское	
	13. Окраинные прогибы	Балейское, Йорикское		Балейское, Йорикское
	14. Инъекционные комплексы			Белая гора, Октябрьское, Дарасунское
			Нонинское	

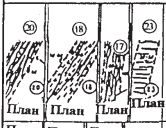
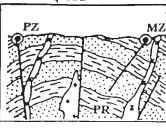
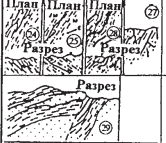
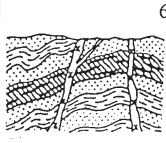
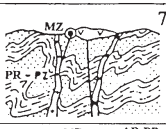
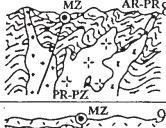
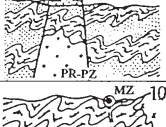
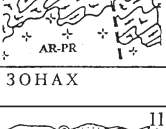
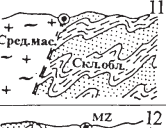
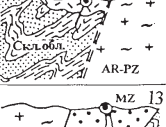
Таблица 2

Схематизированные модели и геоструктурное положение основных типов золоторудных месторождений юга Дальнего Востока. Составил А.П. Ван-Ван-Е

СТРУКТУРНЫЙ РИСУНОК	ПРЕОБЛАДАЮЩИЕ ПАРАМЕТРЫ (м)		ГЕОТЕКТОНИЧЕС- КАЯ ПОЗИЦИЯ
	Рудных зон	Рудных тел	
1	2	3	4
I КЛАСС В СИНХРОРУДНЫХ СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСАХ			
	L=6-15 км 2200×(90-300) штокверк 2000×(200-400)	1450×(0,8-3,0) h-520 1600×(0,2-1,0) h до 1000 500×(3-13) 700×150 400×70	
	3000×(30-40) 3500×1000 п000×п0 2000×(10-40)	220×27 h-200 (50-80)×(0,3-7,0) h-500 (п00-п000)×(0,п-п) (30-800)×0,п п00×п (200-500)×0,п h-п00 (200-700)×0,0п 600×(2,5-3,0) h-150 (250-400)×(0,1-3,0)	
	1000×500	300×0,5 150×3 (20-280)×(0,0п-1,25) штокверк п км ²	
Преобладают оловорудные месторождения			



1 — гранито-гнейсы; 2 — гнейсы, кристаллические сланцы; 3 — глинистые сланцы, флиши; 4 — терригенные отложения; 5 — песчано-брекчиевые отложения; 6 — осадочно-вулканогенные комплексы (а), карбонатные отложения (б); 7 — черносланцевые толщи; 8 — вулканогенные образования: кислого состава (а), среднего и основного состава (б); 9 — игнимбриты (а), сферолоидные лавы (б); 10 — туфобрекчии (а), эруптивные брекчии (б); 11 — дайки различного состава; 12 — диориты, диоритовые порфириты; 13 — гранодиориты; 14 — субвулканические брекчии гранодиоритового состава; 15 — мезозойские и палеозойские гранитоиды; 16 — докеморийские и палеозойские гранитоиды; 17 — дизъюнктивные нарушения: а — глубинные, в том числе шовные разломы; б — межблоковые разломы; в — трещинные зоны, брекчирование; г-послойные и продольные нарушения; 18 — зоны рассланцевания (а), брекчирования (б); 19 — жильные минерализованные зоны (а), метасоматические прожилково-вкрапленные штокверковые зоны (б); 20 — контуры минерализованных зон; 21 — жильные золоторудные тела; 22 — пластообразные золоторудные тела в плане; 23 — контуры экструзивных тел, в том числе рудоносных; 24 — золоторудные месторождения; 25 — порядок колебаний линейных параметров зон, рудных тел; 26 — протяженность минерализованных зон (а), глубина установленного оруденения (б); 27 — номера соответствуют: а — номерам месторождений, б — номерам групп в табл. 1

1	2	3	4
II КЛАСС - В ЗОНАХ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ			
	1000×1500 минерализ. полоса n000×(20-40) рудн. зона 2000×500 2500×60,6 h-400 2000×(200-360)	n00×(0,1-1,0) h-500 (150-300)×20 (500-110)×(1-2) 400×5,2 160×2,4 (150-400)×(0,0n-1,8) h-200 (n0-n00)×(20-30) (n00-1200)×(0,1-1,3) h-(180-320) (250-400)×(1,5-3,0)	
	n000×(n0-n00)	(n0-n00)×0,n 600×1,6 2000×(0,6-1,0) (n0-n00)×(0,4-7,0) 2000×(0,6-1,0)	
	5000×2000 n000×n00 1500×(2000-3000) 1000×20002000×(50-150)	n000×n (50-740)×(0,3-2,7) 540×(0,n-n,0) (500-750)×(5-25) h-800 (150-600)×(6,0-6,5)	
	1000×(110-120) 200×(50-70) 15000×(1000-1500)	n00×n,0 h-300 n0×(0,05-1,8) n00×(13-16) n00×(10-15 до 30-50) зоны n00×(2-5) жилы	
	1500×(50-100) (1000-2000)×(100-500)	(300-600)×0,n	
	n000×n0 общая протяженность рудного поля до 30 км при ширине 5-10 км	n00×(n-0,n) (50-1000)×(0,5-2) ширина лент 10-40 до 50-800 при m=10-20	
III КЛАСС - В ШОВНЫХ СТРУКТУРАХ, ПЕРЕХОДНЫХ ЗОНАХ И ИНЪЕКЦИОННЫХ КОМПЛЕКСАХ			
	3000×200 3000×1000	(40-200)×(0,n-n,0) h-300 (n0-500)×(1-2) h-300-400 (600-700)×(0,3-1,5) h-200	
	n00×(50-80) пологие рудоносные зоны n000×(7-52) h-500-600	(n0-n00)×(2-9) рудные тела-горизонтальные ленты. Ширина лент десятки м n00×(4-6) h-n0	
	Площадь рудного, шток-верка 2,5 км²	n,0×(0,2-0,4) h-n0	
		1000×1200 500×150 n00×n h-n0-n00 (1000-2000)×(0,n-n)	

3. Переходные зоны (в том числе шовные структуры) между разновозрастными геотектоническими элементами частично являются «линейными» зонами активизации (Северо-Становой шов, Огоджа-Умлеканская зона и некоторые другие).

В зависимости от внутреннего строения геоструктурных зон выделяются подзоны со специфическими особенностями строения локализованных в них месторождений (прогибы, внутреннее поднятия, геоантиклинали и т.п.), что нашло отражение в геоструктурной типизации золоторудных месторождений (см. табл. 1). На территории Дальнего Востока могут быть выделены следующие основные золоторудные районы и золотоносные структуры:

1. Центральнo-Алданский район;
2. Северо-Становая шовная зона;
3. Верхне-Амурский район с Южно-Становой и Покровско-Пионерской зонами;
4. Верхне-Селемджинский район;
5. Нижне-Амурский район;
6. Приохотский район;
7. Южно-Верхоянская зона;
8. Южно-Приморская зона.

Центральнo-Алданский район

Золоторудные месторождения этого района связаны с мезозойской активизацией Алданского щита, проявившейся формированием протяженных зон разрывных нарушений, сводообразованием, становлением щелочных малых интрузий, сиенит-порфировых штоков и даек. Среди последних широким развитием пользуются также дайки лампрофиров. Золоторудные залежи локализованы в венд-кембрийских карбонатных отложениях, образуя сложной формы рудные тела (Лебединое, Куранахское месторождения). Отмечаются также проявления жильной золоторудной минерализации в крутопадающих протяженных зонах брекчирования и милонитизации, иногда в единых структурах с урановорудной минерализацией (месторождения Эльконского горста). Наиболее крупные по масштабам золоторудные месторождения формировались в карбонатных отложениях, протяженность рудных полей в которых дос-

тигает десятков километров и площадь — до нескольких сотен квадратных километров. Отличительной чертой этого типа месторождений является их пространственная связь с дайковыми полями и массивами сиенитов и сиенит-порфиров в зонах сочленения крутопадающих разноориентированных дизъюнктивных нарушений. В экзоконтактовых зонах таких массивов отмечается скарнирование. Кроме субпослойных рудных тел в этих же золоторудных полях установлены крутопадающие рудные жилы различной мощности и обычно сложной морфологии. Характеризуемые месторождения золота Алданского щита отличаются существенно пониженной мощностью «гранитного» слоя и резко повышенной «базальтового».

Северо-Становая шовная зона

Характеризуется не только проявлениями долгоживущих глубинных разломов, но также формированием в шовной зоне мезозойских молассоидных и вулканогенных прогибов. Отличием этой зоны является также резкое разграничение по ней глубинного строения собственно Алданского щита и Становой области по мощностям «базальтового» и «гранитного» слоев. В пределах шовной зоны выявлен ряд месторождений золота, несущих в морфологии рудных полей влияние глубинных разрывных структур в форме унаследованной ориентировки минерализованных зон брекчирования, экранирующих надвигов и интрузивно-вулканогенных комплексов, несущих золотое оруденение. Линейный характер морфологии рудных полей и рудоносных зон, а также экранирующих структур отмечается на месторождениях Бамском и Колчеданный Утес. Линейность тонкожилых рудных тел характерна и для Авлаяканского рудного поля, в пределах которого гипербазитовый интрузивный массив шовной зоны вмещает рудоносные эффузивы позднемезозойского возраста. Сложность строения зоны и многоэтапность проявления тектоно-магматических процессов здесь определяют сложность морфологии рудных полей, минеральный состав рудных тел и масштабы оруденения. Зона отличается золоторудными проявлениями и крупными месторождениями золота с преобладающим полиметалльным типом

руд при их повышенной сульфидности. Содержания золота рядовые, преобладают руды сульфидного типа золотокварцевой формации.

Южно-Становая зона

Проявления золоторудной минерализации и несколько месторождений золота приурочены к Южно-Становой зоне разломов, контролирующей также рудные проявления других металлов в Забайкалье и в северной части Амурской области. Структуры локализации и рудовмещающие магматические комплексы Кировско-Березитового золоторудного узла пространственно тяготеют к южной части Янканского сводового поднятия, выделяемого по минимумам гравиметрического поля и морфометрическим построениям. Характерной чертой рудолокализирующих структур рассматриваемой зоны является связь золоторудных проявлений с инъекционными комплексами, в т. ч. с эруптивными фациями гранитоидных и вулканогенных комплексов. Морфологически золоторудные поля рассматриваемых структур представлены в большинстве случаев рассредоточенными крутопадающими тонкожилными рудными телами (месторождения Кировское, Дарасунское), линейными минерализованными зонами брекчирования (Березитовое) или тонкожилными рудными телами в субпослойных смещениях (Золотая Гора). Руды, как правило, полисульфидные, многокомпонентные и нередко комплексные (золотополиметаллические, золотосеребряные, золотомышьяковые). В характеризуемой тектоно-магматической зоне систем Южно-Становых разломов выявлены средние и крупные месторождения золота в Восточном Забайкалье (в пределах рассматриваемой полосы локализованы золоторудные структуры Дарасунского и Бaleyского рудных полей).

Покровско-Пионерская зона

Эта зона тяготеет к разрывным структурам внешнего обрамления Гонжинского выступа, представленным системами дуговых и линейных разломов с проявлениями интрузивных мезозойских гранитоидных и вулканогенных комплексов, в т. ч. эруптивных и интрузивных. С последними связано формирование золоторудных залежей сложных форм (пологих штокверков

на Покровском месторождении, рассредоточенных крутопадающих жильных тел на Пионерском месторождении). Указанные морфологические типы рудных тел являются характерными для инъекционных вулканогенных комплексов, в т. ч. других районов и нередко месторождений других металлов. Вероятно, сходные месторождения золота могут быть выявлены в аналогичных структурах интрузивно-вулканических зон обрамления Гонжинского выступа. Характеризуемые золоторудные месторождения полиминеральные, относимые к сульфидному типу золотокварцевой формации, отличаются повышенными содержаниями золота, средними и крупными масштабами по запасам.

Следует отметить, что Южно-Становая и Покровско-Пионерская зоны располагаются в структурах умеренной и повышенной мощности коры при умеренных и пониженных мощностях «гранитного» слоя (менее 15–17 км).

Верхне-Селемджинский район

Включает в себя большую группу золоторудных месторождений, характеризующихся существенным влиянием на морфологию рудных тел складчатых структур: подавляющая часть золоторудных жил относится к пластовому типу, в редких случаях они являются косо- или крутосекущими. Отмечается также приуроченность месторождений района к сводово-купольным структурам с проявлениями магматических процессов, в т. ч. мезозойского возраста. С учетом того, что возраст рудовмещающих складчатых структур — палеозой, формирование рудных месторождений может быть отнесено к этапу мезозойской тектоно-магматической активизации. Геотектоническая позиция района определяется положением рудного узла в сочленении Огоджа-Умлеканской и Селитканской тектоно-магматических зон, а также приуроченностью к северной части Буреинского мегасвода, характеризующегося повышенной мощностью коры и минимальной мощностью «гранитного» слоя. Руды характеризуемых месторождений района отличаются полиминеральным составом и в ряде случаев повышенной вольфрамоносностью. На некоторых месторождениях попутно извлекается шеелит. Среди жильных минералов характерно частое присутствие аль-

бита. Преобладающая часть руд относится к малосульфидному типу золотокварцевой формации. Золоторудные месторождения района являются средними и мелкими по масштабам с относительно высокими содержаниями золота при преобладающих тонкожилых рудных телах (0,2–2,0 м). В разные годы некоторые месторождения района отрабатывались.

Нижне-Амурский район

Включает в себя значительное количество золоторудных месторождений в основном двух типов: месторождения в вулканогенных (реже интрузивных) комплексах с жильно-штокверковыми разноориентированными (реже с линейно-вытянутыми) рудными телами и месторождения в дислоцированных осадочных толщах с согласными или кососекущими в основном тонкожилыми рудными телами. Первая группа месторождений локализована в приустьевой прибрежной части нижнего течения р.Амур, а вторая — южнее, в левобережной излучине р. Амур. Геотектоническое положение Нижне-Амурского золотоносного района определяется сочленением глубинных субширотных разломов Монголо-Охотской системы дизъюнктивов и разломов северо-восточной ориентировки Сихотэ-Алинской системы. Кроме того, сюда же проникают диагональные разломы Хинганно-Баджальской зоны. Рассматриваемые месторождения расположены в геоблоке с пониженной мощностью коры (менее 32 км) и существенно уменьшенной мощностью «гранитного» слоя. Временной интервал формирования золоторудных месторождений района охватывает раннеорогенный период развития складчатой области, а орогенный этап в его завершенном виде здесь не проявился. Рудные тела Нижне-Амурского района характеризуются переменными содержаниями сульфидов и в большинстве случаев относятся к малосульфидному типу золотокварцевой формации. Содержания золота, как правило, рядовые и повышенные в локальных рудных жилах. Морфология золоторудных тел в экстррузивных и интрузивных массивах определяется их внутренним строением и наложенной трещиноватостью. В складчатых структурах морфология рудных тел зависит от особенностей строения рудовмещающих толщ и характера

проявления в них сквозных разрывных нарушений, являвшихся нередко рудоподводящими. Масштабы месторождений в рассматриваемом районе различные и определяются в основном указанными структурными факторами.

Прихотский район

Золоторудные месторождения Прихотского района локализованы в вулканогенных структурах дуговых разломов западного обрамления Охотского массива и на площади Ульинского прогиба, сформировавшегося на палеозойском складчатом основании и включающем в себя блоки докембрийского кристаллического фундамента. Рассматриваемые вулканогенные структуры и локализованные в них месторождения золота обязаны своим формированием процессам мезозойской тектоно-магматической активизации. Глубинные разломы, контролировавшие магматическую деятельность в этих структурах, не оказали заметного влияния на морфологию оруденения: преобладают расщепленные полого- и крутопадающие залежи с нечетко проявленной линейностью. В основном формы и условия залегания рудных тел определяются строением рудовмещающих вулканогенных комплексов. По геотектоническим условиям локализации, промышленным и структурно-морфологическим типам золоторудные месторождения Прихотского района имеют значительное сходство с месторождениями золота Покровско-Пионерской зоны. Отмечаются отличия в вещественном составе руд: месторождения Прихотского района в основном являются комплексными, золото-серебряными с пониженной сульфидностью, а месторождения Покровско-Пионерской зоны относятся к сульфидному типу с невысокими непромышленными содержаниями серебра. Характерными особенностями золоторудных месторождений Прихотского района являются приуроченность многих из них к выступам домезозойского фундамента и пространственная связь с экструживно-эруптивными фациями вулканитов.

Южно-Верхоянская зона

Золоторудные месторождения Южно-Верхоянской зоны приурочены к складчатым и разрывным структурам области

позднепалеозойской складчатости с незавершенным циклом орогенеза ввиду непроявленности гранитоидного магматизма палеозойского возраста. В регионе известны позднемезозойские граниты, гранодиориты и дайки различного состава, в т. ч. и на некоторых золоторудных месторождениях (возраст интрузивных комплексов колеблется в пределах 52—118 млн лет). Вследствие этого формирование месторождений золота в районе вероятнее всего связывать с процессами позднемезозойской тектоно-магматической активизации и лишь условно месторождения пластового типа могут быть отнесены к синхронноскладчатым, раннеорогенным или инверсионным. В Южно-Верхоянском золоторудном узле преобладают месторождения пластового типа, приуроченные к крыльям синклинальных или антиклинальных структур, и только на двух месторождениях (Нежданинском и Задержинском) рудные тела секущего типа план-параллельных крутопадающих трещин брекчирования и скола. Эти месторождения являются наиболее крупными по масштабам (разведанные запасы Нежданинского месторождения составляют 475 т) и с высокими содержаниями золота. Руды их отличаются повышенной сульфидностью и относятся к сульфидному типу золото кварцевой формации, в то время как месторождения пластового типа включают в себя руды золото кварцевой формации с пониженной сульфидностью. По многим геотектоническим, структурно-морфологическим и генетическим характеристикам золоторудные месторождения Южно-Верхоянской зоны имеют значительное сходство с месторождениями золота Верхне-Селемджинского района.

Южно-Приморская зона

Включает в себя золоторудные месторождения, локализованные преимущественно в структурах активизации палеозойского складчатого основания. Рудовмещающими являются позднемезозойские гранитоидные и гранодиоритовые интрузивные комплексы (месторождения Аскольд, Прогресс, Криничное) или экстррузивно-покровные вулканогенные образования позднего мезозоя (месторождения Союз, Гордеевское). В связи с четко проявленными процессами тектоно-магматической акти-

визации золоторудные зоны и отдельные рудные тела в преобладающем числе случаев имеют линейный характер и локализованы вдоль зон брекчирования, оперяющих кулис и трещин склола с крутым падением. Простираение рудоносных зон северо-восточное и северо-западное до субмеридионального. Геотектоническая позиция рассматриваемых золоторудных месторождений определяется расположением их в южной периферической (окраинной) зоне повышенных значений мощности «базальтового» слоя и резко пониженных мощностей «гранитного» (менее 15 км). Характерной особенностью золоторудных месторождений Южно-Приморской зоны является их рассредоточенность по площади, значительные масштабы каждого из рудных объектов и преобладающие невысокие содержания золота.

Северо-Приморская зона

Включает в себя месторождения золота, локализованные в различных структурах северной части Приморского края в мезокайнозойских вулканогенных и интрузивных комплексах или в дислоцированных геосинклинальных отложениях. Во всех случаях формирование руд связано с раннеорогенными процессами или посторогенной активизацией Прибрежной вулканогенной зоны. Характерными являются линейно-ориентированные тонкожилые крутопадающие субпластовые рудные тела с рядовыми и убогими содержаниями золота и серебра с примесью свинца, цинка и меди. Отдельные рудные столбы отличаются повышенными содержаниями золота и серебра. Выявленные к настоящему времени золоторудные объекты не имеют промышленного значения по указанным параметрам.

В заключение целесообразно рассмотреть пространственные соотношения профилирующих на Дальнем Востоке золоторудной, оловянной и урановой минерализации, позволяющие конкретизировать геотектонические факторы локализации золоторудных месторождений [6, 14]. Распределение рудных объектов указанных металлов в структурах дальневосточного региона связано со специфическими особенностями геотектонических условий формирования этих месторождений. В некоторых рудных районах отмечается наличие золоторудных проявлений с

оловянными или вольфрамовыми, иногда с урановыми, но во всех случаях в каждом районе преобладают промышленные месторождения одного металла и непромышленные концентрации других. Последние представляют собой незначительную примесь в рудах основного металла; в некоторых случаях возможно попутное извлечение. Пространственная разобщенность рассматриваемых рудных проявлений определяется следующими основными геотектоническими факторами:

1. Золоторудные районы и узлы локализованы преимущественно в геосинклинальных зонах раннеорогенного типа с пониженной мощностью коры и с незначительной гранитизацией (Нижне-Амурский район) или в активизированных блоках палеозойского складчатого фундамента (Верхне-Селемджинский и Южно-Верхоянский районы). Известны также золоторудные месторождения в шовных и переходных зонах.

2. Характерными структурами формирования урановых месторождений Дальнего Востока и Восточного Забайкалья являются зоны позднемезозойской активизации щитов и срединных массивов, т.е. структур со зрелой гранитизированной корой.

3. Преобладающая часть оловорудных месторождений формировалась в орогенных и переходных (активизированных) зонах мезозойского периода, в периферических эндо- и экзоконтактных структурах приповерхностных (гипабиссальных) гранитоидных массивов (куполов, ядер).

Таким образом, геотектонические особенности формирования определяют специфическое положение рудных месторождений различных типов в структурно-формационных зонах и геоблоках Дальнего Востока. В зонах с переходными геотектоническими условиями отмечается наложение рудных проявлений различного состава.

ГЛАВА 3

НЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ, МОРФОСТРУКТУРЫ, ОРОГРАФИЯ И ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА

Образование россыпных месторождений теснейшим образом зависит от формирования рельефа и связанных с ним структур аккумуляции золотоносных рыхлых отложений. В этом отношении особое внимание заслуживают исследования неотектонических и геоморфологических факторов формирования глубокозалегающих россыпей как труднооткрываемых. На основе систематического изучения антропогеновой и неогеновой истории золотоносных районов выделяются сложные типы погребенных россыпей, не обнаруживаемых прямыми методами с поверхности [2, 19, 20, 21]. В этом отношении важно восстановить особенности новейших движений земной коры и их влияние на развитие рельефа. Чтобы выявить закономерности в распределении россыпей различных типов, необходимо отчетливо представлять геологию рыхлых континентальных отложений, новейшую тектонику, общую структуру региона, россыпеконцентрирующие морфоструктуры и на основании этого геоморфологические аспекты россыпеобразования. В этом отношении является важным выделение районов значительных неотектонических поднятий, умеренных и слабых поднятий и опусканий. Об-

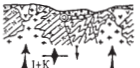
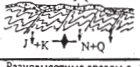
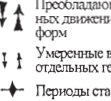
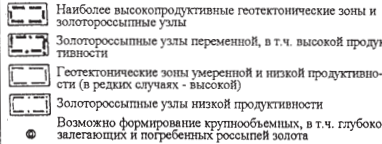
ласти значительных устойчивых поднятий в общем случае оказываются неблагоприятными для формирования погребенных россыпей вследствие проявления интенсивной эрозии и сноса. Наиболее благоприятными являются районы умеренных и слабых поднятий, особенно в геоблоках проявления коренной золотоносности и корообразования. Золото россыпей депрессий областей опускания, выполненных аллювием, обычно рассеивается по вертикали и ширине, что приводит к разубоживанию и снижению концентраций металла. Сохранение промышленных погребенных россыпей возможно, если интенсивное опускание происходит не во время формирования россыпей, а позже. В этом случае россыпи могут быть высокопродуктивными.

При разработке критериев формирования погребенных россыпей уделяется значительное внимание прогнозированию ископаемых россыпей древних гидрографических сетей. В этом отношении имеют важное значение исследования закономерностей россыпеобразования в сложных геоморфологических обстановках, приуроченных к формам древнего рельефа, переработанного последующими тектоническими и денудационными процессами. Перспективы обнаружения погребенных россыпей, не выраженных в современном рельефе, особенно высоки в районах, примыкающих к границам между низкогорным и равнинным рельефом, зонам перехода между областями поднятий и опусканий [5, 7, 9, 16, 17]. Особенно благоприятны структуры аккумуляции, приуроченные к границам высокой подвижности (табл. 3), что обеспечивало достаточную контрастность и интенсивность процессов разрушения коренных месторождений золота, переработку рыхлого материала и концентрацию золота в приплотиковых горизонтах аллювия не только в пределах низкогорного рельефа, но и в примыкающих к нему равнинных участках.

Таким образом, для исследования закономерностей размещения глубокозалегающих россыпных месторождений необходимо изучение режимов новейших тектонических движений и структур, истории формирования рельефа и связанного с последним механизма отложения осадков различных генетических типов и фаций. От точности анализа неотектоники в районах

Основные тектоно-морфологические элементы генетических типов структур аккумуляции золотосысыпных россыпей Дальнего Востока. Составил А.П. Ван-Ван-Е

ТЕКТОНО - МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ					Генетические типы россыпей	Примеры депрессий, россыпей и золото-посыпных узлов
Геотектонические	Геоморфологические	Схемы строения геоблоков, геозон	Тектоно-магматические и неотектонические	Морфологические структур аккумуляции		
I ПЛАТФОРМЫ	Низкогорные увалы. Обширные равнины. Устойчивые прогибы и впадины, в т.ч. предгорных зон		Стабилизация и однонаправленные низходящие движения	Сложные по внутреннему строению впадины и мулы с молассоидными, в т.ч. угленосными и вулканогенными отложениями больших мощностей (до 1-2 км) от поздне-мезозойского до современного возраста. Также предгорные прогибы и впадины	Алловиальные (долинные, косовые, дельтовые), элювиальные, озерные ближнего и дальнего переноса	Элювиальные россыпи обширных прогибов (Куранахская); россыпи окраинных прогибов и впадин (Чагоянский, Урильский, Магдагачинский, Дурминский и другие узлы)
II ОРОГЕННЫЕ ЗОНЫ 1. Древнеорогенные (Становая область)	Низко- и среднегорные зоны, водораздельные плато, депрессии пологосклонных сводов умеренных высот					

III ЗОНЫ ТМА (герцинской, позднемезозой- ской, кайно- зойской)	Средне- и низкорельефные формы рельефа, узкие долины локальной и средней протяженности; редкие межгорные локальные впадины	Изометрические разновысотные горные системы, межгорные впадины 	Однотипные, часто унаследованные мезокайнозойские гранитоидные и вулканогенные своды, иногда с частой инверсией	Локальные эрозионные и эрозионно-тектонические депрессии, малые впадины, редкие грабены с щебенчато-гравийными и песчано-глинистыми отложениями	Русловые, редко террасовые и пойменные россыпи; в некоторых случаях дельтовые	Обычно малопродуктивные россыпи (Пролетарского, Верхнетуркского и др. узлов), в некоторых сводовых структурах - высокопродуктивные (Софийского района)
IV РИФТО- ГЕННЫЕ ЗОНЫ	Низменные слабо-высотные зоны, озерно-болотные низменности	Низменные пространства, болота, озера, увалы 	Однотипные замедленные нисходящие движения; периоды временной стабилизации	Аллювиальные и аллювиально-озерные мелко- и мелкозалегающие россыпи в грабенообразных структурах "клавишного" типа, также в эрозионных депрессиях		Богатые месторождения с умеренными содержаниями Au (Нагима); средние-мелкие по запасам с высокими содержаниями Au (Лимурский и др. районы)
V ПЕРЕХОД- НЫЕ ЗОНЫ	Средне- и высокогорные зоны с локальными впадинами, речными долинами и низменностями	Разновысотные ареалы с речными депрессиями и локальными низменностями 	Восходящие сводообразующие (в блоках ТМА) и знакопеременные движения по всему ареалу зоны	Эрозионно-тектонические долинные депрессии, межсводовые и внутрисводовые впадины и грабены	В основном, русловые, пойменные и террасовые россыпи ближнего сноса	Золотоносные россыпи различной продуктивности локализованы в долинных депрессиях блоков ТМА: Кербинском, Верхнебуринском, Софийском узлах
VI ЗОНЫ СОЧЛЕ- НЕНИЙ (шовные зоны)	Контрастные формы рельефа: сочленения высокогорий с локальными низменностями речных депрессий и впадин	Низменные плато, увалы, граничат с горстообразными высокогорьями. Преграждают грабены 	Знакопеременные движения вдоль глубинных и межблоковых разломов	Обширные депрессии, в т.ч. угленосные, локальные приравненные впадины и грабены с молассоидными и грубообломочными отложениями	Русловые, пойменные, дельтовые, элювиально-пролювиальные преимущественно ближнего сноса	Золотоносные россыпи локальных прогибов, нередко погребенные и глубокозалегающие; во многих случаях высокой продуктивности (Нагиминская, Пестровская и др.)
Определяют степень подвижности областей формирования структур аккумуляции и геодинамические условия формирования россыпей, а также источников золота	Определяют условия заложения, развития и морфологическую структуру аккумуляции 	Определяют формирование и степень дезинтеграции источников Au, а также сохранность россыпей	Определяют масштабы россыпей, содержания Au и удаленность от источников питания			

Условные обозначения к схемам:

1-кристаллические сланцы, амфиболиты, филлиты; 2-гнейсы, гнейсо-граниты, мигматиты, аплиты; 3-флишоподобные отложения; 4-гравийные отложения; 5-пескогравий; 6-пески; 7-углистые, суглистые, глины; 8-щебень; 9-вода озер; 10-эффузивы; 11-гранитоидные (гранито-гнейсовые) своды длительного развития; 12-гранитоидные ядра мезокайнозойских сводов; 13-палеозойские своды; 14-гранитизированный фундамент платформ и срединных массивов; 15-дизъюнктивные нарушения; 16-глубинные разломы (линеаменты, межблоковые, надвиговые).

развития россыпных месторождений зависит правильность прогнозирования россыпей различных типов (в т.ч. погребенных). Предварительное вычленение блоков поднятия и опускания позволяет ориентировочно определить мощности и состав рыхлых отложений, а также зоны вероятного формирования погребенных россыпей и в конечном итоге их продуктивность. Приводимые далее сведения по мезокайнозойским сводово-глыбовым движениям в пределах Хабаровского края, а также анализ истории формирования рельефа иллюстрируют особенности проявления основных этапов неотектонических движений, а также морфоструктурных зон, благоприятных для погребенного россыпеобразования.

3.1. Эволюция мезокайнозойских сводово-глыбовых движений и морфоструктур в связи с формированием золотороссыпных месторождений

Формирование золотороссыпных месторождений представляет собой сложный и длительный процесс, определяемый многими геологическими и природными факторами. Основными генетическими элементами процесса образования золотороссыпного месторождения являются источники металла → транзит освобождаемого из коренных источников золота наземными (преимущественно водными) агентами → структуры аккумуляции (речные долины, локальные и региональные впадины, грабены и т.п.) → факторы осаждения (накопления) золота в структурах аккумуляции. Значительная, а нередко и ведущая роль в проявлении указанных факторов принадлежит тектономагматическим, неотектоническим, морфоструктурным и геоморфологическим особенностям развития территории. Основными источниками золота россыпей являются рудные месторождения и проявления золота, а также минерализованные золотоносные зоны метасоматитов. В Дальневосточном регионе повышенная золотоносность в пределах платформ отмечается в докембрийских метаморфических комплексах и в интрузивно-

вулканических зонах областей тектоно-магматической активизации (ТМА). В складчатых структурах (мезозоидах) золотопроявления связаны преимущественно с позднемезозойскими (юрско-меловыми) и раннепалеогеновыми тектоно-магматическими процессами.

На примере Нижнего Приамурья может быть прослежена последовательность формирования позднемезозойских сводово-купольных структур и кайнозойских морфоструктур, их соотношения в пространстве и роль в формировании источников золота и структур аккумуляции золотороссыпных месторождений. В структурном плане Нижнее Приамурье характеризуется резко гетерогенным строением (см. рис. 2). Рассматриваемый регион включает докембрийские блоки, области палеозойской и позднемезозойской складчатости, зоны мезокайнозойской активизации и молодые рифтогенные структуры. Гетерогенность отражается в неоднородности геофизических полей и особенностях глубинного строения рассматриваемой территории. Основными геоструктурными элементами Нижнего Приамурья являются интенсивно гранитизированный Буреинский массив (его восточная часть), мезозойская складчатая область Сихотэ-Алиня и располагающаяся между этими геоблоками Переходная зона с позднекайнозойской рифтогенной структурой. Перечисленные геоблоки и их отдельные фрагменты достаточно четко отражаются в гравиметрическом поле и глубинных структурах. Буреинский массив и Переходная зона характеризуются отрицательными значениями силы тяжести, а северная часть Сихотэ-Алинской области — положительными. Регионы, расположенные к западу от рифтогенной структуры, отличаются повышенными значениями мощностей «гранитного» слоя, а восточные — минимальными.

С формированием позднемезозойских сводово-купольных и сводово-глыбовых структур (рис. 3) связана наиболее активная начальная фаза рельефообразования, и к этому времени приурочен также период проявления золоторудных процессов в зонах влияния интрузивных комплексов соответствующих сводов: формируются рудные месторождения золота и ареалы повышенной золотоносности как источники россыпеобразования. Ха-

Сводово-купольные структуры 2-го порядка: 3 — локальные своды (купола) позднемезозойского возраста; 4 — локальные своды палеогенового возраста; 5 — гранитоиды позднемезозойского возраста; 6 — гранитоиды раннекайнозойского возраста; 7 — эффузивы Приморского вулканического пояса палеоген-неогенового возраста; 8 — коренные месторождения золота.

Гранитоидные своды позднеорогенного этапа: I — Кербинский; II — Верхне-Курский; III — Гурский.

Инверсионные своды: IV — Удыльский; V — Орельский.

Локальные своды (цифры указаны непосредственно на рисунке): 1 — Верхне-Тыльский; 2 — Верхне-Конинский; 3 — Ассининский; 4 — Нипкинский; 5 — Чимкитский; 6 — Верхне-Ниланский; 7 — Усть-Дукинский; 8 — Верхне-Горюнский; 9 — Средне-Курский; 10 — Верхне-Хурмулинский; 11 — Верхне-Болоньский; 12 — Мухтельский; 13 — Бекчинский (Многовершинный); 14 — Белогорский; 15 — Нижне-Амгуньский; 16 — Почельский; 17 — Верхне-Силасуйский; 18 — Верхне-Бичийский; 19 — Средне-Пильдинский; 20 — Верхне-Бокторский; 21 — Верхне-Тумнинский; 22 — Нижне-Удоминский; 23 — Средне-Гурский; 24 — Верхне-Гурский; 25 — Верхне-Яйский; 26 — Средне-Тумнинский; 27 — Акурский

рактерная в этом отношении особенность заключается в том, что наиболее интенсивно эндогенная золотоносность проявилась к востоку от рифтогенной зоны (в северной части Сихотэ-Алинской области) и незначительно к западу, где позднемезозойские сводово-купольные структуры формировались в связи с процессами ТМА, а не с раннеорогенными, как в северной части Сихотэ-Алинской области. Такие различия в золотоносности, вероятнее всего, связаны с составом пород фундамента — офиолитовый в низовьях Амура и существенно гранитоидный в блоках ТМА и Переходной зоны. В первом случае основные породы нижней части коры и литосферы изначально характеризовались повышенными концентрациями сидерофильных элементов и золота, а во втором случае (в блоках ТМА и Переходной зоне) преобладали литофильные, в т.ч. редкометалльные элементы гранитизированной коры, обособившиеся в процессе внутрикоровой магматической дифференциации и сегрегации с накоплением литофильных металлов в кислых дериватах.

В большинстве случаев в северной части Сихотэ-Алинской области золоторудные районы пространственно совпадают с позднемезозойскими сводово-купольными структурами 1-го порядка



Рис. 4. Схема кайнозойских морфоструктур Нижнего Приамурья. Составил А.П. Ван-Ван-Е: 1 — морфоструктуры 1-го порядка; 2 — морфоструктуры 2-го порядка (локальные); 3 — гранитоиды верхнего мела; 4 — гранитоиды нижнего палеогена; 5 — золоторудные месторождения и их номера (указаны непосредственно на рисунке): 1 — Кербинское; 2 — Албазинское; 3 — Херпучинское; 4 — Многовершинное; 5 — Белая Гора;

6 — Бухтянское; 7 — Дыльменское; 8 — Октябрьское; 9 — Покровско-Троицкое; 10 — Агние-Афанасьевское; 11 — Учаминское; 12 — Дяппе; 13 — Мартемьяновское; 14 — Марковское; 15 — Тумнинское.

Кайнозойские морфоструктуры 1-го порядка; обозначены цифрами в кружках:

I — Верхне-Торомская; II — Ассинийская; III — Верхне-Кербинская; IV — Дукинская (Верхне-Баджальская); V — Кур-Хурмулинская; VI — Эвурская; VII — Бекчи-Улская (Орельская); VIII — Почельская; IX — Биякинская; X — Биткинская; XI — Пильдинская; XII — Усть-Горюнская; XIII — Верхне-Тумнинская; XIV — Гурская; XV — Верхне-Удоминская.

Кайнозойские морфоструктуры 2-го порядка (локальные); обозначены цифрами в кружках:

1 — Верхне-Алская; 2 — Маймагунская; 3 — Верхне-Кутынская; 4 — Сыран-Альбанская; 5 — Итканская; 6 — Моренуйская; 6^a — Чимкитская; 7 — Кивунская; 8 — Сомнянская; 9 — Верхне-Ниваглийская; 10 — Чагоянская; 11 — Мухтельская; 12 — Бекчийская; 13 — Ясмалская; 14 — Белогорская; 15 — Бухтянская; 16 — Мыйская; 17 — Кенжинская; 18 — Амбактинская; 19 — Дидбиранская; 20 — Уенгинская; 21 — Лево-Пильдинская; 22 — Боктор-Ниранская; 23 — Лимуручанская; 24 — Учаминская; 25 — Верхне-Яйская; 27 — Снежинская; 28 — Хосовская; 29 — Чермальская

и частично со структурами 2-го порядка. Наиболее интенсивная коренная золотоносность отмечается в областях менее эродированных, испытавших в позднем мезозое и, особенно в палеогене, инверсию. К подобным структурам могут быть отнесены Удыльский и Орельский инверсионные своды. В глубоко эродированных и умеренно гранитизированных сводах (Гурский) коренная золотоносность пониженная, а еще южнее (в центральных и южных звеньях Сихотэ-Алинской складчатой области), в зонах завершенного орогена с интенсивно формировавшимися гранитоидными сводами, золотое оруденение в крупных масштабах не проявилось, и для этих регионов характерной является редкометальная рудная минерализация.

Начальный этап формирования рельефа в Нижнем Приамурье связан с заложением и развитием позднемезозойских сводово-купольных структур, о чем свидетельствует унаследованность кайнозойскими морфоструктурами 1-го (и частично 2-го) порядка (рис. 4) крупных сводовых структур позднемезозойского возраста.

Сводово-купольные структуры реконструировались по гранитоидным кольцевым комплексам мелового возраста, а

кайнозойские морфоструктуры — на основании анализа высот современного рельефа, они отражают таким образом морфологические соотношения высот горных (в т.ч. водораздельных) систем и современной речной сети. В рассматриваемом случае под морфоструктурами понимают проявления в формах рельефа геологических, преимущественно тектономагматических структур.

Решающее значение в формировании структур аккумуляции россыпей оказывали особенности неотектонических раннекайнозойских движений. Индикаторами направленности и масштабов неотектонических движений являются состав и мощности осадков, выполняющих наложенные депрессионные структуры кайнозойского возраста (наиболее крупные долины, впадины, приразломные прогибы и грабены, которые выполнялись третичными и четвертичными континентальными отложениями различного состава). В некоторых депрессиях присутствуют осадки юрско-мелового периода и в большинстве — четвертичного. Достаточно контрастно выделяются три геотектонических типа ареалов, существенно отличающихся по интенсивности формирования россыпеконцентрирующих структур.

Первый тип объединяет мезозойские *инверсионные своды* раннего орогена (северная часть Сихотэ-Алинской области). Для этих геоблоков характерна «клавишная» структура геотектонического поля: на фоне горообразовательных движений развивались, начиная с палеогена, приразломные депрессии линейного, реже изометрического типов с преобладающей северо-восточной, иногда субмеридиональной ориентировкой. Мощности палеоген-неогеновых осадков в этих депрессиях достигают многих десятков метров, в некоторых случаях до первых сотен метров. Близкие по типу неотектонические движения с формированием аналогичных депрессионных структур характерны также для активизированных субширотных зон Монголо-Охотской складчатой области и прилегающих структур Становой и Амуро-Зейской платформ. В составе осадков депрессий рассматриваемого типа кроме обломочных пород (щебень, гравий, пески) нередко присутствуют и глинистые горизонты, формировавшиеся вследствие размыва химических кор выветривания.

Второй тип геоструктур объединяет обширные своды *длительных устойчивых однонаправленных положительных движений*, не испытывавшие инверсию. К этому типу прежде всего относятся позднемезозойские орогены центрального и южного Сихотэ-Алиня, а также Туранского и Буреинского мегасводов. В их пределах на фоне непрерывных восходящих движений формировались преимущественно локальные эрозионные или эрозионно-тектонические долины, непрерывно углублявшиеся и заполнявшиеся в основном грубообломочными отложениями четвертичного возраста. Эрозионно-тектонические депрессии палеоген-неогенового периодов (в т.ч. угленосные) различных очертаний и размеров формировались по окраинам Сихотэ-Алинского свода и в крупных межгорных мульдообразных впадинах. В большинстве случаев эти депрессии значительно удалены от коренных источников золота, и, как правило, продуктивные россыпи золота в них представляют редкость; промышленные россыпи золота обычно устанавливаются в узлах с локальными проявлениями рудного золота (Арсеньевская, Алчанская, Верхне-Бикинская, Колумбейская и некоторые другие депрессии).

Третий тип геоструктур характерен для *центральных зон древних и молодых платформ* (Амуру-Зейской, Средне-Амурской, Приханкайской), в пределах которых господствовали с юры до настоящего времени отрицательные движения с накоплением в обширных впадинах и локальных прогибах континентальных моласоидных осадков значительных мощностей (многие сотни метров до первых километров) — песчано-глинистых, галечниковых, вулканогенно-осадочных, угленосных. На территории рассматриваемых прогибов формировались отдельные локальные гранитоидные своды позднемезозойского возраста, в пределах которых золоторудная минерализация практически не отмечается. В настоящее время ареалы платформенных депрессионных структур представляют собой низменные пространства, нередко заболоченные.

Таким образом, начиная с позднего мезозоя, на территории Дальнего Востока прогрессировали процессы дифференцированных знакопеременных тектонических движений, и в связи с этими процессами формировались сводовые структуры с контрастными перемещениями отдельных локальных блоков. Од-

новременно формировались крупные мегасводы, испытывавшие устойчивые восходящие движения. В первом случае происходило образование практически всех генетических и морфологических типов структур аккумуляции россыпей (от элювиальных до озерно-дельтовых), а во втором — золотоносные россыпи концентрировались, главным образом, в эрозионных и эрозионно-тектонических долинах молодого возраста.

Приведенные ранее данные показывают, что формирование структур аккумуляции определяется многими факторами, наиболее важными из которых являются геотектонические (в т.ч. неотектонические), тектоно-магматические, геоморфологические и морфогенетические. Геотектонические и тектоно-магматические факторы определяют степень подвижности областей формирования россыпей, а также временные интервалы, тип и интенсивность проявления процессов дезинтеграции россыпеобразующих формаций и соответственно периоды концентрации полезных компонентов в россыпях. Наиболее полярными в этом отношении являются платформенные и орогенные области. Первые характеризуются длительными и стабильными условиями формирования россыпей различных генетических типов и в связи с этим отличаются, как правило, высокой продуктивностью (Амурская область, Алданский щит, геоблоки Сибирской платформы и др.). В орогенных структурах (особенно в молодых складчатых областях) периоды формирования структур аккумуляции россыпей относительно кратковременны и в этих условиях россыпи существенно ограничены по протяженности, глубине, объемам продуктивной массы и запасам (Приморский край, некоторые южные и северные районы Хабаровского края). Другие геотектонические зоны характеризуются промежуточными условиями формирования россыпей и соответственно промежуточными типами структур аккумуляции и продуктивностью.

Особенности проявления геоморфологических факторов определяли условия заложения, развития и морфологию структур аккумуляции. Сложные разнотипные формы рельефа, близкие к современным, формировались в периоды проявления неотектонических движений раннего кайнозоя и в общем плане показаны на рис. 5, 6 и 7.

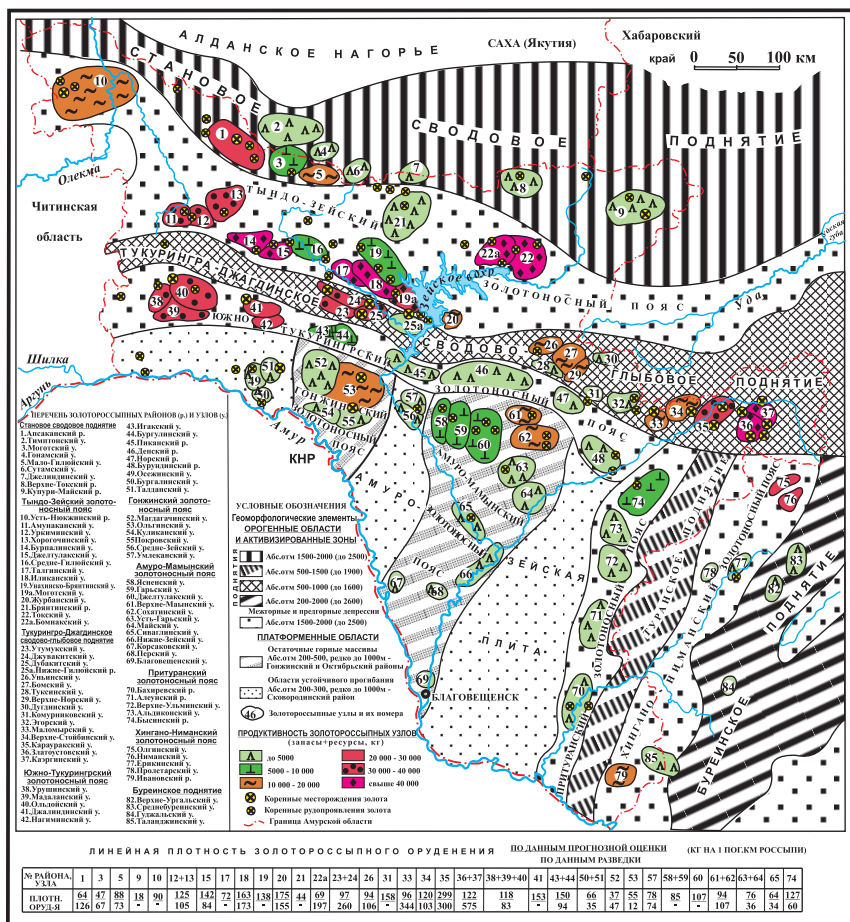


Рис. 5. Структурно-геоморфологическая схема размещения золото-россыпных узлов и полей Амурской области

В эти периоды структуры аккумуляции локализовались в окраинных зонах кайнозойских морфоструктур (преимущественно долинные депрессии) и в межсводовых ареалах (впадины, линейные прогибы, мульды, грабены и др.). Особенности эволюции неотектонических процессов во времени и пространстве определяли характер и степень дезинтеграции золотоносных комплексов (источников золота), пути и дальность транзита золота и в итоге — морфологию, продуктивность и сохранность россыпей.

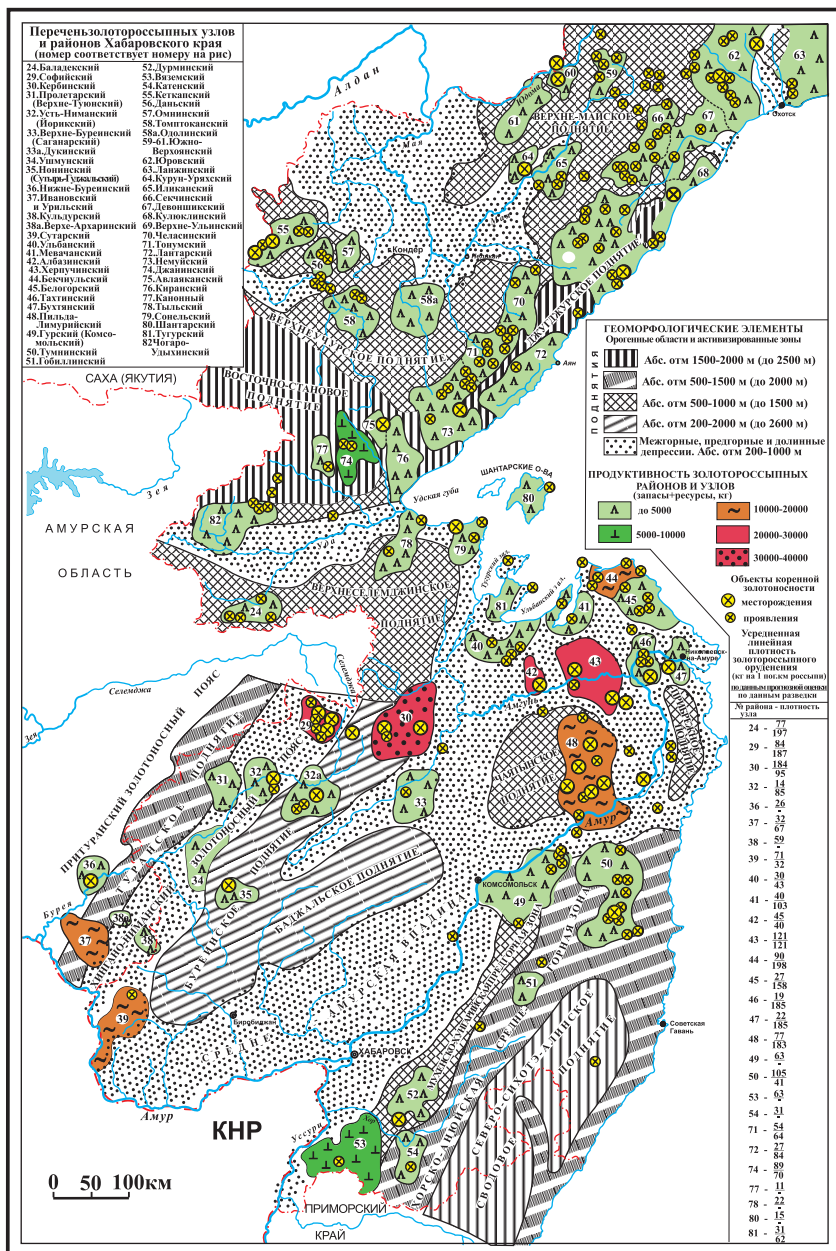


Рис. 6. Структурно-геоморфологическая схема размещения золотороссысных узлов Хабаровского края. Составил А.П. Ван-Ван-Е

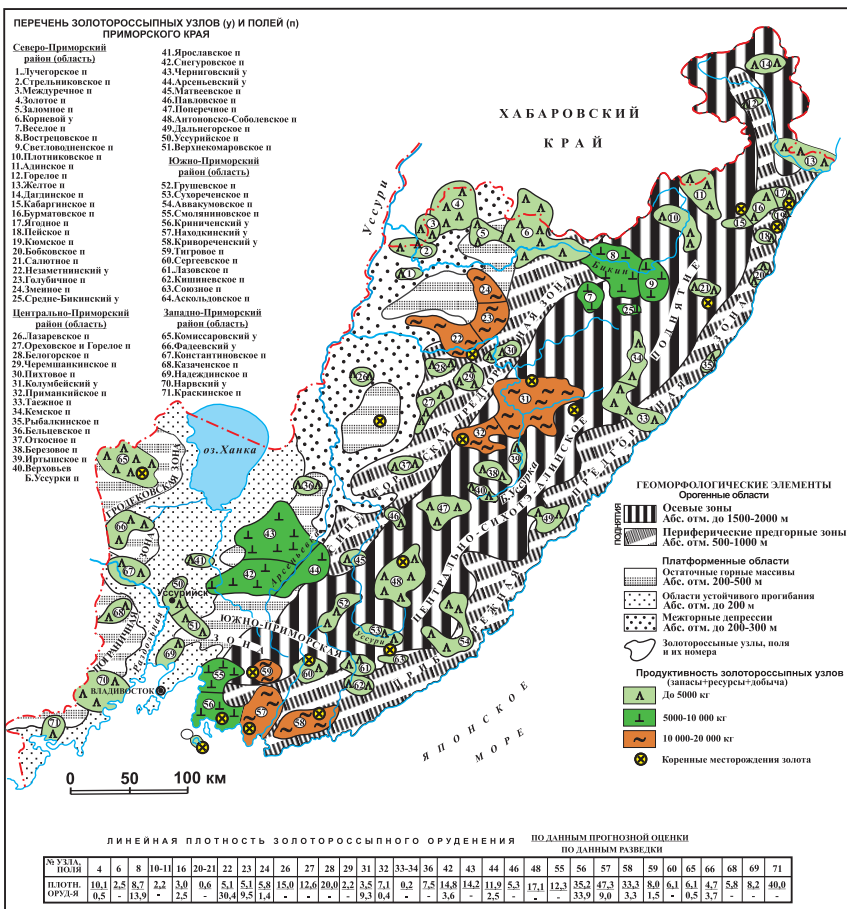


Рис. 7. Структурно-геоморфологическая схема размещения золотороссыпных узлов и полей Приморского края

3.2. Морфотектоника, структуры аккумуляции и продуктивность россыпей золота Дальнего Востока

Формирование золотороссыпных месторождений на территории Дальнего Востока и их продуктивность в значительной мере генетически связаны с проявлениями тектоно-морфологи-

ческих факторов заложения и развития структур аккумуляции россыпей (эрозионно-тектонических долин и впадин, грабен, межгорных депрессий, палеодолин и др.). Это объясняется тем, что тектонические процессы определяют не только морфологию и объемы структур аккумуляции, но также (что очень важно) длительность их формирования, продолжительность и типы дезинтеграции золотоносных комплексов, особенности транзита золотосодержащих продуктов их разрушения, а также геоморфологические и гидродинамические факторы отложения золота [1, 9, 12, 13, 18]. В этом отношении целесообразно выделить шесть основных геотектонических типов (элементов) структур аккумуляции, отличающихся степенью подвижности, магматизмом, особенностями проявления неотектонических процессов, морфоструктурами и геоморфологией (табл. 3).

Геотектоническими элементами высшего порядка (I категории) являются платформы и орогенные пояса, на которые наложены вторичные структурные элементы более высоких порядков, являющиеся проявлениями более поздних геотектонических процессов (см. рис. 2). По отношению к периодам заложения россыпеобразующих морфоструктур и формирования промышленных россыпей золота (поздний мезозой-кайнозой) к платформенным структурам должны быть отнесены на Дальнем Востоке все геоблоки, консолидированные в домезозойские этапы. Эти структуры домезозойской консолидации образуют так называемые мезозойские платформы. В пределах этих позднеплатформенных геоблоков выделяются древние позднеархейские и протерозойские орогены (Алданский щит, Становая область); позднерифейские и герцинские орогены (Монголо-Охотский пояс, Амуро-Зейская плита, Буреинский срединный массив). Позднемезозойские орогены образуют на Дальнем Востоке систему складчатых структур Сихотэ-Алиня, в пределах которой нами выделяются раннеорогенные инверсионные геоблоки Нижнего Приамурья и позднеорогенные зоны центрального и южного звеньев Сихотэ-Алиня, характеризующиеся различными периодами стабилизации и знакопеременных неотектонических движений. Указанные различия в стабилизации определяют возраст морфоструктур, генетические

особенности формирования структур аккумуляции россыпей и продуктивность россыпеобразования.

В пределах домезозойских платформ и складчатых областей в различных масштабах проявились разновозрастные процессы тектоно-магматической активизации, с которыми связано формирование морфоструктур центрального типа (сводово-купольных, кольцевых, кальдерообразных, экструзивно-купольных и т.п.) и специфических структур аккумуляции россыпей.

В отличие от областей ТМА зоны сочленений разновозрастных геоблоков (шовные зоны) характеризуются линейностью формирования россыпеконцентрирующих структур, значительными амплитудами неотектонических движений и приуроченностью к этим структурам грабенообразных депрессий палеоген-неогенового возраста, в том числе глубокозалегающих (погребенных) золотоносных россыпей с высокой и очень высокой продуктивностью.

На территории Дальнего Востока для ранжирования золотоносных россыпей по морфоструктурным типам и продуктивности целесообразно выделить также переходные зоны, располагающиеся между молодыми складчатыми структурами Сихотэ-Алиня и более древними консолидированными геоблоками. В переходных зонах структуры аккумуляции россыпей характеризуются ограниченной протяженностью и локальностью проявления линейных и кольцевых морфоструктур, в некоторых случаях сходных с таковыми ТМА и зон сочленений. Как правило, продуктивность золотороссыпных узлов переходных зон невысокая, но в отдельных узлах отмечаются богатые россыпи. В Нижнем Приамурье на основании обработки геолого-геофизических и геоморфологических материалов выделяются молодые локальные рифтогенные зоны, характеризующиеся повышенной общей металлоносностью и высокой продуктивностью россыпей золота (в т.ч. погребенных).

В ряду перечисленных геотектонических элементов, определяющих особенности формирования структур аккумуляции россыпей и их продуктивность, безусловно, главное значение имеют платформенные геоблоки и древние (домезозойские) орогенные пояса. Это связано с тем, что платформенные струк-

туры и домезозойские орогены, характеризуются длительной, сложной историей геологического развития и в связи с этим повышенной коренной золотоносностью источников россыпеобразования. В этих геоблоках, как правило, на протяжении многих периодов (с раннего кайнозоя, а в некоторых регионах и с поздней юры) происходило формирование золотоносных россыпей вследствие переработки и неоднократного переотложения дезинтегрированных золотосодержащих продуктов разрушения коренных источников [2, 16, 21]. Кроме того, эти геоблоки отличаются широким разнообразием структур аккумуляции россыпей по морфологии, протяженности, мощностям продуктивных пластов и торфов, глубине залегания, содержанию золота и по некоторым другим показателям. Важное значение для отложения золота в конкретных россыпях имел фактор изменения во времени гидродинамического режима водотоков в различных частях структур аккумуляции (долин I–VI порядков) и в различных геоморфологических зонах, существенно отличающихся в платформенных областях и домезозойских орогенах. Этот фактор гидролого-геоморфологических барьеров золотоотложения в россыпях имел исключительно важное значение, но реконструируется в настоящее время с большими трудностями. В ряде случаев для этих целей требуется проведение специальных исследований (в том числе экспериментальных).

В противоположность платформенным областям и домезозойским орогенам молодые позднемезозойские складчатые области отличаются краткими периодами формирования структур аккумуляции и соответственно россыпей (антропоген-голоцен), т.е. структуры аккумуляции этих регионов претерпевали перманентно инстративную стадию формирования, вследствие чего продуктивность этого типа россыпей закономерно невысокая как по содержанию, так и по запасам золота. Характеризуемый механизм формирования россыпей относится к тем геоблокам Сихотэ-Алиня (позднеорогенным), которые испытывали непрерывно восходящие движения и которые в настоящее время представляют собой также высокогорные сооружения (структуры Сихотэ-Алиня южных частей Хабаровского края и преобладающей части Приморского края).

Иначе развивались процессы позднемезозойской складчатости и орогенеза в Нижнем Приамурье (инверсионная, раннеорогенная зона Сихотэ-Алиня). Характерные для этого геоблока пониженные мощности земной коры (менее 30 км) и гранитного слоя (менее 15 км), а также незначительная проявленность гранитоидного магматизма свидетельствуют о незавершенности процессов орогенеза и о том, что стабилизация рассматриваемого геоблока завершилась на раннеорогенной стадии с последующей инверсией. В постинверсионный период (поздний мел-кайнозой), по существу в субплатформенных условиях, в результате проявления неотектонических движений на этой территории формировались эрозионно-тектонические прогибы, протяженные речные долины, низкогорные плато и впадины (преимущественно с-в простирания), многие из которых заполнены аллювиальными и аллювиально-озерными отложениями неоген-четвертичного возраста. В этих условиях на протяжении длительного периода происходило физическое и физико-химическое разрушение золотоносных россыпеобразующих комплексов в областях интенсивного корообразования и вынос продуктов разрушения в структуры аккумуляции разнообразных морфогенетических типов. Длительный период формирования россыпей определил возможность неоднократного переотложения золотосодержащих песков и вследствие этого увеличения концентраций золота и запасов.

В связи с широкой проявленностью в Нижнем Приамурье интенсивных знакопеременных движений в постинверсионный период, определивших «клавишную» систему тектонических структур и формирование в связи с этим глубокопогруженных депрессий, имело место образование погребенных россыпей золота, в том числе с высоким содержанием металла. Значительная часть подобных россыпей перекрыта более молодыми четвертичными отложениями. Таким образом, инверсионные раннеорогенные геоблоки характеризуются формированием в их пределах структур аккумуляции и золотоносных россыпей, сходных по условиям образования, а нередко по морфологии и продуктивности с таковыми платформенных областей или древнеорогенных зон.

3.3. Орография и история формирования рельефа

Рассмотрению орографии и истории формирования рельефа Дальнего Востока посвящены многочисленные исследования в общетеоретическом плане в связи с анализом формирования морфоструктур рельефа и изучения особенностей локализации экзогенных полезных ископаемых [12, 13, 19, 20]. В большинстве случаев формирование рельефа теснейшим образом связывается с историей геологического развития, т.к. формы рельефа являются отражением геотектонических процессов регионального и локального характера. Особенно существенная связь рельефообразования отмечается с орогенными (складчатоглыбовыми) и магматическими (сводовыми, вулканокупольными и т.п.) процессами.

Орографическая схема юга Дальнего Востока (рис. 8) в связи с разнообразием разновозрастных геологических структур (см. рис. 2) характеризуется исключительной сложностью рисунка. В некоторых регионах в распределении горных хребтов и межгорных равнин наблюдаются общие черты расположения, заключающиеся в чередовании простираний хребтов с-в и с-з направлений; в отдельных случаях — субширотных. Наибольшую площадь на Дальнем Востоке занимают горы и нагорья на складчатом основании. В пределах Тукурингра-Джагды и Станового хребта отмечаются горы и нагорья на кристаллическом основании. Горные системы Сихотэ-Алиня и в общем параллельные им хребты Баджальский, Мало-Хинганский, Буреинский, Дуссе-Алинский и некоторые другие имеют северо-восточное простирание и в их рельефе отражены, в основном, мезокайнозойские структурные элементы. На широте 53° простирания хребтов становятся северо-западными и субширотными (хр. Тукурингра-Джагды, Становой хребет и т.п.). В расположении этих хребтов отражены преимущественно палеозойские структуры и в меньшей степени — мезозойские. Направления хребтов определяются краевыми ограничениями (глубинными разломами) докембрийских плит (см. рис. 2). Тектонические движения неоген-четвертичного периодов в Становой области, Сихотэ-Алине

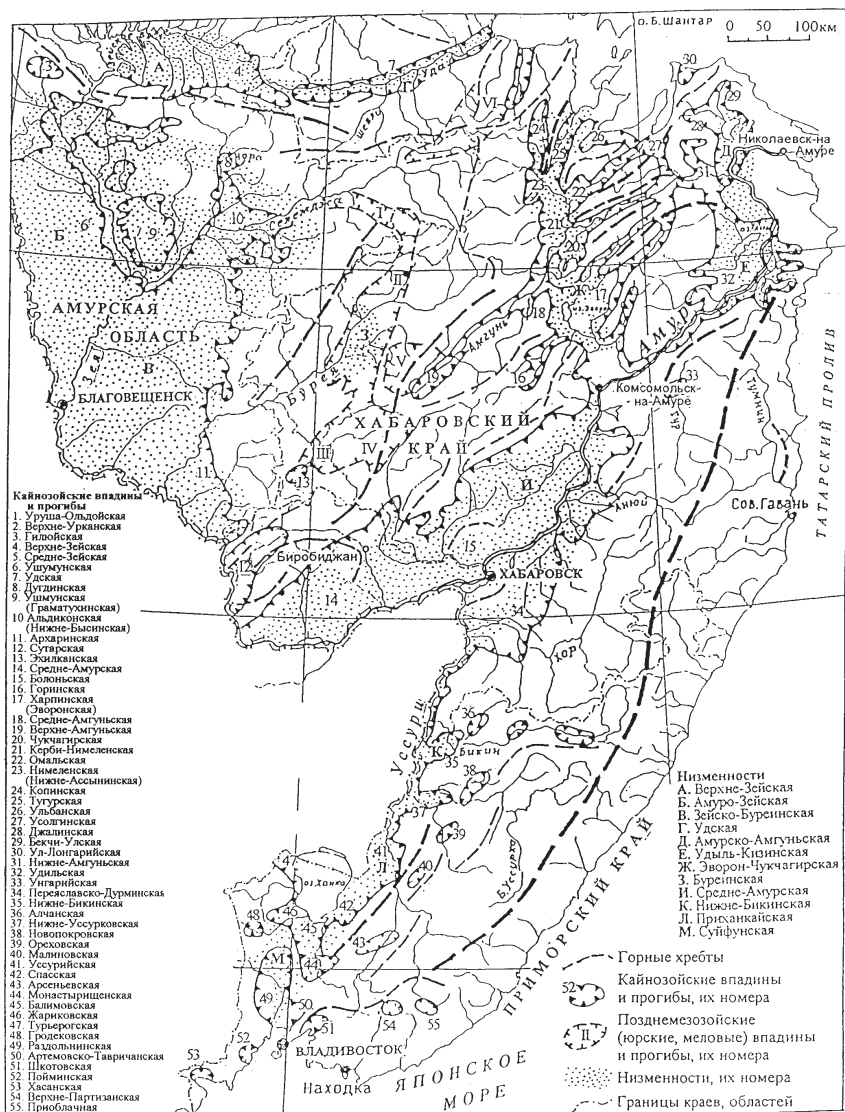


Рис. 8. Орографическая схема юга Дальнего Востока

и других горных сооружений Дальнего Востока проявлялись по системам направлений древних складчатых структур. Эта пре-
 емственность особенно четко фиксируется в восточных регио-

нах Дальнего Востока (хребты Сихотэ-Алиня), где роль новейших движений в формировании современного рельефа является определяющей.

Горные хребты Дальнего Востока разделяются тектоническими впадинами, которые в пределах южной части рассматриваемого региона занимают нередко обширные площади. Для этих территорий характерна сглаженность вершин хребтов с редкими следами ледниковой экзарации, приуроченной в основном к верхним уровням склонов. Результаты вулканической деятельности (особенно неогенового периода) обусловили создание обширных покровов, проявленных в рельефе в виде структурных плато. Аккумулятивные аллювиальные и озерно-аллювиальные равнины в южной части Дальнего Востока расположены вдоль речных систем бассейна р. Амур. В этом плане можно отметить обширную Верхне-Зейскую равнину, расположенную в тектонической впадине между хребтами Становым, Тукурингра-Джагды и Джугдыр. От устья р. Зея до пересечения Амура Малым Хинганом в пределах нижних течений рек Зеи, Буреи и Архары расположена Зейско-Буреинская равнина. Ниже по течению р. Амур между хребтами Малого Хингана на западе и отрогами Сихотэ-Алиня на востоке простирается Средне-Амурская равнина. В верхнем течении р. Уссури в обрамлении оз. Ханка и по р. Раздольная (Суйфун) расположена Приханкайская низменность. По абсолютным и относительным высотам подавляющая часть гор Дальнего Востока может быть отнесена к средневысотным. Высота большей части хребтов около 1000 м над уровнем моря, в редких случаях до 2000 м. Средняя высота гор Сихотэ-Алиня около 800 м, в северной части максимальная — 2078 м, а в южной — 1856 м. В этих же пределах изменяется высота гор других регионов южной части Дальнего Востока.

Формирование рельефа Дальнего Востока характеризуется длительностью и многоэтапностью преобразований в процессе геологического развития территории [19]. Уже с докембрия существовали континентальные плиты, в пределах которых происходило выравнивание на фоне дифференцированных геоблокковых и тангенциальных подвижек. И в настоящее время актив-

но действуют как эндогенные, так и экзогенные рельефообразующие факторы. Активность современных эндогенных рельефообразующих процессов особенно велика в восточной части характеризуемого региона. Различный возраст структур фундамента определяет общий облик рельефа, создавая многообразие типов горных сооружений.

В орографическом строении Дальнего Востока основное значение имели крупные платформенные и складчатые структурные элементы конца юры — начала мела. Более древние структуры были преобразованы в домезозойские периоды и в современном рельефе, как правило, не отражаются. Древнепалеозойские структурные элементы отмечаются в хребтах Становом и Джугджур, а также на площади Ханкайского массива. Эти структуры в значительной мере переработаны последующими складчатыми и глыбовыми дислокациями мезозойского возраста. Структуры герцинской складчатости сохранились в рельефе хребтов Янкан, Тукурингра-Джагды, Джугдыр, Шантарских островов, частично в пределах северо-восточного обрамления Зей-Буреинской плиты, где они значительно переработаны мезозойской складчатостью. Особенно контрастно нашли отражение в рельефе Дальнего Востока мезозойские структуры, в особенности в пределах Хингано-Буреинского антиклинория и складчатой области Сихотэ-Алиня. Хингано-Буреинский антиклинорий определил орографические особенности основных хребтов Буреинской и Мало-Хинганской систем, сложенных породами нижнего структурного яруса (архейские гнейсы, гранито-гнейсы, кристаллические сланцы и пр.). Краевой Буреинский прогиб, заложенный в юре, определил местоположение Верхне-Буреинской равнины. Система хребтов Баджала развивалась в процессе становления Баджальского антиклинория.

Кайнозойские складчатые структуры развиты на Дальнем Востоке крайне ограниченно. К этой системе относится восточная часть Сихотэ-Алиня, представленная преимущественно вулканогенными образованиями. Наиболее интенсивно рельефообразующие процессы кайнозойского возраста проявились на о-ве Сахалин, на Камчатке, в Корее и на Чукотском п-ове. В процессе кайнозойского тектогенеза формировались системы хребтов и

впадин — Пенжинской, Анадырской, Парапольской, Западно-Камчатской, Восточно-Камчатской и др. В западной материковой части Дальнего Востока в формировании рельефа неотектонические движения отразились медленными прерывистыми колебаниями территории с образованием террас, врезанных меандр по долинам рек и т.п. Отмечаются также блоковые перемещения незначительных амплитуд в рифтогенных структурах с образованием прогибов (в т.ч. «клавишного» типа) и межгорных впадин. Подобные местные поднятия и прогибы отмечаются в пределах хр. Тукурингра–Джагды, в северных частях Буреинского хребта и ряде других регионов юга Дальнего Востока. Одновременно формировались обширные неотектонические погружения Верхне-Зейской, Средне-Амурской, Приханкайской и ряда других впадин. Амплитуды неотектонических движений в материковой части составляли 400—600 м и в редких случаях более. В области Сихотэ-Алиня амплитуды новейших движений достигали 1000—2000 м. Таким образом, неотектонические движения на территории Дальнего Востока проявлялись по-разному и имели в связи с этим неодинаковое рельефообразующее значение в различных геоморфологических районах.

Существенное значение в формировании рельефа и золотоносных россыпей имели экзогенные процессы. Эрозия, аккумуляция, морозное выветривание, солифлюкция, абразия, нивальные и гляциальные процессы наложили свой отпечаток на рельеф Дальнего Востока. В континентальный период (меловой–кайнозойский) регион переживал процессы усиленного накопления осадков (в современных речных долинах и озерах) в условиях жаркого субтропического климата и относительно медленного погружения. Материал в эти депрессии поступал с севера, а также с горных хребтов Малого и Большого Хингана. В горах протекал процесс медленного выравнивания рельефа во влажных субтропических условиях с образованием мощной каолиновой коры выветривания и каолинизации накопленных ранее рыхлых отложений. Формировались площадные и линейные (по разломам) химические коры выветривания. Рассматриваемый этап воздействия экзогенных рельефообразующих агентов может быть охарактеризован как период общего выравнивания.

Вершины гор сглаживались, а депрессии заполнялись осадками, в т.ч. золотоносными. Вследствие проявления этих процессов формировались разнорядковые равнины как низменные, так и нагорные. Направления движения рек предопределялись естественными понижениями рельефа, соответствовавшими тектоническим структурам. Выделялись два направления стока. Первое вдоль хребтов з—с-з направления (параллельно хр. Тукурингра-Джагды и севернее его — через Верхне-Зейскую депрессию в долину р. Уда) и южнее хр. Тукурингра-Джагды по широтным отрезкам речных долин в депрессии рек Деп, Уркан в долину Палеоамура.

Последующий, более поздний период воздействия экзогенных процессов (олигоцен-плиоцен) характеризуется как период разрушения вершинных и склоновых элементов горных сооружений и аккумуляции в сопредельных депрессиях. Он ознаменовался глубокой тектонической перестройкой рельефа в связи с тектоно-магматической активизацией, явившейся отражением геосинклинально-складчатых процессов в молодых геосинклиналях восточных окраин материка. Существенный снос продуктов разрушения горных сооружений осуществлялся с хребтов Джугджура, Станового, Тукурингра-Джагды, Буреинского и др. Окончательно оформились крупные межгорные депрессии — Зее-Буреинская, Верхне-Зейская, Средне-Амурская, Приханкайская и другие, являвшиеся долгоживущими структурами аккумуляции. В современном рельефе сохранились аккумулятивные равнины и расчлененность горных склонов. Климат по-прежнему оставался влажным и теплым; реки были мощными и полноводными. Завершающие этапы характеризуемого периода ознаменовались разноамплитудным воздыманием горных сооружений; поднимались значительные по площади участки равнин, на поверхность выводились мощные толщи рыхлых осадков: возникали широкие и высокие аллювиальные приподнятые равнины и долины палеорек. Аллювий стал более грубым и преобладал над озерными осадками. Наметилось также резкое преобладание глубинной эрозии над боковой.

Современное преобразование рельефа Дальнего Востока осуществляется в результате проявления разнообразных, в ос-

новном физических, процессов в различных географических зонах при слабо проявляющихся вертикальных дислокациях. Физическое выветривание осуществляется интенсивнее в гольцовых частях гор, обнажениях долин рек и тому подобных структурах. Особенности аккумуляции и слабая эрозия поймы в настоящий период определяют условия длительного сохранения на пойме и низких террасах форм первичного рельефа аллювиальных равнин со следами русел, меандр, западин и т.п. Для большинства рек юга Дальнего Востока отмечается существенное преобладание песчано-галечного руслового аллювия, что связано со спокойным ходом эрозионных процессов и незначительными амплитудами вертикальных дислокаций. Это отражается и в морфологии дна долин в виде множества рукавов и нерезкой выраженности меандр.

Таким образом, в истории развития рельефа Дальнего Востока выделяются достаточно четко пять крупных этапов. Первый из них (меловой период — начало палеогена) характеризовался выравниванием территории в материковой части в результате разрушения горных систем и заполнения депрессий. Второй этап охватывал период неогена и раннечетвертичного времени; он ознаменовался тектоническим расчленением территории западных частей Дальнего Востока, образованием новых горных сооружений в восточных окраинах региона и соответственно приростом материка за счет орогенных процессов. Третий этап рельефообразования связан с оледенением среднеплейстоценового периода, охватившего все горные системы Дальнего Востока и обусловившего возникновение многочисленных озер и болот в пределах депрессионных структур и высоких аллювиальных равнин. Четвертый этап приурочен к верхнеплейстоценовому времени. С ним связано оживление эрозионных процессов на фоне общего подъема территории и локальных процессов оледенения. Этот этап характеризовался формированием современной речной сети, преобладанием боковой эрозии и переотложением рыхлых отложений, в т.ч. золотоносных. Современный (пятый) этап рельефообразования ознаменовался проявлениями зональных физико-географических процессов в существенно различных геотектонических условиях знакопеременных движений и активного вулканизма на востоке региона.

ГЛАВА 4

ТИПИЗАЦИЯ ЗОЛОТОРОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

4.1. Генетические классификации россыпей

Понятие генетического типа континентальных отложений объединяет все отложения, образующиеся в результате действия определенного геологического агента. Под геологическим агентом понимается денудация, постоянно проявляющаяся в соответствующей обстановке и в качестве одного из своих результатов приводящая к накоплению особого типа отложений, которые отличаются своеобразными чертами строения и условиями залегания. Выделение таких объективно существующих в природе форм денудации и сопряженных с ними типов осадконакопления основано на качественном своеобразии их роли в преобразовании суши, прежде всего рельефа ее поверхности, в течение длительных отрезков геологического времени. Таким образом, генетический тип отложений является сложной категорией — одновременно и динамико-геологической, и историко-геологической.

Первые генетические классификации россыпей золота были составлены для аллювиальных месторождений. Наиболее известная из них — классификация Ю.А. Билибина [2], она стала настольным пособием для специалистов поисково-разведочных

и эксплуатационных работ. Обычно эта классификация рассматривается как эталон при изучении всех аллювиальных россыпей вообще. Однако в основе своей эта классификация не является генетической в строгом смысле слова. Основные ее подразделения (русловые, долинные, террасовые, погребенные и ископаемые россыпи) выделяются на основании геоморфологических и геологических особенностей их современного залегания. Это, очевидно, отражает различия не в происхождении и динамике формирования, а лишь в последующей геологической судьбе россыпей. С точки же зрения условий образования все эти россыпи образуют одну большую единую генетическую группу, которую в целом следовало бы назвать русловыми россыпями, так как все они образовались в руслах рек под воздействием турбулентных водных потоков и связаны с современным или древним русловым аллювием.

Более поздние исследования [16, 19, 2, 21] показали, что особенности строения аллювиальных отложений в значительной мере зависят от стадий развития рек, формирующих эти отложения. Были сформулированы представления о трех динамических фазах аллювия, соответствующих трем стадиям развития рек: врезанию, равновесию и аккумуляции — накоплению аллювия. Аллювий, формирующийся во время стадии врезания, является *инстративным*, аллювий стадии равновесия — *перстративным*, а аллювий стадии аккумуляции — *констративным*.

Классификация россыпей, разработанная Ю.А. Билибиным, основана на положении россыпи относительно коренного месторождения (россыпи непемещенные и перемещенные), а для перемещенных россыпей — на тех процессах, которые обусловили перемещение полезного ископаемого от коренного месторождения к месту залегания россыпи. На основании этих признаков автором выделено шесть категорий россыпей:

1. **Элювиальные россыпи** залегают на месте своего образования вследствие разрушения и разрыхления верхних частей коренных месторождений.

2. **Делювиальные россыпи** представляют материал элювиальных россыпей, смещенный силой тяжести вниз по склону.

Элювиальная россыпь непрерывно переходит в делювиальную без сколько-нибудь резкой границы, поэтому обычно говорят об элювиально-делювиальных россыпях. Делювиальные россыпи подразделяют на две группы:

а) *собственно делювиальные россыпи*, залегающие на склонах и постепенно перемещаемые по ним силою тяжести вниз;

б) *коллювиальные россыпи*, которые представляют материал делювиальных россыпей, достигший подножия склона и потому более уже не перемещаемый и залегающий обычно в бортовых частях речных долин, часто поверх речных отложений.

3. Аллювиальные россыпи развиты в речных долинах и образованы путем переноса и отложения обломочного материала водными потоками. По расположению относительно русла водного потока Ю.А. Билибин подразделяет аллювиальные россыпи на четыре группы:

а) *русловые россыпи*, распространенные в самом русле водного потока или непосредственно под ним;

б) *косовые россыпи*, залегающие на галечных островах, косах и отмелях и обычно содержащие полезное ископаемое в верхних частях речных наносов;

в) *долинные россыпи*, развитые в долине современного водного потока, но независимо от расположения его русла, часто в стороне от него;

г) *террасовые россыпи*, развитые на речных террасах — остатках прежней долины водного потока, в которой он проработал себе новую, более глубоко расположенную долину. Если речные террасы, постепенно сглаживаясь, утрачивают, наконец, свойственную им форму уступов с горизонтальной или слабо наклонной поверхностью и приобретают форму увалов — пологих возвышенностей, постепенно понижающихся к современному руслу, то залегающие на них аллювиальные россыпи часто называют *увальными*.

4. Дельтовые, озерные и лагунные россыпи — это россыпи, образованные путем выноса обломочного материала водными потоками и накопления его в дельтах, озерах и лагунах.

5. Береговые россыпи, морские и озерные, сформированные за счет переноса и накопления обломочного материала

вдоль береговых линий силою прибоя и прибрежных течений. Обломочный материал или выносится в водные бассейны рек, или образуется от разрушения берегов с находящимися на них коренными или россыпными месторождениями.

В 4 и 5 категориях россыпей Ю.А. Билибин выделил особую подгруппу — *террасовые россыпи*, образующиеся в том случае, если прибрежная часть водного бассейна, содержащая в себе россыпь, испытывает поднятие и сохраняется в дальнейшем в виде озерной или морской террасы.

6. Ледниковые россыпи образуются в горных местностях путем переноса и накопления обломочного материала при сползании с гор ледников.

Кроме приведенного ранее деления россыпей на группы по их генезису, автор различает также россыпи **рыхлые и сцементированные**. Обычно сцементированные россыпи являются образованиями более древних геологических периодов (ископаемые россыпи) и литологически представляют собой конгломераты или песчаники. Но встречаются и весьма молодые (современные) россыпи, сцементированные оксидами железа или иным цементом.

Плотиковый аллювий русловой фации начинает формироваться во время процесса врезания. Переход от врезания к равновесию сопровождается выработкой плоского днища долины (поймы) и формированием аллювия нормальной мощности, т.е. такой мощности, которая позволяет его нижним горизонтам оставаться неподвижными даже в самые высокие половодья и защищать коренное дно долины от разрушения влекомыми наносами. Эти нижние горизонты аллювия нормальной мощности представляют собой плотиковый аллювий, сохраняющийся в речных долинах во время стадий равновесия и аккумуляции, сменяющих врезание.

В течение стадии равновесия верхние горизонты аллювия нормальной мощности подвергаются длительному перемию и сортировке, в результате чего возникает равновесная фаза руслового аллювия. Отложения этой фазы залегают не на коренных породах, а на плотиковом аллювии, сформированном во время предшествовавшего врезания и главным образом — при переходе от этого врезания к равновесию.

Покровный аллювий русловой фации формируется во время процесса аккумуляции, который начинается в отдельных участках речных долин, сменяя обычно состояние динамического равновесия, а иногда непосредственно процесс врезания. В последнем случае возникают погребенные каньоны, в которых покровный аллювий залегает не на равновесном как обычно, а непосредственно на плотиковом аллювии. Процесс аккумуляции, как и процесс врезания, завершается динамическим равновесием, во время которого происходит перебив верхних горизонтов накопленного аллювия и формирование равновесного руслового аллювия, залегающего на покровном.

Переходя к характеристике генетических особенностей аллювиальных россыпей, в первую очередь следует остановиться на отмеченных еще Ю.А. Билибиным различиях между пластовыми и косовыми россыпями. Все многочисленные виды *пластовых россыпей* располагаются в пределах зон концентрации, вплотную примыкающих к коренным источникам. *Косовые россыпи*, представленные единственным видом, располагаются в зонах концентрации, оторванных от коренных источников и удаленных от них нередко на весьма большие расстояния. Все пластовые россыпи концентрируются в нижних горизонтах той генерации аллювия, во время формирования которой они образуются. Косовые россыпи концентрируются в верхних горизонтах руслового аллювия. Эти различия обусловлены тем, что пластовые россыпи состоят из частиц полезных ископаемых, которые, по мнению Ю.А. Билибина, почти не перемещены водными потоками.

Описанные генетические классификации россыпей дополнены и суммированы Н.А. Шилов [21]. Им детально рассмотрены условия формирования россыпей золота по генетическим признакам (табл. 4). Среди морфологического разнообразия элювиальных россыпей автором выделены два типа: поверхностные (открытые) и слепые (закрытые). **Поверхностные** элювиальные россыпи формируются на значительных по размерам рудных залежах и преимущественно в тех случаях, когда гипергенное преобразование рудного материала по тем или иным причинам отстает от скорости выветривания вмещающих

Таблица 4

Структурно-морфологическая типизация золотороссыпных месторождений Дальнего Востока по Н.А. Шило с добавлениями А.П. Ван-Ван-Е

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЯД		МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОССЫПЕЙ			ПОЛОЖЕНИЕ В РЕЛЬЕФЕ	ПРИМЕРЫ РОССЫПЕЙ	СТРУКТУРНЫЙ РИСУНОК
ТИП	ВИД	ФОРМА	СТРОЕНИЕ	РАЗМЕР			
ЗЛЮБИ- АЛЬНЫЙ	ОКОЛОДАЙКОВЫЕ И ОКОЛОЖИЛЬНЫЕ	ВЫТЯНУТЫЕ НЕПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ, ГНЕЗДОВЫЕ, ИЗОМЕТРИЧНЫЕ	ВЕСЬМА НЕВЫДЕ- РЖАННЫЕ	БОЛЬШИЕ, СРЕДНИЕ, МЕЛКИЕ	НА ВОДО- РАЗДЕЛАХ	ДЕДЬМАЧИК, ЗАПАДНЫЙ	ПЛАН
	ОКОЛОСТОК- ВЕРКОВЫЕ			БОЛЬШИЕ, СРЕДНИЕ		БЕЛОГОРСКИЕ, ЗОЛОТОГОРСКИЕ	РАЗРЕЗ
ДЕЛЮБИ- АЛЬНЫЙ	СКАПОВЫЕ	ВЫТЯНУТЫЕ КОНТУРЫ	НЕВЫДЕРЖАННЫЕ	НЕБОЛЬШИЕ, МЕЛКИЕ	НА СКАЛАХ	СЕВ. СКАЛЫ БЕЛОЙ ГОРЫ	РАЗРЕЗ
ДЕЛЮБИ- АЛЬНО - АЛЛОВИ- АЛЬНЫЙ	ЛОЖКОВЫЕ, РАСПАДКОВЫЕ, ТЕРРАСО- УВАЛЬНЫЕ	ГНЕЗДОВЫЕ НЕПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ	НЕВЫДЕРЖАННЫЕ	МЕЛКИЕ	НА СКАЛАХ И В ДОЛИНАХ ОТ НИЗКОГОРНОГО ДО СРЕДНЕ- ГОРНОГО	ЗАЯЧЬЯ, ПАВЛО- ВСКАЯ, МУТЯНКА, КОЛАНКА, ИВАНОВСКАЯ, НАГОРНАЯ	ПЛАН
АЛЛОВИ- АЛЬНЫЙ	КОСОВЫЕ	ЛЕНТОБРАЗНЫЕ, ЧЕТКОВИДНЫЕ, ГНЕЗДОВЫЕ	СРЕДНЕЙ ВЫДЕРЖАННОСТИ	СРЕДНИЕ, НЕБОЛЬШИЕ	В ДОЛИНАХ СРЕДНЕ- И НИЗКОГОРНОГО РЕЛЬЕФА	ЗАМАЧИНВАЯ	ПЛАН
	РУСЛОВЫЕ	ИЗОМЕТРИЧНЫЕ, ЛЕНТОБРАЗНЫЕ	То же	То же	То же	УЛ, ТИСС	ПЛАН
	ДОЛИННЫЕ	ПЛАСТОВЫЕ, САЖИМЫЕ, ЛЕНТОБРАЗНЫЕ, ИЗОМЕТРИЧНЫЕ, ЧЕТКОВИДНЫЕ	ХОРОШО ВЫДЕРЖАННЫЕ, СРЕДНЕЙ ВЫДЕРЖАННОСТИ	ОЧЕНЬ БОЛЬШИЕ, УНИКАЛЬНЫЕ, БОЛЬШИЕ, СРЕД- НИЕ, НЕБОЛЬШИЕ, МЕЛКИЕ	В ДОЛИНАХ ГОРНЫХ РЕК, НА НИЗМЕННОСТИ	КОЧАНСКАЯ, ОЛЬ- ДОВСКАЯ, УРУШ- СКАЯ, НАГМИН- СКАЯ, УКИНИНСКАЯ, ХЕРЛУЧИНСКАЯ, ОКТЯБРЬСКАЯ	ПЛАН
	ТЕРРАСОВЫЕ	То же	То же, ТАКЖЕ ВЕСЬМА НЕВЫДЕРЖАННЫЕ	БОЛЬШИЕ, СРЕДНИЕ, МЕЛКИЕ	В ДОЛИНАХ И НА СКАЛАХ СРЕДНЕ- НИЗКОГОРНОГО РЕЛЬЕФА	УРЛАЙСКАЯ, БЛАГОВЕЩЕНСКАЯ, БЕЧКА, ЛЕВ. УЛ	ПЛАН
	ВОДОРАЗДЕЛЬНЫЕ РОССЫПИ ПРИПОДНЯТЫХ РЕЧНОЙ СЕТИ	ПЛАСТОВЫЕ, СЛОЖИМЫЕ, ГНЕЗДОВЫЕ, ЧЕТКОВИДНЫЕ	ВЕСЬМА НЕ- ВЫДЕРЖАННЫЕ, СРЕДНЕЙ ВЫ- ДЕРЖАННОСТИ	БОЛЬШИЕ, СРЕДНИЕ, НЕБОЛЬШИЕ, МЕЛКИЕ	ПРИПОДНЯТЫЕ ОСТАТОЧНЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА	РОССЫПИ ЖУР- БИНСКОГО УВАЛА, НАГОРНАЯ	РАЗРЕЗ
ОЗЕРНЫЙ	ПЛЯЖЕВЫЕ ТЕРРАСОВЫЕ	ПЛАСТОВЫЕ, ЛИНЗОВИДНЫЕ	СРЕДНЕЙ ВЫ- ДЕРЖАННОСТИ	НЕБОЛЬШИЕ, МЕЛКИЕ	В РАЙОНАХ ГОРНОГО РЕЛЬЕФА	ПЕТРОВСКАЯ, ЯСНОПОЛЯНСКАЯ, ПИЧУГИНСКАЯ ГОРА	РАЗРЕЗ
ЛИТО- РАЛЬНЫЙ	ДОЛННЫЕ	ПЛАСТОВЫЕ, ИЗОМЕТРИЧНЫЕ	ХОРОШО ВЫ- ДЕРЖАННЫЕ, СРЕДНЕЙ ВЫ- ДЕРЖАННОСТИ	ОЧЕНЬ БОЛЬ- ШИЕ, СРЕДНИЕ	В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ МОРЕЙ И ДРЕВНИХ БЕРЕ- ГОВЫХ АЛИЙ	ЗАЛИВ НИКОЛАЯ, ЗАЛИВ ЕКАТЕРИНЫ	ПЛАН
	ПЛЯЖЕВЫЕ					НИЧЕ, МЕДВЕЖЬЕ ОДЕЛО, ЗАЛИВ РЕЙНЕКЕ	РАЗРЕЗ
	ТЕРРАСОВЫЕ	ПЛАСТОВЫЕ, ЛИНЗООБРАЗНЫЕ	СРЕДНЕЙ ВЫ- ДЕРЖАННОСТИ	БОЛЬШИЕ, СРЕДНИЕ			ПЛАН
ТЕХНО- ГЕННЫЙ	ОСТАТОЧНЫЕ ЦЕЛКОВЫЕ	КОНТУРЫ НЕПРА- ВИЛЬНОЙ ФОР- МЫ, ГНЕЗДОВЫЕ	ВЕСЬМА НЕВЫ- ДЕРЖАННЫЕ	НЕБОЛЬШИЕ, МЕЛКИЕ	НА ПЕРЕРАБОТ- ЧНЫЕ РОССЫПЫ В ДОЛИНАХ И НА ТЕРРАСАХ	КОЧАНСКАЯ, ТУРЧИН, ПЕЧАЛЬНЫЙ	ПЛАН
	ОТВАЛЬНЫЕ	КОНУСЫ, ШЛЕЙФЫ, НЕПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ ОТВАЛЫ	ВЫДЕРЖАННЫЕ	ОЧЕНЬ БОЛЬШИЕ, БОЛЬШИЕ, СРЕД- НИЕ, НЕБОЛЬШИЕ, МЕЛКИЕ	НА ТЕРРАСАХ КРУПНЫХ И СРЕДНИХ РЕК	УНАТКИНСКАЯ, КОЧАНСКАЯ, БИТКИ	ПЛАН

1 — рудовмещающие пески, галечники, суглинки; 2 — русловые и пойменные терригенные отложения; 3 — глины, пески, суглинки; 4 — золотосодержащие дайки; 5 — золотосодержащие штокверки; 6 — граниты; 7 — коренные породы различного возраста; 8 — русловые, пойменные и шельфовые воды; 9 — золоторудные пласты и залежи (промышленные); 10 — золотосодержащие терригенные отложения, в том числе содержащие промышленные руды (обычно бедные)

пород. Эти россыпи представлены в рельефе положительными формами. **Слепые** элювиальные россыпи формируются преимущественно над линейными по форме коренными месторождениями, содержащими легко поддающиеся разрушению минералы. Это, в частности, сульфидные, а в гумидном поясе и многие другие руды, выщелачивающиеся быстрее, чем вмещающие их породы. Этот тип россыпей наиболее характерен для перигляциальных, частично для гумидных областей и формируется преимущественно над сульфидными дайками, жилами, особенно над тектонически ослабленными, имеющими высокую проницаемость минерализованными зонами. Далее приводится краткая расшифровка генетических типов россыпей.

Элювиальные россыпи являются такими геологическими образованиями, которые полностью наследуют от своих коренных источников весь комплекс гипергенно устойчивых (россыпеобразующих) минералов, хотя первичные концентрации полезного ископаемого в них не сохраняются.

Делювиальные россыпи локализуются в топографически смещенных по склонам рыхлых отложениях, формирующихся в увлажненных условиях и перемещающихся под действием силы тяжести (гравитации), которая проявляется в общем движении покрова рыхлых пород по склону. Это движение сопровождается оползнями, обвалами, отчасти осыпями и иногда плоскостным смывом.

Делювиально-аллювиальные россыпи являются начальной стадией образования аллювиальных россыпей. Для них характерен слабо обработанный разнофракционный обломочный материал, в перигляционном поясе он обычно сцементирован делювиально-солифлюкционными глинами и суглинками, в гумидном — глинисто-каолиновым веществом. Если делювиально-аллювиальные россыпи являются начальной стадией образования аллювиальных россыпей, то **аллювиально-делювиальные** представляют их конечную стадию эволюции. Их наиболее яркая отличительная черта состоит в совместном присутствии в слагающих россыпи отложениях окатанной гальки, щебня, делювиальных глин, растительных остатков и т.д.

Щеточные россыпи. К ним относятся россыпи с концентрацией металла или минерала в трещинах коренных пород, обнажающихся в зоне прирусловых обособлений, где отсутствует аллювиальный чехол. Эти россыпи отражают совершенно определенную тектоно-геоморфологическую обстановку развития речной сети и формирования аллювиальной свиты. Щеточные россыпи возникают за счет переработки других типов россыпей в этапы выраженных неотектонических движений при обновлении геоморфологической обстановки.

Русловые россыпи. К русловым Н.А. Шило относит не перекрытый речными отложениями других фаций продуктивный аллювий пристрежневой части русла, совмещенной с плотиком зоной.

Косовые россыпи — металлоносные отложения прирусловых отмелей. В долинах горных водотоков косовые россыпи обычно сложены существенно грубообломочным материалом, в предгорной части тех рек, где скорость водотока падает, — гравийно-песчаными осадками, а в долинах равнинных рек — песками с примесью глинистого или илистого материала. Рудное вещество как и материал, слагающий прирусловые отмели, перемещается водным потоком главным образом волочением по дну и перекачиванием.

Аллювиальные россыпи Н.А. Шило подразделяет на две группы россыпей: *пойменные и внепойменные*. В группу *пойменных* россыпей объединяют *щеточные, русловые, косовые и долинные*, т.е. непосредственно связанные с деятельностью современных водотоков. К *внепойменным* относят *террасовые, террасо-увальные и водораздельные россыпи*, т.е. не связанные с современной речной сетью. В соответствии с морфоструктурными особенностями поверхности земли выделяются россыпи *равнинных и горных* водотоков. Состав их аллювиальных отложений не одинаков, в нем неравнозначно представлены главнейшие фации аллювия — русловая, пойменная и старичная. И строение аллювиальных свит в горных долинах отличается от классического профиля равнинных рек.

К **долинным россыпям** автор относит все продуктивные отложения, залегающие в поймах водотоков и отделяющиеся от

русла. Среди них выделяются россыпи *эрозионных долин с нормальной мощностью аллювия, долин с избыточной мощностью аллювия, областей древнего оледенения* и связанные с ними разновидности россыпей, проявляющиеся в зоне перехода от гляциального пояса к областям развития других типов литогенеза (аридного или гумидного). Образование аллювиальных россыпей в речных долинах с нормальной мощностью аллювиальных отложений зависит от климатической (физико-географической) обстановки и тектоно-геоморфологического режима. Россыпи с избыточной мощностью — это россыпи погребенных каньонов, чаще всего возникающие в результате антецедентного врезания водотоков, и россыпи сопряжений речной сети с зонами тектонических прогибов.

Россыпи планиформных террас характерны для крупных рек, но встречаются и в долинах небольших водотоков. В подавляющем большинстве случаев они связаны с низкими надпойменными террасами, особенно формирующимися в районах молодого врезания речной сети, отличаются значительной шириной, горизонтальной или почти горизонтальной в поперечном профиле поверхностью. Эти россыпи представлены двумя разновидностями: первая связана с террасами, имеющими цоколь из коренных пород, вторая — с террасами, лишенными его (бесцокольными).

Россыпи деформированных террас. В зоне умеренного влажного климата террасовые россыпи деформируются под воздействием различных причин: тектонических и делювиальных процессов, в связи с образованием оврагов и т.д. В перигляционном поясе, по мнению Н.А. Шило, высоко поднятые над тальвегами террасовые россыпи деформируются под влиянием активно протекающей солифлюкции.

Россыпи равнин. Образование россыпей равнин оторвано во времени от формирования современной речной сети, рисунок которой наложен всегда на более позднюю толщу рыхлых отложений, чем погребенные ею металлоносные аллювиальные отложения. А.С. Власов и соавторы (1976) обращают внимание на то, что в пределах равнин следует различать нормальные эрозионные долины, горное обрамление впадин (равнин), аккумуля-

тивно-прибрежные равнины и зону шельфа (авторы, видимо, имели в виду прибрежную зону, в которой возможно развитие литоральных процессов).

В **ледниковых областях** Н.А. Шило выделил четыре типа или разновидности. К первому относятся **россыпи с малой мощностью отложений**, залегающие на коренном ложе долины и обычно включающие в себя как ледниковые, так и аллювиальные образования. Золотоносные отложения второго типа, как правило, связаны с **мощными толщами аллювия**, иногда включающего в себя более или менее диагностируемые пласты флювиогляциалов. Третий тип — **россыпи, металлоносность (продуктивность) которых связана с обычным аллювием**, но перекрытым ледниковыми отложениями (конечными моренами, флювиогляциалами и др.) разной мощности. Четвертый тип — **россыпи в небольших долинах с нормальной мощностью аллювия**, не несущие следов деятельности ледников, но встречающиеся в ледниковых районах.

Озерные россыпи — гидродинамические условия образования озерных россыпей в своих качественных особенностях повторяют схему динамики развития морской литорали. На берегах гигантских озер и отшнурованных в прошлом от Мирового океана внутренних морей иногда возникают **пляжевые россыпи**, часто сменяющиеся по профилю в сторону материка **террасовыми**.

Литоральные россыпи — россыпи, формирующиеся в связи с морской волноприбойной деятельностью в литоральной зоне и террасообразующими процессами морей и океанов (по другим авторам — прибрежные, береговые, прибрежно-морские, морские). Литоральные россыпи возникают на границе смены литогенеза, здесь прекращаются процессы континентального породообразования, включая образование россыпей в различных обстановках эволюции суши, и начинается морской литогенез, которому чуждо россыпеобразование. Литоральные россыпи любых полезных ископаемых отличаются двойственными чертами, они несут признаки континентального и морского литогенеза.

Пляжевые россыпи. В пляжевой зоне литорали происходят сложнейшие процессы, в результате действия которых по-

являются россыпи рудных минералов. Процессы включают, во-первых, привнос обломочного материала, содержащего рудное вещество. Его поступление осуществляется за счет аллювиального сноса с континентов, в ходе переработки рыхлых отложений берега, содержащих россыпеобразующие минералы, и от размыва рудопроявлений или рудных месторождений. Во-вторых, в пляжевой зоне происходит переработка (дробление, истирание) содержащих рудное вещество пород, в результате чего россыпеобразующие минералы освобождаются от включающего их жильного материала. Наконец, в-третьих, пороодообразующие минералы в виде тонкой (илистой) фракции удаляются за пределы литорали и одновременно концентрируется тяжелая фракция, т.е. образуются россыпи. Пляжевые россыпи золота иногда возникают в результате переработки затопленных аллювиальных долинных или террасовых месторождений.

Террасовые россыпи. При определенных тектоническом и физико-географическом режимах развития литоральной зоны пляжевые россыпи превращаются в террасовые.

Техногенные россыпи возникают в результате неизбежных потерь полезного ископаемого в процессе отработки месторождений других генетических типов. Техногенные россыпи разделяются на два типа: отвальные и целиковые.

В ходе отработки аллювиальных, литоральных или иных генетических типов россыпей производится вскрыша пустой породы, перекрывающей промышленный пласт, рудные минералы в какой-то части идут вместе с торфами в отвал, образуя **отвальные техногенные россыпи.**

К **целиковым техногенным** россыпям относятся такие участки россыпей, частично отработанные, где по разным причинам прекращена добыча. Это в основном бортовые, внутриконтурные и охранные целики, а также небольшие площади с недоработанными и незачищенными металлосодержащими песками.

Субаквальные — шельфовые россыпи. Россыпи, обнаруживаемые в субаквальной зоне, как правило, являются унаследованными от субаэрального этапа развития мористого шель-

фа. Присутствующие на шельфах многих морей россыпи обычно являются континентальными образованиями и характеризуются всеми геологическими особенностями соответствующих генетических типов месторождений. Их положение в субаквальной зоне причинно связано с погружением суши под уровень моря. Морское осадконакопление не сопровождается образованием россыпных месторождений.

В пределах мористого шельфа выделяются россыпи *псевдошельфов* и *истинных шельфов* — активных и пассивных. Эти образования отличаются свойственными им геологическими особенностями, позволяющими восстанавливать их геологическую историю.

В последние годы значительное внимание уделяется золотоносным россыпям кор выветривания, нередко включающим в себя уникальные ресурсы золота. В основу классификационного признака золотоносных кор выветривания принята интенсивность гидротермального изменения исходных пород и содержания в них золота. По этому признаку золотоносные коры выветривания были разделены на пять типов:

1. Зоны окисления собственно золоторудных и комплексных золотосодержащих месторождений. Исходный субстрат — эндогенные тела.

2. Коры выветривания эндогенных ореолов золоторудных месторождений. Они формируются вследствие гипергенного преобразования окolorудно-измененных пород (серицитизированных, окварцованных, лиственнитизированных и др.) с непромышленными концентрациями золота (0,1—1 г/т).

3. Коры выветривания эндогенных ореолов золоторудных полей. Их исходным субстратом служат слабо измененные гидротермальным метаморфизмом породы с аномальной концентрацией золота (0,05—0,1 г/т).

4. Коры выветривания слабозолотоносных минерализованных зон — окварцованных, сульфидизированных и др.

5. Золотоносные отложения продуктов кор выветривания ближнего сноса.

Вертикальный разрез полного профиля кор выветривания представлен подзонами выщелачивания (открытые коры вывет-

ривания), вторичного обогащения и исходных золотоносных пород. Каждый тип и подзона золотоносной коры выветривания характеризуется определенными масштабами, морфологическими чертами и статистическими параметрами распределения золота, что позволяет осуществлять количественную оценку их продуктивности при поисково-съемочных работах.

Переходной от генетической к морфотектонической является классификация И.Б. Флерова [18]. Она основана на генетическом принципе с учетом той исторической последовательности в смене типа, которая определяется миграционной сущностью процесса россыпеобразования, видоизменяющегося в системе коренной источник — россыпь — конечный продукт сноса. На определенных отрезках миграционного ряда, по его мнению, преобладает свойственный ему тип концентрации полезного компонента, который определяет главные черты строения и промышленное значение россыпных месторождений. Автор справедливо считает, что весь ход процесса россыпеобразования обусловлен тектоническим фактором, который определяет области денудации, аккумуляции и т.д. И.Б. Флеров выделяет пять типов россыпей:

- россыпи кор химического выветривания по зонам золото-сульфидно-кварцевого оруденения;
- пролювиально-аллювиальные россыпи мелкого и тонкого золота недифференцированных толщ аккумуляции;
- аллювиальные россыпи насыщения и рассеяния;
- прибрежно-морские россыпи древних береговых зон на континенте;
- техногенные россыпи.

Промышленные типы, по мнению И.Б. Флерова, удовлетворяют следующим условиям: во-первых, они характеризуются значительными запасами золота; во-вторых, располагаются в характерной геолого-геоморфологической обстановке (за исключением техногенных россыпей); в-третьих, различаются морфологией и вещественным составом, определяющим типовые технологические схемы разработки и обогащения. Промышленный тип прямо не соответствует генетическому типу, их понятия неадекватны.

4.2. Геолого-промышленная классификация золотороссыпных месторождений

Золотороссыпные месторождения представляют собой металлогенически обособленные группы промышленных минеральных объектов крупного семейства экзогенных полезных ископаемых (табл. 5). В этом семействе золотороссыпные месторождения занимают по распространенности и экономической значимости ведущее положение. Как видно из табл. 5, россыпные месторождения золота и платины могут быть моноэлементными, но в большинстве случаев включают в себя также другие полезные компоненты. В связи с многообразием геологических, ландшафтных и гидродинамических условий формирования среди золотороссыпных месторождений выделяются различные промышленно-генетические типы, характеризующиеся особенностями строения, глубиной залегания продуктивных песков, а также содержаниями основных и попутных полезных компонентов. Как правило, разработка россыпных месторождений каждого типа требует применения особых методов добычи и переработки золотоносных песков.

В настоящее время получена обширная информация по россыпям золота, в т.ч. по россыпным месторождениям Дальнего Востока. Значительная часть россыпей отработана и переведена в категорию техногенных. Для ведения геологоразведочных и эксплуатационных работ существенное значение имеет выделение промышленных типов месторождений и особенно золотороссыпных.

Выделяемые многими исследователями генетические типы золотороссыпных месторождений определяют геологические условия формирования тех или иных типов месторождений, их положение в геоморфологических структурах и не отражают особенности строения, морфологию золотоносных залежей, протяженность, мощность, глубину залегания и т.п. Все эти сведения являются базовыми при определении промышленного типа месторождения. Необходимость повышения эффективности разработки как природных, так и техногенных золотоносных россыпей требует более углубленной их классификации по геолого-промышленным типам, которые должны отражать как продуктивность и качество россыпей, так и возможные наиболее рентабельные способы разработки.

**Систематика экзогенных полезных ископаемых
в мезокайнозойских депрессионных структурах Дальнего Востока.**

Составил А.П. Ван-Ван-Е

Группы месторождений и проявлений	Качественный состав	Условия формирования структуры аккумуляции	Распространенность на Дальнем Востоке	Перспективы освоения
Класс А — твердые				
А-1 — седиментационные				
А-1 (1) — россыпные кластогенные				
ПРИРОДНЫЕ 1. Моноэлементные Промышленные россыпи Au, Pt, Ti и др. с рентабельной добычей одного преобладающего металла	Существенно преобладают месторождения Au, в меньшей степени Pt, в основном кластогенные в аллювиальных отложениях. Гранулометрия Au и Pt изменяется от самородков до тонкодисперсных. Пробность Au варьирует от 600 до 900—980. Состав песков изменяется от гравийно-галечниковых до мелкозернистых глинизированных	Образуются в разновозрастных депрессиях орогенных и платформенных структур (долинах, впадинах, грабенах, карстах и др.)	Богатые россыпи. Широко распространены в золотоносных районах Амурской области и Хабаровского края. В Приморском крае преобладают мелкие россыпи с убогими содержаниями	На ближайшие 10—15 лет являются основой добычи золота и платины на юге Дальнего Востока

Группы месторождений и проявлений	Качественный состав	Условия формирования структуры аккумуляции	Распространенность на Дальнем Востоке	Перспективы освоения
2. Комплексные Возможна рентабельная добыча нескольких полезных компонентов	Обычно являются сопутствующими в Au и Pt россыпях. В шлихах и концентратах отмечаются высокие содержания редких и редкоземельных элементов. Установлены также россыпи касситерита, ильменита, вольфрамитa, драгоценных и полудрагоценных камней	Формируются совместно с Au и Pt россыпями в аллювиальных отложениях, преимущественно в долинах I и III классов. Тесно ассоциируют с ареалами корообразования	Широко распространены, однако промышленные месторождения не установлены. Кустарно отработывались мелкие россыпи касситерита, вольфрамитa, ильменита, циркона	Оценка перспективности промышленного освоения требует проведения специальных геолого-прогнозных и технологических исследований
ТЕХНОГЕННЫЕ РОССЫПИ Эфельные отвалы разработки природных россыпей	Состав золота и вмещающих пород определяется их содержанием в природных россыпях; изменяется гранулометрия золота в сторону понижения крупности золота с преобладанием тонких и дисперсных фракций	Те же, что и для формирования природных россыпей с учетом проведенной классификации и дезинтеграции песков при первичной переработке	Достаточно широко. Подразделяются по запасам, ресурсам и рациональным способам разработки. Запасы и ресурсы составляют многие сотни тонн	Благоприятные при внедрении высокоэффективных способов разработки и специального оборудования для извлечения мелкого и тонкого золота

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Пески, кирпичные глины, галечники, суглинки	Современные и древние долинные, озерные и озерно-болотные депрессии	Широко во всех областях региона, преимущественно в кайнозойских отложениях	Используются повсеместно
А-I (2) — органогенные				
ТВЕРДЫЕ КАУСТОБИОЛИТЫ	Бурые и каменные угли различных марок, месторождения торфов и проявления сапропеля, асфальтиты	Континентальные озерно-болотные отложения различной степени литификации и метаморфизма	Широко распространены угольные и торфяные месторождения. Сапропели обогащают отдельные пласты алевропесков и глин (серо-голубые)	Высокие для угольных месторождений. Торфа используют обычно в качестве удобрений
А-I (3) — хемогенные				
АГРОХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НАПОЛНИТЕЛИ	Фосфорно-известковые глины, каолины, опоки, керамзиты	За счет выноса из кор выветривания коллоидных растворов и тонких взвесей в бассейны седиментации и последующих процессов диагенеза	Фосфорно-известковые месторождения в отложениях рифея и раннего палеозоя; каолины, опоки, керамзиты в кайнозойских отложениях	Высокие в производстве удобрений и использовании в различных химических производствах

Группы месторождений и проявлений	Качественный состав	Условия формирования структуры аккумуляции	Распространенность на Дальнем Востоке	Перспективы освоения
А–II — инфильтрационные				
РАДИОАКТИВНЫЕ, РЕДКИЕ И РАССЕЯННЫЕ МЕТАЛЛЫ	Месторождения урана, германия, проявления редких и рассеянных элементов	Формируются в зонах активной пластовой инфильтрации за счет выноса соединений из химических кор выветривания и осаднения полезных компонентов на физико-химических барьерах	Достаточно широко в депрессиях различных генетических и морфоструктурных типов	Благоприятные. Необходимы специальные прогнозные и геологоразведочные работы
Класс Б — жидкие				
УГЛЕВОДОРОДНЫЕ	Нефть и нефтебитумы	Локализованы в дислоцированных флишах, в структурных и литологических ловушках	Промышленные месторождения установлены в кайнозойских геосинклинальных трогах о. Сахалин и его шельфа	Масштабы нефтеносности расширяются за счет шельфа о. Сахалин. Прогнозными исследованиями охвачены некоторые депрессии

				континентальной части ДВ и шельфа Охотского моря
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ	Минеральные питьевые и бальнеологические источники подземных вод. Артезианские бассейны питьевых и технических вод	Обводненные горизонты глубоких депрессий, содержащих захороненные, вадозные и ювенильные воды	Минеральные питьевые источники распространены широко, бальнеологические — ограниченно	Многие месторождения подземных вод находятся в стадии освоения, артезианские бассейны — в стадии разведывания
Класс В — газообразные				
ГОРЮЧИЕ ГАЗЫ	Их наличие установлено на нефтегазоносных месторождениях о. Сахалин	Горючие газы образуют комплексные с нефтью и самостоятельные месторождения, в т.ч. газоконденсатные	Промышленные месторождения на о. Сахалин. Единичные проявления установлены в мезокайнозойских депрессиях континентальной части ДВ	Весьма благоприятные на о. Сахалин и его шельфе и ограничены на континенте
ИНЕРТНЫЕ ГАЗЫ	Гелий, азот и др.	Проявлены в зонах глубинных разломов, в угленосных и радиоактивных отложениях	Известны отдельные проявления в мезокайнозойских депрессиях	Благоприятные, требуют специальных исследований

В связи с тем что содержание понятия промышленных типов неизбежно включает также и элементы генетических особенностей формирования месторождений, предлагаемую нами типизацию следует называть геолого-промышленной, или промышленно-генетической. Разными авторами предлагались различные варианты промышленных классификаций россыпных и рудных месторождений золота: от очень простых, составленных только на основе генетических признаков, до сложных построенных, включающих в себя многофакторные параметрические характеристики. Подавляющая часть этих классификаций в малой степени ориентировалась на возможную продуктивность и способы освоения россыпей.

В качестве примера приводим типизацию золотоносных россыпей И.Б. Флёрова и др. [18], в которой выделяются четыре промышленных типа: 1 — золотоносные коры химического выветривания; 2 — россыпи мелкого и тонкого золота в толщах слабодифференцированной аккумуляции; 3 — аллювиальные россыпи; 4 — прибрежно-морские россыпи древних береговых зон. Классификация предельно схематична и по сумме информативных факторов ее только условно можно отнести к категории промышленных.

Нам представляется, что для целей промышленного освоения россыпные месторождения золота целесообразно разбить на три крупных класса (см. табл. 6): А — малоглубинные золото-россыпные месторождения; Б — глубокозалегающие (в т.ч. погребенные) золотороссыпные месторождения; В — техногенные месторождения. Предлагаемая типизация россыпей золота Дальнего Востока включает в себя как промышленные, так и генетические факторы, что позволяет определять вероятные структурно-морфологические особенности россыпей и соответственно ориентировать способы их отработки. Кроме того, условия формирования того или иного типа россыпи могут указывать на состав вмещающих пород, ориентировочное содержание золота, гранулометрию и форму золотинок, промывистость песков и т.п.

Очевидно, что дальнейшее развитие классификаций россыпей с привлечением промышленных и генетических характеристик позволит приблизить их к задачам рационального освоения россыпей различных промышленных подтипов.

Промышленные типы россыпей золота Дальнего Востока

Составил А.П. Ван-Ван-Е

Промышленный тип	Генетический тип	Геотектоническое положение	Морфоструктурный тип	Состав вмещающих пород	Гранулометрия и содержание золота
А. Малоглубинные золотороссыпные месторождения					
1. Химических кор выветривания	Элювиальный: остаточных кор; перемещенных кор; железных шляп; комбинированный	Молодые и древние платформы, своды, древние орогены, зоны глубинных разломов	Изометрические, плащеобразные различной мощности, линейные вдоль золотоносных минерализованных зон	Глинистые минералы, щебень, реликты первичных руд	Мелкое и тонкодисперсное золото, редко крупное и самородки, сростки. Содержание золота от сотен мг/м ³ до первых г/м ³
2. Ложковых, распадковых и склоновых россыпей долин I и II порядков	Элювиально-делювиальный, пролювиальный, аллювиальный	Молодые и древние складчатые системы, горные области платформ	Россыпи гнездообразные, неправильной формы малых объемов	Щебень, плохоокатанный гравий, валуны, песок и глина преимущественно в линзах	Кластогенное крупное и мелкое золото; сростки и самородки. Содержание золота от сотен мг/м ³ до первых г/м ³

Промышленный тип	Генетический тип	Геотектоническое положение	Морфоструктурный тип	Состав вмещающих пород	Гранулометрия и содержание золота
3. Протяженных современных и палеоречных систем II–IV порядков	Аллювиальный: русловые; пойменные; террасовые; косовые	Платформы, древние орогенные, инверсионные зоны; области ТМА, рифтогенные зоны	Пластовые, сложные, лентообразные и изометричные; хорошей и средней выдержанности	Пески, гравий, щебень, илы, глины, алевропилиты	Преобладает мелкое и тонкое золото. Содержание Au сотни мг/м ³ до нескольких г/м ³
4. Современных прибрежно-морских зон и древних береговых линий	Пляжевые, террасовые, дельтовые, прибрежных прогибов и депрессий	Древние и молодые платформы, зоны морских регрессий палеобассейнов перехода от океана к континенту	Хорошо- и средневыдержанные россыпи различной протяженности и мощности	Песок, алеврит, линзы и прослои глин в депрессиях	Мелкое и тонкое золото. Содержание золота резко переменное
5. Озерные и озерно-дельтовые	Пляжевые, террасовые, дельтовые	Преимущественно платформенные в районах среднегорного и предгорного рельефа	Пластовые, линзовидные средней выдержанности	Пески, глины, илы, редко галечники	Мелкое и тонкое золото. Содержание золота рядовое, редко высокое

Б. Глубокозалегающие (в т.ч. погребенные) золотороссыпные месторождения

6. Современных речных долин и впадин	Аллювиальный: террасовые; увальные; в глубоких тальвегах (перстративная и констративная фазы развития речных долин)	Инверсионные зоны складчатых областей, шовные зоны, рифтогенные депрессии, зоны сочленения геоблоков	Пластовые, лентообразные, гнездовые, изометричные, рассредоточенные, одно- и многоярусные, в т.ч. и частично эродированные	Пески, щебень, гравий, илы, алевриты	Крупное, мелкое и тонкодисперсное золото. Содержание золота рядовое и высокое, до многих грамм на 1 м ³
7. За пределами современной речной сети	Аллювиальный: поверхностей выравнивания; водораздельных плато; поднятых древних речных сетей	Пологие своды древних и молодых платформ	То же	То же	То же
8. Отрицательные (опущенные) морфоструктуры	Россыпи различного генезиса, перекрыты кайнозойскими делювиально-пролювиальными, озерными, моренными, дельтовыми отложениями или базальтовыми покровами	Области длительных погружений платформ, унаследованные прогибы складчатых областей	— « —	— « —	— « —

Промышленный тип	Генетический тип	Геотектоническое положение	Морфоструктурный тип	Состав вмещающих пород	Гранулометрия и содержание золота
В. Техногенные россыпи Генетические особенности и морфоструктурные характеристики идентичны материнским природным россыпям. Значительная часть отработанных природных россыпей рассматривается как техногенные. Содержание золота во многих случаях близко содержанию в природных россыпях. Многократная отработка техногенных россыпей снижает содержание золота до первых сотен мг/м³. Наиболее перспективны техногенные россыпи глинизированных отложений с мелким золотом и золотоносные природные россыпи, образовавшиеся за счет разрушения золото-сульфидных коренных проявлений золота. В общем случае эксплуатационные запасы золота техногенных россыпей близки запасам отработанных природных. Осложняется технология извлечения золота из техногенных россыпей в связи с тонкодисперсностью золота и глинизованностью вмещающих осадочных пород.					

Золотоносные россыпи класса А (малоглубинные) являлись основными объектами золотодобычи не только на Дальнем Востоке, но и в большинстве других регионов России.

Среди малоглубинных россыпных месторождений золота нами выделены 5 типов, характеризующихся четко детерминированными генетическими и структурно-морфологическими особенностями, продуктивностью и нередко гранулометрией золота. Наиболее распространены золотороссыпные месторождения первых трех типов; типы 4 и 5 имеют подчиненное значение и во многих регионах Дальнего Востока их положение, продуктивность и особенности морфологии недостаточно изучены.

Золотороссыпные месторождения химических кор выветривания пространственно ассоциируют непосредственно с коренными месторождениями золота, и морфология подобных россыпей, как правило, определяется структурами золоторудных залежей, а мощности золотоносных кор связываются с интенсивностью и глубиной химической дезинтеграции коренных источников золота. Характерной особенностью рассматриваемых россыпных месторождений является широкое разнообразие форм и размеров россыпей — от обширных плащеобразных до гнездовых обособлений («карманов»), локализованных в зонах окисления жильных и жильно-штокверковых золоторудных тел. Содержание золота, размеры и формы золотин также значительно варьируют. Перемещенные золотоносные коры уверенно диагностируются только в случае ограниченного транзита продуктов выветривания в сопряженные структуры аккумуляции (сотни метров), а также по минеральному составу глинистых фракций, сульфидов, сростков золота, обломков вмещающих пород.

Характерными представителями малоглубинных россыпных месторождений золота являются россыпи типа 2 (ложковые, распадковые, склоновые), как правило, они малообъемны по запасам, но нередко отличаются высоким содержанием и повышенной крупностью кластического золота. Месторождения этого типа обычно приплотиковые, формировались за счет перемещения продуктов физической и химической дезинтеграции ко-

ренных источников и, как правило, локализовались в непосредственной близости от них. Золотороссыпные месторождения этого типа являлись в основном объектами кустарной, а также бульдозерно-гидравлической обработки.

Крупнообъемные золотороссыпные месторождения протяженных современных и палеоречных систем объединены в тип 3. Характеризуемые месторождения значительно удалены от коренных источников золота. В некоторых случаях прямая связь россыпей этого типа с месторождениями и даже рудопроявлениями золота не наблюдается. Протяженность данных россыпей изменяется в пределах от многих километров до нескольких десятков километров при ширине до первых километров (обычно сотни метров). Эти россыпи нередко отличаются сложным строением, разнообразием морфологии залежей и неустойчивостью содержания золота и продуктивности. В большинстве случаев подобные россыпи отрабатывались драгами, причем ввиду несовершенной технологии дражной переработки золотоносных песков отмечаются значительные потери золота, особенно мелкого, тонкого и в сростках, которые составляют основу сырьевой базы золотоносности техногенных россыпей.

Прибрежно-морские золотоносные россыпи (тип 4) в Дальневосточном регионе изучены спорадически в южной Охотоморской зоне и в пределах некоторых шельфовых зон южного Приморья. Отмечается различное, часто неустойчивое во времени содержание золота в приливно-отливной (волноприбойной) зоне и более устойчивое в пляжной. Существенно повышенное содержание золота наблюдается в приустьевых и дельтовых отложениях речных систем, связанных с коренными источниками золота. До настоящего времени ввиду нестабильности содержания и запасов золота, а также технических сложностей разработки прибрежно-морских россыпей их эксплуатация не осуществляется. Золотоносность отложений древних береговых линий определяется поисковыми работами на основе палеогеоморфологических реконструкций. Наблюдаемая в южном Приморье золотоносность подобных формаций на се-

годняшний день характеризуется непромышленным содержанием золота ввиду слабой изученности этого типа золотоконцентрирующих структур.

Россыпные месторождения золота типа 5 (озерные и озерно-дельтовые) обнаруживаются в пределах горных районов повышенной коренной золотоносности, с широко развитыми корами химического выветривания и густой сетью непротяженных рек, впадающих в озера (Нижне-Амурский, Пильда-Лимурийский районы Хабаровского края). Золотоносность россыпей этого типа изучена слабо. Преобладает мелкое и тонкое золото. На сегодняшний день промышленное значение россыпей этого типа незначительно. Наряду с современными россыпями золота промышленное значение могут иметь их ископаемые глубокозалегающие аналоги.

В классе **Б** глубокозалегающих золотороссыпных месторождений выделены три типа, которые реально диагностируются и в различных объемах эксплуатируются. Месторождения типа 6 достаточно широко распространены в регионе Дальнего Востока (Амурская область, Нижнее Приамурье, Пильда-Лимурийский район). Они локализованы, как правило, в долинных структурах зон контрастных знакопеременных блоковых движений («системы тектонических клавиш»). Золотоносные пласты имеют плиоцен-плейстоценовый возраст и перекрываются четвертичными делювиально-аллювиальными или аллювиальными отложениями. Золотоносные россыпи обычно многоярусные, но приплотиковые залежи богаче и продуктивнее. Глубина до плотика варьирует в пределах 15—25 м, редко до 30—35 м. Некоторые подобные россыпи отрабатывались подземным способом; в настоящее время их разработка проводится открытым способом с применением шагающих экскаваторов.

Золотороссыпные месторождения типа 7 по особенностям формирования, глубине, морфологии залежей и продуктивности аналогичны россыпям типа 6. Существенное отличие обусловлено тем, что рассматриваемые россыпи и соответствующие структуры аккумуляции смещены за пределы современных речных долин и локализованы в их бортовых зонах или на водоразделах. Конфигурация этих россыпей линейно-извили-

тая или лентовидная за счет частичной эрозии или древнего меандрирования. Россыпи этого типа отрабатывались в некоторых районах Амурской области и Нижнего Приамурья подземным способом.

Россыпные месторождения золота типа 8 локализованы в прибортовых зонах неогеновых и в некоторых случаях палеогеновых мульдообразных депрессий с различной золотоносностью молассоидных отложений. Они перекрываются более молодыми образованиями различного генезиса. Как правило, золотоносность рассматриваемых россыпей невысокая, но в некоторых депрессиях промышленная (Урильский район, Нагиминская россыпь и некоторые другие). При относительно невысоком содержании золота (сотни мг/м^3 , редко до первых г/м^3) запасы в россыпях этого типа достигают многих тонн (до первых десятков тонн). Глубина залегания золотоносных горизонтов варьирует от первых десятков метров до 70—120 м. Разрабатываются россыпи типа 8 подземным, дражным и бульдозерно-гидравлическим способами.

Класс **В** объединяет отработанные золотороссыпные месторождения различных генетических и структурно-морфологических типов. Ввиду несовершенства технологических способов извлечения металла в отработанных россыпях сохранились значительные запасы свободного мелкого и тонкого золота, а также в сростках и сульфидах. Повышение эффективности отработки техногенных россыпей связано с дополнительной их дезинтеграцией и внедрением современных способов извлечения золота, в частности кучного выщелачивания.

Существенно важное значение имеет проблема изучения и освоения древних (докайнозойских), в т.ч. погребенных, золотоносных россыпей, которые в будущем могут представлять значительный резерв золотороссыпной базы Дальневосточного региона. На территории Дальнего Востока на протяжении всей истории золотодобычи разрабатывались россыпные месторождения золота кайнозойского возраста и преимущественно наиболее молодые четвертичные. Это было связано с тем, что россыпи этого типа, как правило, мелкозалегающие (до 10—12 м, обычно 4—7 м), легко выявляемые,

нередко богатые и локализованные в рыхлых, несложно перерабатываемых отложениях. В меньшей степени осваивались глубокозалегающие, в т.ч. погребенные, россыпи антропогенного возраста, требовавшие подземной или карьерной отработки. К настоящему времени мелкозалегающие россыпные месторождения золота или отработаны (наиболее богатые), или значительно истощены в результате выемки самых продуктивных блоков. Сформировавшиеся в результате переработки природных россыпей техногенные россыпи характеризуются, как правило, невысоким содержанием золота (обычно 100—200 мг/м³), требующим перемива значительных объемов породы, что приводит к существенному повышению себестоимости добываемого металла.

Сложившаяся на Дальнем Востоке ситуация с минерально-сырьевой базой россыпного золота требует пересмотра возможностей рентабельного освоения погребенных кайнозойских россыпей и оценки перспектив выявления древних (докайнозойских) месторождений золота. Процессы формирования россыпных месторождений золота в общем виде достаточно полно изучены как в отношении источников золота, так его транзита и особенностей морфологии структур аккумуляции. Совершенно очевидно, что во многих случаях в докайнозойские периоды существовали условия для формирования россыпных месторождений золота всех основных типов [17, 21]. Это связано с тем, что в отдаленные периоды на территории Дальневосточного региона формировались золотоносные тектоно-магматические и литофациальные комплексы как источники древнего россыпеобразования (т.н. «россыпеобразующие формации»). Изучению древних россыпеобразующих формаций значительное внимание уделил А.П.Сорокин [17]. Им детально проанализированы и охарактеризованы древние золотоносные комплексы Становой металлогенической провинции, Монголо-Охотской зоны, Амурского геоблока. Выделенные им древние (от архея до позднего мезозоя) золотоносные формации многочисленны и разнообразны по составу: золото-кварцевая, золото-сульфидная, золото-серебро-полиметаллическая и другие, приуроченные к разновозрастным

магматическим и метаморфическим комплексам. Выделяются также древние золотоносные конгломераты, гравелиты, моласса, сланцы, песчаники. Преобладающий возраст золотоносных магматических формаций и гидротермальных месторождений мезозойский, а осадочно-метаморфических комплексов преимущественно докембрийский. Содержание золота в характеризующих комплексах варьирует от нескольких мг на 1 т до десятков и сотен мг на 1 т. Повышенное содержание отмечается в золоторудных месторождениях и проявлениях, а рядовые и убогие — в крупнообъемных осадочно-метаморфических толщах, а также в ультрабазитовых массивах и офиолитовых вулканогенных покровах.

Среди возможных древних россыпных месторождений золота могут быть выделены две группы — древних платформ и орогенов (геосинклиналей). Возможные типы древних и кайнозойских, в т.ч. погребенных, россыпей золота представлены в табл. 7.

В первой группе древних россыпей закономерности формирования россыпных месторождений золота сходны с теми, которые получены при изучении современных континентальных золотороссыпных месторождений и в этом случае применим метод актуализма, а во второй группе — в основном близки современным прибрежно-морским золотороссыпным месторождениям, а также золотоносным отложениям зон сероводородного заражения и битуминизации пелагических и абиссальных зон внутренних и открытых морей. Различия между докайнозойскими золотороссыпными месторождениями древних платформ и орогенов не ограничиваются тектоническими и структурно-морфологическими условиями формирования, но они различаются также и генетическими особенностями концентрации золота в россыпях и золотоносных горизонтах. Если в платформенных условиях в концентрациях золота преобладают его кластические формы и в меньшей степени коллоидные и хемогенные, то в геосинклинальных комплексах кластическое золото может обогащать преимущественно прибрежно-морские и дельтовые фации, а в отложениях

Соотношения и типы структур аккумуляции древних и кайнозойских золотороссыпных месторождений юга Дальнего Востока. Составил А.П. Ван-Ван-Е



зон сероводородного и битуминозного заражения будут преобладать тонкодисперсные и хемотропные составляющие продуктов разрушения золотоносных россыпеобразующих комплексов. К месторождениям золота последней группы термин «россыпные» может быть применен условно, поскольку имеются в виду в основном общность источников золота, ареалы развития экзогенной золотоносности и пути транзита золотоносных продуктов разрушения россыпеобразующих формаций.

Специальные прогнозные и тем более поисковые работы с целью выявления древних, включая и погребенных в широком смысле золотороссыпных месторождений, на Дальнем Востоке практически не проводились.

По имеющимся данным можно предполагать происхождение по охарактеризованной выше схеме некоторых месторождений золота стратиформного типа. При этом следует отметить значительные трудности генетической диагностики рассматриваемых древних месторождений золота в связи с тем, что первоначально сформированные сотни миллионов лет назад они претерпевали впоследствии интенсивные процессы диагенеза, литификации и метаморфизма, нередко с привнесением других металлов и образованием новых минеральных форм.

Из первоначальных признаков проявления россыпеобразующих факторов сохраняются следующие: стратиформность, иногда гранулометрический состав и частично петро- и литосостав вмещающих пород; в некоторых случаях морфология золота изменяется, перекристаллизуется, может быть укрупнено, перемещено в тонкопрожилковые выделения и т.п.

По имеющимся данным можно предполагать первично экзогенное происхождение (условно россыпными в нашем определении) ряда таких месторождений, как Сухой Лог, Чайдахское, Улаханское, Дуэт, Енисейского Кряжа, Онежской впадины и т.п. Из зарубежных примеров можно указать золото-урановое месторождение Витватерсранд (прибрежно-морские россыпи), стратиформные пластообразные золото-урановые месторождения в осадочных бассейнах Китая (в углисто-кремнисто-глинистых и черносланцевых толщах кембрийского возраста). Происхождение подобных месторождений дискус-

сионно, однако нет оснований исключать привнос золота в морские осадки древними водотоками с континента в тонкодисперсных и коллоидных формах, т.е. такие месторождения можно рассматривать как россыпные дальнего переноса. Сходный механизм формирования золотоносных пелагических осадков Черного моря возможен, по мнению ряда исследователей, за счет выноса коллоидного и тонкодисперсного золота с Украинского щита. Аналогичные месторождения золота известны в Канаде и США.

Суммируя перечисленные выше факторы возможного формирования древних золотороссыпных месторождений на территории Дальнего Востока, можно сделать следующие выводы.

1. В докайнозойские эпохи существовали условия для образования золотороссыпных месторождений в континентальных и морских отложениях разнообразных структур аккумуляции. Эти условия выражались в широком распространении источников золота в россыпеобразующих формациях различных возрастов, существовании путей транзита золотосодержащих осадков, тонкодисперсных соединений и коллоидных растворов, а также структурно-морфологических, гидродинамических и физико-химических барьеров концентрации золота. В рассматриваемой схеме процессов экзогенной золотоносности не разделяются формы переноса золота (кластическое, коллоидное или хомогенное), так как это не имеет принципиального генетического значения: во всех случаях процессы золотоотложения объединяются единством источников, формой транзита и условиями концентрации (стратиформностью; временной, пространственной, генетической и вещественной связями с вмещающими осадочными комплексами).

2. Среди древних россыпей золота могут быть выделены две крупные группы: континентальные и морские золотоносные осадочные отложения. В первой группе обособляются россыпи платформенных областей и орогенов; во второй — золотоносные осадочные комплексы шельфа, эстуариев, прибрежных морских впадин (пелагических и абиссальных).

3. Древние россыпные месторождения золота в результате постседиментационных процессов диагенеза, литогенеза, склад-

чатости, активизации и метаморфизма претерпели изменения состава и структуры, иногда существенные, но практически во всех случаях эти месторождения сохранили стратиформность и конформность. В пределах пласта (стратиграфического горизонта) морфология золотоносных залежей может существенно измениться.

4. Поиски рассматриваемых типов россыпных месторождений золота должны осуществляться на основе палеотектонических и палеогеоморфологических реконструкций, литолого-фациального анализа древних отложений с выделением наиболее вероятных палеоструктур аккумуляции золота. На прогнозных картах оконтуриваются наиболее вероятные ареалы развития золотоносных россыпеобразующих комплексов (в т.ч. их реликты и глубоко эродированные). Реконструируются также пути миграции золотосодержащих продуктов в структуры аккумуляции.

К наиболее перспективным на Дальнем Востоке относятся в настоящее время погребенные кайнозойские россыпи золота, залегающие обычно на глубинах 25—30 м и в редких случаях до 60—70 м. Опыт эксплуатации подобных россыпей показывает, что они могут разрабатываться как открытым способом, так и дражным, а в некоторых случаях и подземным. Для дражной отработки могут быть рекомендованы россыпи с невысоким содержанием золота (до 2 г/м^3), а для подземной и карьерной — содержание золота должно составлять многие г/м^3 (до первых десятков г/м^3). По данным экспертных оценок, прогнозные ресурсы золота в древних (кайнозойских) и погребенных россыпях составляют многие сотни тонн.

Существенным резервом золотодобычи могут служить техногенные россыпи, запасы золота в которых, по прогнозным оценкам, могут составлять сотни тонн. Рентабельное освоение техногенных россыпей требует дополнительного изучения состава золотоносных пластов, конкретизации запасов и содержания золота, а также определяется необходимостью совершенствования технологии извлечения преобладающего в техногенных россыпях мелкого и тонкого золота, особенно из глинизированных слабопромывистых песков.

На территории Дальнего Востока формировались в докайнозойские периоды континентальные и морские депрессионные структуры аккумуляции различных типов отложений, в т.ч. и золотоносных. Детальные геолого-прогнозные исследования проблемы древних (докайнозойских) золотороссыпных месторождений могут выявить на Дальнем Востоке крупно-объемные месторождения золота, в т.ч. и высокого качества. Многие из этих месторождений в настоящее время не выходят на дневную поверхность и являются слепыми, трудно открываемыми.

4.3. Типизация глубокозалегающих россыпей золота

Для целей прогнозной оценки и расчета ресурсов типизация глубокозалегающих россыпей должна отражать особенности их размещения, геотектоническое положение, внутреннюю структуру депрессий, их морфологию, состав вмещающих пород, генетический тип, гранулометрию и концентрацию золота. В основу типизации глубокозалегающих россыпей Хабаровского края нами положены тектономорфологические элементы генетических типов структур аккумуляции, геоморфология, морфоструктурные особенности и продуктивность россыпных объектов (таблицы 6, 8). Локальные критерии прогнозирования базируются на сопоставлении прогнозируемых депрессий и геолого-генетических типовых моделей разведанных и детально изученных золотоносных депрессий.

В этом отношении могут быть выделены основные типы глубокозалегающих россыпей (рис. 9).

Орогенных областей: **петровский** — россыпи внутригорных межглыбовых приразломных впадин; **яснополянский** — россыпи пологих склонов впадин авто- аллохтонного генезиса; **журбанский** — россыпи конусов выноса, предгорных шлейфов и дельт при контрастном сопряжении областей сноса и аккумуляции; **урильский** — россыпи палеодолин, перекрытых четвертичными базальтами.

Основные геолого-промышленные группы глубокозалегающих россыпей золота Хабаровского края

Промышленные группы	Генетические типы	Геотектоническое положение	Морфоструктурный тип россыпей	Состав вмещающих пород	Особенности распределения золота
1. Россыпи современных речных долин и впадин	<i>Аллювиальный</i> : террасовые увальные в глубоких тальвегах приразломных грабенообразных впадин	Инверсионные зоны складчатых областей, шовные зоны, рифтогенные грабенообразные депрессии, зон контрастных сочленений геоблоков	Пластовые, гнездообразные, лентообразные, изометричные, рассредоточенные, одно- и многоярусные, в т.ч. частично эродированные	Сочетание или преобладание песков, щебня, гравия, илов, алевроитов и глины в различных генетических типах	Крупное, мелкое и тонкодисперсное золото распределено неравномерно в различных уровнях песков и торфов. Содержание Au до многих г/м ³
2. Россыпи палеодолин и древних кор выветривания (за пределами современной речной сети)	<i>Элювиальный</i> остаточных и перемещенных кор выветривания (захороненных) <i>Аллювиальный</i> поверхностей выравнивания водораздельных плато поднятых древних речных сетей	Пологие своды древних и молодых платформ	Плащеобразные изометрические залежи кор выветривания, лентообразные вдоль погребенных рудных зон, пластообразные погребенных аллювиальных отложений древних долин	Преобладают щебни, гравий, песок с прослоями и линзами глин, илов, алевроитов	Крупное и мелкое золото кор выветривания; дискретное распределение золота различных классов в отложениях специфических генетических типов. Содержание Au умеренное и богатое

3. Россыпи структур длительного одностороннего прогибания (отрицательных опущенных морфоструктур)	Аллювиальные, аллювиально-озерные, дельтовые, открытые делювиально-пролювиальными, озерно-моренными отложениями или базальтовыми покровами	Области длительных погружений платформ; унаследованные прогибы складчатых областей	Объемные залежи, пластовые, линзы; одно- и многоярусные, часто без четко выраженного плотика и контрастных золотосодержащих песков	Пески, глины, алевроиты, прослои и линзы мелкогалечниковых отложений	Распределение относительно равномерное по разрезу и объему россыпи с обогащенными гнездами, шлирами и линзами. Преобладает мелкое и тонкое золото. Содержание Au умеренное и бедное
---	--	--	--	--	---

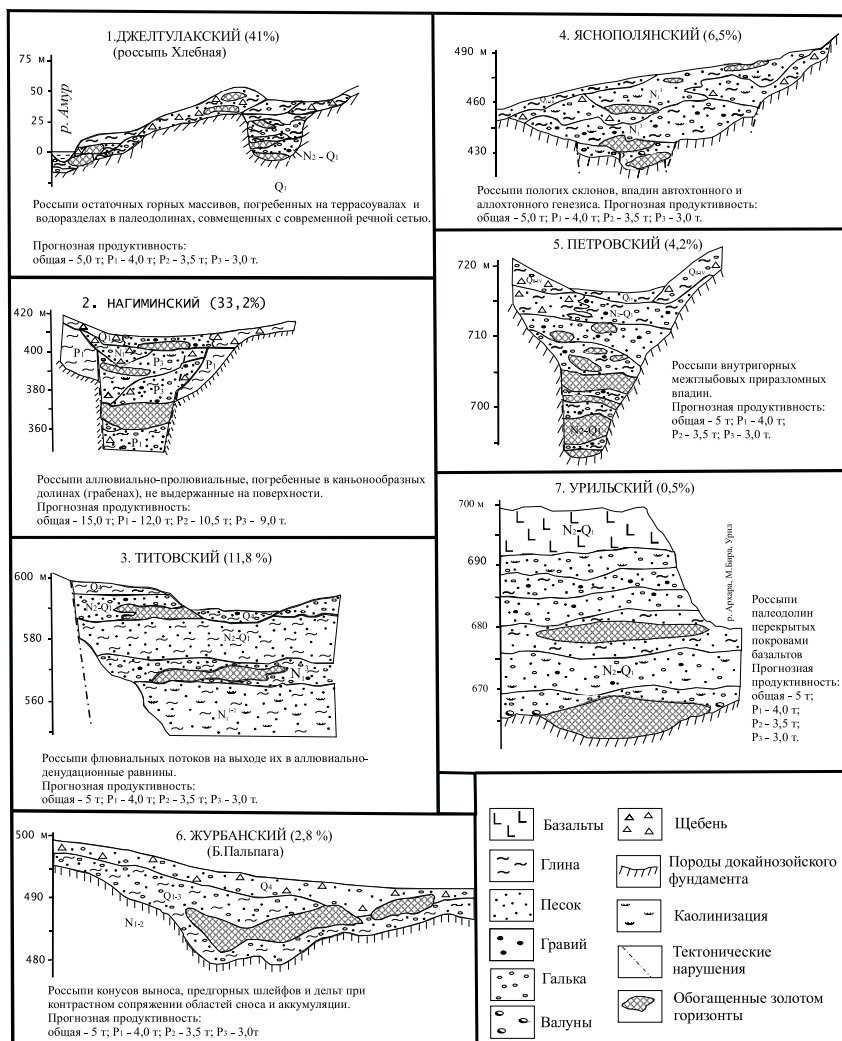


Рис. 9. Модели основных геолого-промышленных типов глубокозалегающих золотоносных россыпей (в скобках указан процент встречаемости)

Платформенных областей: нагиминский — аллювиально-пролювиальные россыпи каньонообразных грабенов, не выраженных на поверхности; *титовский* — россыпи флювиальных

потоков на выходе их на аллювиально-денудационную равнину; **желтулакский** — россыпи остаточных горных массивов в скрытых погребенных на увалах и водоразделах, палеодолинах и смещенные по отношению к современным долинам.

Прогнозные усредненные ресурсы золота каждого типа А.П. Сорокин [17] оценивает следующим образом: петровский — 5,5 т; яснополянский — 5,5 т; журбанский — 7,4 т; урильский — 3,2 т; нагиминский — 16 т; титовский — 3,2 т; желтулакский — 5,5 т. Приведенные А.П. Сорокиным цифры являются сугубо ориентировочными и позволяют лишь в первом приближении получить контрольные данные. Более надежные и более обоснованные оценки ресурсной базы могут быть получены на основе анализа линейной плотности золотоносности и продуктивности генетических типов россыпей по конкретным узлам с дальнейшей экстраполяцией этих данных на конкретную прогнозируемую россыпь. Эта методология принята нами при разработке методики расчетов ресурсов глубокозалегающих россыпей Хабаровского края. С этой целью нами составлена таблица (табл. 9), включающая основные промышленные характеристики наиболее продуктивных россыпных узлов Хабаровского края, в т.ч. данные по линейным продуктивностям и вероятным проявлениям обозначенных выше генетических типов.

Практически при изучении и прогнозной оценке продуктивности глубокозалегающих россыпей мы встречаемся с тремя промышленными группами россыпных объектов, включающих различные генетические типы.

Табл. 8, 9 и рис. 9, а также приложение 2 иллюстрируют диагностические признаки условий локализации россыпей каждой из выделенных групп, а также характерные генетические типы локализации.

4.4. Возраст золотоносных россыпей юга Дальнего Востока

Периоды формирования золотороссыпных месторождений определяются рядом факторов, главными из которых являются следующие:

1. Возраст россыпеобразующих формаций.
2. Периоды орогенных или активизационных процессов.
3. Интенсивность денудационных процессов и периоды вскрытия россыпеобразующих золотоносных комплексов.
4. Периоды корообразования и заложения россыпеконцентрирующих структур (табл. 10).

Наиболее древним возрастом (AR, PR) характеризуются россыпеобразующие формации Становой металлогенической провинции с глубиной формирования до 5—10 км (золотоносные зоны диафтореза, периферия блоков архейского фундамента, шовные зоны, осевые зоны древних и молодых базитовых массивов). Значительная роль в россыпеобразовании Становой провинции принадлежит золотоносным месторождениям и проявлениям позднемезозойского возраста (J_3 , K_1), приуроченным к зонам глубинных разломов различных направлений и ослабленным зонам в пределах вулканоплутонических структур. На территории Буреинского массива известны коренные золотопроявления AR-PR₃, PZ и K_1 возрастов различного генезиса и формационных типов. На площади Сихотэ-Алинской орогенной области коренные месторождения и проявления золота связаны с двумя этапами магматизма и эндогенного рудообразования: позднемеловым и палеогеновым. Именно этого типа золотопроявления явились основными источниками образования россыпей золота Сихотэ-Алиня. Глубины формирования золотопроявлений Сихотэ-Алинской области, видимо, не превышали 1000 м, а в некоторых случаях были и менее (в зонах аргиллизации экстрезивных массивов — Белогорского, Бухтянского и др., первый глубинный уровень). Об этом свидетельствуют малоглубинный характер рудосопровождающих магматических комплексов и средне-, низкотемпературный режим метасоматических процессов рудоформирования.

Активизационные процессы с заложением депрессионных прогибов и горных систем начали развиваться в пределах платформ (Становой, Зее-Буреинской) в юрско-меловой и кайнозойский периоды, а в системе Сихотэ-Алиня на более поздних палеоген-четвертичных этапах. С размывом золотоносных комплексов в пределах платформ связана рассеянная золотоносность

Таблица 9

Промышленная характеристика основных золотороссыпных узлов Хабаровского края

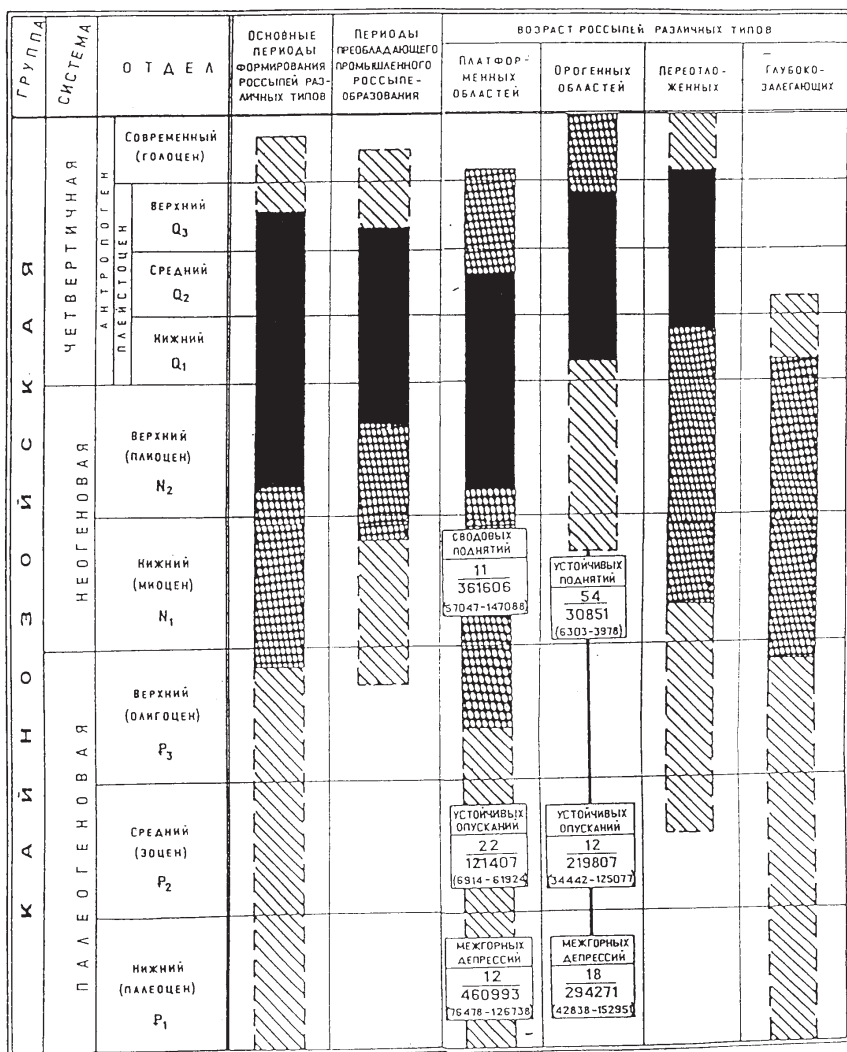
№ п/п	Золотороссыпной узел	Добыча золота, кг (на 01.01.98)	Запасы в остаточных мелкозалегающих россыпях, кг (на 01.01.98)*	Ресурсы техногенных россыпей, кг*	Среднее содержание золота на массу, мг/м ³ (разведка)	Линейная продуктивность, кг/км пог. длины		Наиболее вероятные геолого-генетические модели (типы) россыпных месторождений золота
						по данным разведки	по данным оценки прогнозных ресурсов	
1	Софийский	114 948	15 195	42 532	393	282	36	Петровский, яснополян-ский
2	Кербинский	52 252	5 724	22 145	380	103	181	
3	Сутарский	29 780	—	~5000	112	72	6	Титовский, желтулак-ский
4	Ульбанский	1622	296	—	228	31	34	
5	Мевачанский	2509	777	984	370	88	35	
6	Херпучинский	44 455	4227	18 408	242	245	202	
7	Бекчи-Улский	11 360	6217	3278	200	215	172	Петровский, нагиминский, желтулакский
8	Белогорский	8242		4004	290	139	21	
9	Тахтинский +	—	1116	—	380	185	22	Яснополянский, уриль-ский
10	Бухтянский							
11	Пильда-Лимурийский	21 114	2837	8460	212	206	79	Яснополянский, желтулакский
12	Гурский	—	553	—	137	—	43	Титовский, яснополянский

№ п/п	Золотороссыпной узел	Добыча золота, кг (на 01.01.98)	Запасы в остаточ- ных мел- козале- гающих россыпях, кг (на 01.01.98)*	Ресурсы техно- генных россы- пей, кг*	Среднее со- держание золота на массу, мг/м ³ (разведка)	Линейная продук- тивность, кг/км пог. длины		Наиболее вероятные геолого- генетические модели (типы) рос- сыпных месторождений золота
						по дан- ным раз- ведки	по дан- ным оценки прогноз- ных ре- сурсов	
13	Тумнинский	5936	1073	3757	326	34	63	Яснополянский
14	Вяземский	—	—	—	75	—	63	Яснополянский, титовс- кий
15	Катенский	—	—	—	80	—	31	Петровский, яснополян- ский
16	Кет-Капский	3024	3046	7867	313	126	27	Петровский, журбанский, джелтулакский
17	Даньский	7083	4786	4168	325	105	19	
18	Омнинский	5178	869	—	216	78	30	
19	Томптоканский	5920	4055	2645	330	45	16	Петровский, яснополян- ский
20	Одолинский	2293	1018	633	194	32	25	Петровский, яснополян- ский, урильский
21	Южно- Верхоянский	3969	1332	—	579	95	45	
22	Юровский	1171	2297	560	273	84	8	Яснополянский, нагимин- ский, петровский
23	Ланжинский	3028	1745	1406	334	184	18	

24	Курун-Уряхский +Иликанский	16 777	3874	3207	402	290	278	Журбанский, яснополянский, петровский
25								
26	Верхне-Ульинский	—	2842	—	132	200	—	Петровский, яснополянский
27	Челасинский	—	255	—	320	—	—	
28	Тонумский	—	853	—	297	—	—	Яснополянский, титовский
29	Лантарский	215	2345	108	280	—	—	
ИТОГО		339 705	67 332	129 162				
* По данным ИГД ДВО РАН (А.П. Ван-Ван-Е, В.С. Литвинцев, Г.И. Архипов, 2001).								

Таблица 10

Схема возрастного положения различных типов золотороссыпей
россыпей Дальнего Востока. Составил А.П. Ван-Ван-Е



-  Промышленные золотороссыпные месторождения
-  Промышленные месторождения в отдельных узлах
-  Рассеянная непромышленная золотоносность
-  Редкие проявления, единичные мелкие месторождения

Орографическое
условие
локализации
количество узлов
запасы - ресурсы - добыча
(запасы - добыча) кг

отложений депрессий и палеодолин юрско-мелового возраста и формирование промышленных месторождений золота в палеогеновых и особенно в неоген-нижнечетвертичных отложениях. В Приамурье процессы гипергенеза в позднем мезозое и раннем-среднем кайнозое наиболее интенсивно протекали преимущественно на территории статичных морфоструктур (в пределах Тындо-Зейского межгорного понижения и на периферии областей внутренней денудации Зейско-Буреинской плиты с малыми амплитудами восходящих движений). С размывом и переотложением формировавшихся здесь кор выветривания связано образование палеоценовых, олигоценовых, миоценовых и плиоцен-нижнечетвертичных россыпей.

Значительная и во многих случаях ведущая роль в формировании золотоносных россыпей принадлежала процессам химического выветривания, способствовавшим высвобождению золота из пород россыпеобразующих комплексов в соответствующие периоды. Так, например, сформированные за счет размыва кор выветривания олигоценовые каолинит-гидрослюдистые пролювиальные и пролювиально-аллювиальные отложения в Верхне-Амурской области характеризуются повышенными концентрациями золота в целом ряде разрезов Уруша-Ольдойской, Урканской и ряда других впадин. Одновозрастным образованиям в пределах Октябрьского поднятия присуще близкое к ним содержание золота в разрезах, расположенных на значительном расстоянии от известных золоторудных объектов. Вероятнее всего, с процессами корообразования связано формирование россыпей золота в Урильском, Сутарском и некоторых других районах Дальнего Востока, удаленных от золоторудных источников. Следует, однако, отметить, что наиболее высокой степенью золотоносности характеризуются коры выветривания в пределах золоторудных узлов и отдельных месторождений золота. Коры выветривания известны практически на всех изученных золоторудных месторождениях Приамурья. Они представлены плащеобразными залежами, а также жильно-штокверковыми телами зон окисления золоторудных месторождений мощностью 20-30 м и более, в которых отмечаются повышенные концентрации не только золота (до многих г/м³), но и сопутст-

вующих элементов. С размывом этих кор связано формирование не только четвертичных, но и более древних палеоген-неогеновых россыпей в целом ряде золотоносных областей Дальневосточного региона.

Высвобождение золота из коренных источников Приамурья происходило в процессе как химического выветривания, так и физического. Первый из них определял образование палеоген-неогеновых россыпей, представляющих собой принципиально новый для Приамурья тип крупнообъемных золотороссыпных месторождений. За счет переотложения продуктов физического выветривания происходило образование кластогенных россыпей в четвертичный период, преимущественно в орогенных областях юга Дальнего Востока (орогенные поднятия Становое, Тукурингра-Джагдинское, Буреинское, Сихотэ-Алинское). Здесь формировались россыпи «чистой» линии (за счет одноактного размыва золотоносных источников), а также смешанного генезиса, образовавшиеся в процессе перемыва палеоген-неогеновых золотоносных отложений.

Определяющее значение в высвобождении золота имеют временные периоды и глубины эрозионных процессов россыпеобразующих комплексов. В связи с разновозрастными этапами формирования последних важно оценить по особенностям их проявления на современной дневной поверхности вероятные объемы разрушенных золотоносных коренных источников и на этой основе косвенно прогнозировать масштабы россыпеобразования в том или ином регионе.

Подводя итог анализу этапности россыпеобразования на территории юга Дальнего Востока, следует выделить основные особенности возрастного положения различных типов золотоносных россыпей.

1. Золотоносные (в т.ч. промышленные) россыпи формировались на Дальнем Востоке как за счет разрушения разновозрастных коренных месторождений и проявлений золота, так и в результате денудации россыпеобразующих формаций с рассеянной невысокой золотоносностью (единицы — до десятков мг/т). Коренные месторождения и проявления золота платформ имеют преимущественно позднепалеозойский или позд-

немезозойский-раннекайнозойский возраст, а россыпеобразующие комплексы с рассеянной золотоносностью — от архея до кайнозоя. В позднемезозойских орогенных областях Сихотэ-Алиня коренная золотоносность имеет в основном позднемезозойский или раннекайнозойский возраст. Такой же возраст имеют и основные россыпеобразующие формации этих молодых складчатых областей.

2. На территории платформ (Зее-Буреинской, Становой) формирование россыпей характеризуется продолжительным периодом (поздний мезозой-антропоген) и большим разнообразием генетических и морфологических типов россыпей, причем гипергенез наиболее интенсивно был проявлен в позднем мезозое, палеогене и неогене, а криогенез — начиная со среднего плейстоцена. В связи с этим в областях длительного воздымания господствуют четвертичные россыпи «чистой» линии, сформированные за счет переотложения продуктов физического выветривания, а на площадях с более статичным или нисходящим режимом — месторождения смешанного генезиса, возникшие в результате перемива юрско-меловых и палеоген-неогеновых золотоносных отложений.

3. В золотороссыпных узлах Сихотэ-Алинской складчатой области (Хабаровский и Приморский края) золотоносные россыпи формировались преимущественно как месторождения «чистой» линии и преобладающий их возраст четвертичный (Q_1 , Q_2 , иногда и более молодой). Более древние россыпи в этих регионах, преимущественно неогенового возраста, формировались в окраинных зонах Буреинского и Ханкайского массивов, на их стыке с молодыми складчатыми областями, в зонах перехода к наложенным кайнозойским впадинам (Средне-Амурской, Приханкайской).

4. До сих пор недостаточно изученной остается проблема палеоген-неогеновых погребенных глубокозалегающих россыпей золота в обширных впадинах платформ (Зее-Буреинской, Верхне-Зейской, Удской, Средне-Амурской, Приханкайской и др.), в которых золотоносные россыпи могли локализоваться в палеоруслах, в их дельтах и локальных прогибах. Вполне вероятно, что возможность выявления в этих структурах крупнообъемных погребенных россыпей золота.

бенных россыпей, но детали локализации россыпей рассматриваемого типа требуют дальнейшего пристального изучения.

В общем случае, с точки зрения длительности вскрытия источников золота и их обилия, условия для формирования промышленных россыпей (в т.ч. древних) более благоприятны в платформенных структурах, чем в молодых орогенах (см. разд. 5.5.1, рис. 10).

О времени вскрытия источников золота эрозионными процессами мы можем судить в основном косвенно, по периодам неотектонических процессов, этапам корообразования и прямым проявлениям золота в осадках древних речных систем и водоемов. Основные этапы активизации и горообразования в платформенных областях и орогенных процессов в складчатых структурах относятся на территории юга Дальнего Востока к позднему мезозою (сенон-дат) с проявлениями общей инверсии, массового интрузивного и вулканогенного магматизма с формированием редкометалльного и золотого оруденения. В последующие периоды на фоне общей стабилизации отмечаются этапы устойчивого воздымания отдельных блоков равнинных или платообразных ареалов с формированием поверхностей выравнивания и озерно-аллювиальных депрессионных структур, заполнявшихся палеоген-неогеновыми отложениями; при этом можно выделить несколько основных видов палеоген-неогеновых структур осадконакопления: платформенные (озерно-болотные, аллювиальные), внутренних прогибов, межгорных впадин, окраинных вулканических поясов.

Формирование палеоген-неогеновых депрессий сопровождалось длительной пенеблизацией рельефа. Повышенные участки активно эродировались, в пониженных накапливались «мусорные» породы, фации конусов выноса, озерно-болотные. Между поздним палеоценом и ранним олигоценом проявились интенсивные процессы денудации и образования кор выветривания каолинового типа. В миоцене также отмечаются интенсивные тектонические движения, процессы эрозии и корообразования. В позднем миоцене на фоне положительных тектонических движений размывались продукты каолиновых кор выветривания и происходило накопление аллювиальных и озерно-болотных

отложений с лигнитом (сазанковская свита). В дальнейшем тектонические движения усиливались и достигли максимума в плиоцене (белогорская свита). Горные сооружения, окружавшие Амурско-Зейскую, Средне-Амурскую и некоторые другие впадины, испытывали интенсивные поднятия. К этому времени относится формирование основных хребтов Приамурья (Джагды, Тукурингра и др.). Таким образом, начало плиоцена—это период активного воздымания областей сноса, их интенсивное эродирование и время интенсивного перемещения огромных количеств грубообломочного материала в пониженные участки с формированием отложений до 50 м мощности, перекрытых позднее плиоцен-раннечетвертичными отложениями и базальтами. Физическое и физико-химическое разрушение золотосодержащих природных комплексов, вынос продуктов разрушения в структуры аккумуляции и длительность периода формирования россыпей определили возможность неоднократного переотложения золотосодержащих песков и вследствие этого — увеличение концентрации золота и его запасов. В связи с широкой проявленностью интенсивных знакопеременных движений в постинверсионный период молодых складчатых областей происходило формирование в этих регионах погребенных россыпей золота в грабенообразных структурах и переуглубленных долинах эрозионно-тектонического происхождения. Значительная часть подобных россыпей перекрыта в настоящее время более молодыми четвертичными отложениями, в том числе нередко также золотоносными. Таким образом, инверсионные раннеорогенные геоблоки Нижнего Приамурья характеризуются формированием в их пределах структур аккумуляции и золотоносных россыпей, сходных по условиям образования с таковыми платформенных областей или древнеорогенных зон.

В южном Приморье, Сихотэ-Алине и Нижне-Амурской области проявились три эпохи выравнивания, излияния основных эффузивов и образования кор выветривания: эоценовая, позднеолигоценовая-раннемиоценовая и позднеплиоценовая-раннечетвертичная. Потенциально каждая из структур аккумуляции при наличии источников золота могла быть россыпеконцентрирующей, в т.ч. промышленно золотоносной. Таким образом, меха-

низм формирования древних, в том числе погребенных (глубокозалегающих), золотоносных россыпей включает в качестве основных несколько элементов:

- распространенность коренной золотоносности в областях питания россыпей. Источниками золота могут являться не только коренные месторождения золота, но также магматические или метаморфические комплексы с рассеянной непромышленной золотоносностью (Урильский, Сутарский и некоторые другие районы);
- проявление процессов эрозии и особенно корообразования в областях распространения россыпеобразующих разновозрастных тектоно-магматических комплексов;
- особенности пространственного и структурного сочленения золотоносных областей питания с депрессионными структурами осадконакопления, причем особенно важным элементом является механизм заполнения структур аккумуляции продуктами золотоносных кор выветривания;
- богатство золотоносных россыпей связано во многих случаях с процессами переотложения золотосодержащих осадочных отложений в пределах конкретного золотоносного узла. При этом практика поисково-разведочных работ указывает на незначительную удаленность современных богатых крупнообъемных россыпей от более ранних и от источников питания (максимум — первые километры);
- сохранность золотоносных россыпей определяется устойчивостью нисходящих движений в структурах россыпеобразования (перекрытия палеоген-неогеновых отложений плейстоценовыми и современными осадками).

Для многих регионов юга Дальнего Востока перечисленные элементы механизма древнего россыпеобразования проявились с различной полнотой, определяющей как величины прогнозных ресурсов, так и достоверность прогнозных оценок конкретных золотороссыпных месторождений, отдельных россыпных узлов и районов. Анализ перечисленных выше факторов составляет основу теоретической и методологической базы прогнозирования россыпной золотоносности разновозрастных структур аккумуляции различных геотектонических и формационных зон Дальнего Востока.

ГЛАВА 5

СВОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

В пределах Хабаровского края можно выделить четыре следующие крупные зоны (области), характеризующиеся различными условиями россыпеобразования и соответственно различной продуктивностью золотороссыпных узлов:

1) Буреинская область, располагающаяся преимущественно в зоне перехода от Буреинского массива к Сихотэ-Алинской складчатой области;

2) Нижне-Амурская область, приуроченная к инверсионной раннеорогенной зоне Сихотэ-Алинской складчатой области (пролегает к северу от широты г. Комсомольска-на-Амуре);

3) Центрально- и Южно-Сихотэ-Алинская область, располагающаяся к югу от широты г. Комсомольска-на-Амуре и приуроченная к переходным и позднеорогенным структурам складчатой области Сихотэ-Алиня;

4) Приохотская область, расположенная в северной части Хабаровского края и находящаяся между восточной зоной Сибирской платформы на западе и Охотоморской плитой на востоке. Значительная территория этой области занята юго-западным звеном Охотско-Чукотского вулканогена, формировавшие-

гося на активизированном в мезозое палеозойском складчатом основании.

При изучении золотороссыпных месторождений региона устанавливаются некоторые общие параметрические характеристики россыпей, которые выделены нами в четыре группы (табл. 11). В первой группе показаны основные сопутствующие компоненты золотоносных россыпей, которые встречаются в различных соотношениях в разных металлогенических зонах. Здесь же указаны градации гранулометрического состава золотин и их преобладающие формы. Вторая и третья группы характеристик взаимосвязаны: они отражают генетические особенности формирования россыпей в различных ландшафтах и в зависимости от морфогенетических условий накопления. В четвертой группе показаны особенности морфологии россыпей в геоблоках различного проявления неотектонических процессов, особенности формирования ландшафтов и структур аккумуляции. Эти факторы определяют как форму россыпей, так и их параметры и глубину.

5.1. Россыпная золотоносность Буреинской области

5.1.1. Северо-Буреинский район

а) Кербинский узел

Площадь 6075 км². Высокой продуктивностью характеризуются россыпи рек Семи, Сулаakitкан, Керби, Нилан. Наиболее богатые россыпи узла практически полностью отработаны и значительная их часть в настоящее время переведена в категорию техногенных. Остались в основном россыпи с низким содержанием золота или погребенные. Всего в Кербинском узле добыто 50 135 кг золота; разведанных запасов по балансу числится 4708, а прогнозных 26 126 кг, причем по Р₁ — 6325 кг. Содержание золота в россыпях колеблется от 86 до 962 мг/м³.

Узел характеризуется высокой плотностью россыпной золотоносности: площадная составляет $5,1 \text{ кг/км}^2$, а линейная по запасам — 95 кг/пог. км , по прогнозным ресурсам — 186 кг/пог. км .

По имеющимся данным, возможно обнаружение глубокозалегающих россыпей по притокам р. Семи, однако они характеризуются высокой обводненностью, низким гипсометрическим положением и значительной глубиной (до 30 м), что затрудняет отработку. Практический интерес представляют техногенные россыпи по р. Семи, Сулаkitкан, Ботоон, из которых в сумме добыто около 30 т золота. Прогнозные ресурсы по этим техногенным россыпям (с учетом технологических потерь в 15 % при разработке соответствующих природных россыпей) составляют более 5 т, но вероятное содержание низкое (на уровне 80 мг/м^3). Многие россыпи узла характеризуются высокой глинистостью и мелким золотом.

Долина р.Керби на участке от р. Куть до р.Маклан характеризуется промышленной золотоносностью, однако золото распределено крайне неравномерно: отмечаются гнезда с очень высоким содержанием и с весьма низким. Среднее содержание золота на массу около 50 мг/м^3 . Дrajная отработка дает коэффициент намыва 0,43. Террасовые россыпи по р. Керби также характеризуются очень сложными условиями отработки и незначительными ресурсами. Так, на участке Медвежье-Васильевском длина россыпи составляет 6,5 км, ширина 400 м, мощность массы 5,5 м, содержание золота 120 мг/м^3 , прогнозные ресурсы по P_1 —1,7 т. В пределах долины выделяются 6 фрагментов террас общей длиной 23,2 км при средней ширине 30 м, средней мощности массы 3,75 м и среднем содержании золота 300 мг/м^3 ; прогнозные ресурсы составляют около 800 кг.

Россыпи бассейна р. Нилан находятся в непосредственной близости к хребту Дуссе-Алинь, отличаются повышенной крупностью золота. Наиболее богатые россыпи отмечаются по рекам Сивук и Наигремаkit; открыты в 1876 г. и к настоящему времени отработаны. Перспективными остаются россыпи притоков и среднего течения рек Нилан, Брянджа, руч. Соболинский. Общие запасы и ресурсы этих россыпей составляют около 2,5 т при содержании золота 200—300 мг/м^3 .

Некоторые общие характеристики золотоносных россыпей Дальнего Востока. Составил А.П. Ван-Ван-Е

1. Основные полезные компоненты

(золото, платина, редкие металлы, черные металлы, алмазы, поделочные камни)

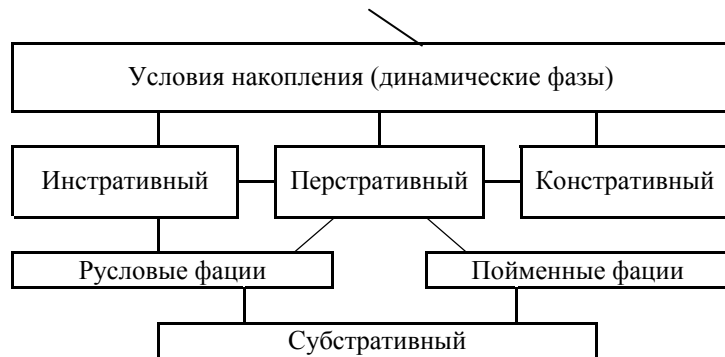
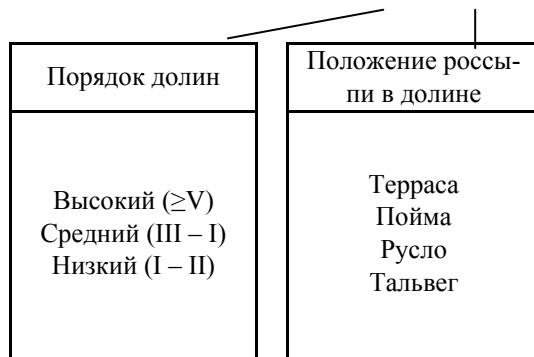
Сопутствующие компоненты		Гранулометрический состав золотин, мм	Преобладающая форма золотин
<i>Металлические</i> Серебро, платина, касситерит, ильменит, циркон, монацит, колумбит, пироклор, ксенотим, вольфрамит, шеелит, гюбнерит, кинноварь	<i>Неметаллические</i> Сапфир, гранат, корунд, аметист, жадеит, кварц, алмаз и пр.	а) весьма крупный (> 8) б) крупный (4—8) в) средний (2—4) г) мелкий (0,5—2) д) весьма мелкий (0,5—0,15) е) тонкий ($< 0,15$)	а) пластинчатая (пластинок более 70 %) б) разная форма (пластинок около 50 %) в) комковидная (пластинок менее 30 %)

2. Генезис:

Элювиальный, гравитационный, флювиальный (аллювиальный, флювиогляциальный), озерный, морской, ледниковый, эоловый, суффозионный, техногенный

3. Положение россыпей в современном рельефе и литодинамические условия формирования





4. Морфология россыпей



б) Софийский узел

Площадь узла 1625 км²; располагается в пределах Правобуреинского купола в междуречье Олги и Нимана. Отработаны почти все богатые россыпи. В общей сложности добыто около 90 т золота. В настоящее время отрабатываются в основном россыпи техногенные. Последние приурочены преимущественно к поймам рек и террасам разных уровней. Золотосодержащие пласты имеют мощность не более 1 м, в среднем около 0,6 м. Содержание в пластах высокое и в некоторых случаях достигало 10 г/м³ и более; среднее содержание около 400 мг/м³. Золото средней крупности, часто встречаются самородки; в некоторых россыпях оно высокопробное (до 980, р. Олгакон-Макит), но встречается и низкопробное (720 и 740 в ключах Соломатовский и Дмитриевский соответственно), что связано с различием коренных источников, каковыми являются многочисленные рудопроявления и мелкие месторождения черносланцевой формации. Плотность россыпной золотоносности очень высокая: площадная 17,6 кг/км², а линейная по запасам достигает 187 кг/пог. км.

5.1.2. Южно-Буреинский (Мало-Хинганский) район

Включает в себя ряд узлов различной продуктивности: Урильский и Ивановский, Нижне-Буреинский, Кульдурский и Сутарский.

а) Ивановский и Урильский узлы

Расположены в среднем течении р. Архара со всеми ее притоками, а также в верховьях рек Солокачи, Урил и Мутная. Площадь около 3380 км². К 1919 г. в районе было заявлено более 25 приисков. Россыпи по р. Биря отрабатывались до конца 60-х годов. Урильский узел располагается на юго-западной окраине Туранского свода. На территории узла имеется только одно коренное рудопроявление золота кл. Ложный, в дресве гранитов которого содержание золота достигает 2 г/т.

Несмотря на длительные сроки эксплуатации россыпей этих узлов, перспективы их оцениваются достаточно высоко в связи с благоприятными горно-геологическими условиями, близостью железной дороги, возможностью отработки техногенных россыпей драгами и погребенных древних россыпей новейшими методами. Особого внимания в этом отношении заслуживают россыпи по рекам Биря, Талакан, Урил (с притоками), руч. Дмитриевский, Осинový, по которым разведаны запасы около 1 т и определены ресурсы свыше 10 т. Плотность россыпной золотоносности не очень высокая, а содержание золота колеблется от 50 до 600 мг/м³ (в среднем около 100 мг/м³). Несомненный интерес представляют древние россыпи под неогеновыми базальтами, аналогичные ранее полностью отработанной подземным способом (кл. Пасхальный), а также таковые в мезокайнозойских отложениях. В шлихах некоторых россыпей обнаружены платина, арсенопирит, флюорит, халькопирит, пирит.

б) Нижне-Буреинский узел

Охватывает притоки р. Буря от с. Домикан до с. Бахи́рево. Площадь узла 620 км²; сложена в основном раннемеловыми вулканитами и палеозойскими гранитоидами. В пределах узла известно 13 рудопроявлений золота и одно мелкое месторождение (Прогнозное). Россыпная золотоносность узла изучена крайне слабо. Известно 5 россыпей по рекам Симичи, Гнилая, Большая Симичи, Синали, Талакан. Во многих других ручьях узла обнаруживаются шлихи с золотом, в основном в тех, которые стекают с золотоносных вулcano-тектонических депрессий. Ресурсы узла оцениваются в настоящее время в 2500 кг.

в) Кульдурский узел

Располагается между верховьями рек Солокачи и Яурин. Площадь узла 1100 км². Коренные проявления золота неизвестны. Шлихи известны во многих ручьях, прогнозные ресурсы по Р₃ составляют около 9 т золота.

г) Сутарский узел

Располагается в южной части хр. М. Хинган; охватывает бассейны р. Сутара и притоков р. Амур, стекающих с южных отрогов хр. М. Хинган. Площадь узла около 4000 км². Золотоносные россыпи известны с 60-х годов XIX столетия, в конце века работало 30 приисков; с перерывами россыпи в узле отрабатывались до 60-х годов XX столетия различными способами, включая дражный и гидравлический. В обрамлении узла известно только одно коренное рудопроявление золота г. Лысой. Всего в узле, по ориентировочным данным, добыто 29 т золота. В настоящее время запасы составляют 780 кг, а ресурсы около 15 т. Имеется возможность наращивать запасы за счет погребенных древних россыпей, а также в результате переоценки техногенных россыпей с целью дальнейшей дражной отработки. Содержание золота в россыпях умеренное (65—580 мг/м³); плотность россыпной золотоносности достаточно высокая: площадная составляет 3,9 кг/км², а линейная 71 кг/пог. км по ресурсам и 62,4 кг/пог. км по запасам.

д) Золотоносные узлы Ургальской группы (Верхне-Туюнский, Усть-Ниманский, Верхне-Буреинский, Ушумунский, Сутырь-Гуджальский)

Золотороссыпные узлы Ургальской группы характеризуются низкой продуктивностью россыпей; их формирование связано в основном с золотоносными диоритовыми порфиритами, отличающимися невысоким содержанием золота. Концентрации золота различные (79—667 мг/м³), плотность россыпной золотоносности невысокая. Россыпи в основном позднечетвертичные, русловые и пойменные. В целом перспективы таковых Ургальской группы невысокие. Прогнозные ресурсы составляют около 200 кг, а некондиционных запасов числится около 240 кг.

5.2. Нижне-Амурская область

Охватывает бассейн Нижнего Амура. Россыпная золотоносность установлена с 1868 г. Наиболее богатые россыпи отрабатаны в дореволюционное время, к настоящему периоду остались в основном россыпные месторождения сложного строения, древние погребенные, малообъемные и техногенные, а также россыпи сложной обработки (подземной, сильно обводненные, чрезмерно удаленные в долинах I–II порядков, и т.п.). Во многих случаях россыпи незначительно смещены относительно коренных источников; как правило, находятся в пределах золоторудных полей и имеют протяженность редко более 10 км. Исключение составляют россыпи рек Херпучи, Колчан, Битки и некоторых других долин, характеризующиеся протяженностью до 20 километров. Золотоносные пласты, как правило, мелкозалегающие (средняя глубина составляет 4–6 метров). В ряде случаев отмечаются россыпи глубиной до нескольких десятков метров. Преобладают россыпи русловые, пойменные и террасовые; встречаются также элювиально-делювиальные, озерные, прибрежные. Располагаются в интервале гипсометрических отметок 0—500 м.

а) Колчанский район (Бекчи-Улский и Белогорский золотороссыпные узлы)

Занимает крайнюю северо-восточную часть Нижне-Амурской области. Суммарная площадь района 5325 км². Коренными источниками послужили месторождения и рудопроявления золота золото-кварцевой, золото-сульфидной и золото-серебряной формаций. Большинство россыпей пространственно тесно связано с коренными источниками. Преобладают русловые и террасовые. Известны также делювиально-аллювиальные, элювиальные, элювиально-делювиальные, озерные (озёра Чля и Орель), а также прибрежно-морские (залив Николая, мыс Рейнке и др.). Долинные россыпи в основном мелкозалегающие (до 6–8, редко 10 м), но разведывались и частично отрабатывались глубокозалегающие погребенные (Улская, Соболиная Михай-

ловской группы), а также россыпи плиоценового возраста древних гидросетей, бронированные базальтами или перекрытые более молодыми аллювиальными отложениями (Бекчинская депрессия).

Всего в районе добыто из россыпей около 13 т золота. Основные запасы и ресурсы складываются из переоценки техногенных россыпей и вовлечения их в переработку в связи со снижением кондиций, с пересчетом бортовых целиков, а также верхних и нижних флангов россыпей. Эти запасы составляют 12 718 кг, а ресурсы 2219 кг золота по всему району. Россыпи характеризуются высокой плотностью россыпной золотоносности: площадная составляет около 5 кг/км² в Бекчи-Улском узле и линейная около 90 кг/пог. км по ресурсам и 198 кг/пог. км по запасам также в Бекчи-Улском узле. Плотность россыпной золотоносности в Белогорском узле несколько ниже.

б) Херпучинский район

Площадь района составляет 6750 км². Всего здесь около 40 россыпных месторождений золота, значительная часть которых отработана. Преобладают мелкозалегающие россыпи, русловые, пойменные, террасовые, тесно связанные с коренными источниками. Они локализованы в водотоках I–V порядков и имеют различную протяженность — от первых километров до первых десятков километров. Имеющиеся запасы и ресурсы золота связаны в основном с техногенными россыпями, частично — с погребенными. Всего в районе добыто около 41 т золота. Запасы составляют 7431 кг, а ресурсы 16 074 кг. Во многих россыпях преобладает золото мелкое; золотоносные отложения нередко значительно глинизированы.

в) Пильда-Лимурийский золотороссыпной район (Покровско-Троицкий, Афанасьевский, Дидбиранский, Учаминский, Дяппенский, Ситогинский узлы)

Площадь района составляет 10 500 км². Всего в районе около 76 золотороссыпных месторождений; наиболее богатые россыпи отработаны дражным, гидравлическим и подземным спо-

собами. Мощности золотосодержащих пластов и глубины залегания россыпей варьируют от первых метров до первых десятков метров. Положение россыпей в пространстве тесно увязывается с ареалами распространения гранитоидных интрузий и коренных проявлений золота (месторождений, рудопроявлений). В их составе преобладают гравийно-песчаные отложения, щебень, а в верхних горизонтах глины, илы. Плотики в большинстве случаев представлены флишоидными слабометаморфизованными отложениями мела. Линейная продуктивность россыпной золотоносности высокая и достигает 78 кг/пог. км по ресурсам и 183 кг/пог. км по разведанным запасам. Всего добыто около 18 т россыпного золота. Следует отметить, что в районе активно разрабатывались коренные месторождения золота (Учагинское, Агние-Афанасьевское, Дяппе, Покровско-Троицкое).

Всего разведанные запасы составляют 5489 кг, а ресурсы около 11 т. Последние связаны с перспективой отработки техногенных и глубокозалегающих россыпей, среднее содержание в которых на пласт иногда достигает нескольких г/м³ (россыпи Дидбиранского, Дяппенского, Агние-Афанасьевского узлов).

2) Тумнинский район

Расположен в южной части Нижне-Амурской области. Площадь района 8600 км². Золотоносные россыпи в районе известны с дореволюционных времен. Характеризуется сложными ландшафтными условиями. Всего добыто золота около 5,5 т. В целом для района характерно размещение россыпей в водотоках II–III порядков. Установлены также ложковые россыпи с весьма низкой продуктивностью (100—150 кг). Несмотря на многочисленные поисковые и разведочные работы, обеспеченность района запасами самая низкая. Россыпи бедны по запасам. Разведочные работы последних лет не подтвердили большую часть прогнозных ресурсов и на сегодня они составляют 2900 кг, а запасы—1132 кг бедных россыпей. Отмечается очень низкая плотность россыпной золотоносности: площадная составляет 0,43 кг/км², а линейная по разведанным россыпям всего около 40 кг/пог. км. Невысокая россыпная золотоносность Тумнинского, так же как и Гурского, районов связана с удалением этих структур

тур от области наиболее интенсивных инверсионных процессов, характерных для более северных районов, где наряду с процессами ранней орогении на фоне замедленного воздымания и частичной стабилизации происходило заложение и развитие долинных, грабенообразных и мульдообразных рифтогенных депрессий с накоплением палеоген-неогеновых отложений больших мощностей со значительной золотоносностью многих из них, причем во многих случаях золото поступало из зон глубоко проработанных химических кор выветривания. С реликтами этих кор связаны элювиальные и элювиально-делювиальные золотороссыпные месторождения Колчанского, Бухтынского и других узлов Нижне-Амурской области.

5.3. Центральнo-Сихотэ-Алинская область (южные районы Хабаровского края)

В этом регионе известны мелкие долинные россыпи малой продуктивности и с низкими содержаниями золота. Большая часть из них не имеет практического значения. В наиболее значительных россыпных узлах (Вяземском и Катэнском) разведанные запасы промышленных россыпей отсутствуют, а прогнозные ресурсы составляют около 8 и 1 т соответственно; причем содержание золота колеблется от 50 до 120 мг/м³. Россыпи отрабатывались мелкими старательскими артелями. Низкая продуктивность россыпной золотоносности юга Хабаровского края связана частично со слабой опoискованностью района. В последние годы выявлены проявления золота в аллювиальных отложениях, в т.ч. и значительное по масштабам золотороссыпное месторождение Болотистое.

5.4. Приохотская область

Россыпная золотоносность Приохотской области опoискована и тем более разведана крайне недостаточно в связи со сложными природными условиями. В Тонумском узле разведана

но около 2 т россыпного золота, в Лантарском около 2,5 т, а в Джанинском всего 403 кг; соответственно прогнозные ресурсы составляют 395, 1146 и 8624 кг. Плотность россыпной золотоносности также невысокая: площадная изменяется от 0,16 до 0,60 кг/км² (по запасам), а линейная — от 64 до 84 кг/пог. км (также по запасам). Преобладают россыпи долинные в водотоках I–II, реже III–IV порядков (в основном русловые, редко пойменные, террасовые). Мощность песков обычно не превышает 1 м, торфов — нескольких метров. Протяженность россыпей в большинстве случаев измеряется сотнями метров до первых километров, редко превышает. Как правило, россыпи приплотиковые, в некоторых случаях двух-, реже трехъярусные.

5.5. Попутная металлоносность золотороссыпных месторождений юга Дальнего Востока

При изучении золотоносных россыпей на юге Дальнего Востока в ряде случаев определялись минералы различных металлов, как широко распространенных (железа, титана, циркония и др.), так и более редких. Кроме основных базовых металлов (железа, алюминия, марганца, хрома, никеля и др.), в настоящее время в промышленности широко используются редкие, рассеянные и редкоземельные металлы, без которых немыслима современная электроника, электротехника, атомная промышленность, космическая техника, военно-промышленное производство и ряд других отраслей. Условно малые элементы разбиваются на три группы:

- *редкие* — уран, торий, ниобий, тантал, бериллий, литий, цирконий. Некоторые исследователи в число редких металлов включают также олово, висмут, мышьяк, сурьму, ртуть;

- *рассеянные* — кадмий, индий, таллий, германий, галлий, селен, теллур, рений, цезий, лантан, скандий, иттрий;

- *редкоземельные* — церий, празеодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций.

5.5.1. Краткая характеристика попутной металлоносности россыпей золота юга Дальнего Востока.

В золотороссыпных месторождениях Дальнего Востока нередко отмечается присутствие различных полезных минеральных компонентов, однако не производились специальные поисково-оценочные или ревизионные работы с определением масштабов комплексного россыпеобразования, выделением групп (ассоциаций) полезных минералов и ареалов их возможных концентраций в россыпях для попутной или самостоятельной добычи. В настоящем разделе в порядке постановки проблемы комплексного россыпеобразования рассматриваются некоторые результаты изучения состава отдельных россыпей юга Дальнего Востока. Проблема изучения и освоения комплексных россыпей относится к числу крайне актуальных в связи с возможностью попутной добычи многих дефицитных металлов, драгоценных камней, алмазов и некоторых других полезных компонентов. Во многих странах из комплексных россыпей в значительных количествах извлекаются концентраты минералов редкоземельных металлов, а также тантало-ниобиевых, оловянных, вольфрамовых и ряда других редких элементов. На территории Дальнего Востока проблема комплексного россыпеобразования исследовалась фрагментарно, в отдельных золотоносных россыпях или в единичных россыпных узлах.

Особый интерес представляет наличие в разрабатываемых на Дальнем Востоке золотоносных россыпях попутных компонентов, могущих в значительной степени поднять ценность этих россыпей как комплексных, из которых наряду с золотом можно извлекать сопутствующие ему металлы, минералы. За последний период изучения геологии и металлогении россыпей Дальнего Востока выполнено значительное количество минералогических анализов шлихов хвостов доводки и шлихов промприборов с различных золотороссыпных месторождений Хабаровского и Приморского краев, а также Амурской области. На основании вещественного состава шлихов более 80 золотороссыпных месторождений может быть определена в предварительном ва-

рианте группа основных ценных компонентов, которые могут представлять наибольший промышленный интерес (табл. 12). В эту группу входят золото, цирконий, титан, олово, вольфрам, серебро, редкие и редкоземельные элементы.

Состав шлихов, а следовательно, и соответствующих россыпей разнообразен. Так, в концентратах шлихов семи месторождений Криничного золотоносного района Приморья отмечается высокое содержание ильменита и циркона. При высоком содержании золота (100—1000 г/т) в отдельных фракциях находится до 0,7 % теллура, около 0,04 % лантана и церия. Для месторождений ручьев Благодатный, Майнура, Круглый характерно высокое содержание олова (до 3 %). В отдельных фракциях содержится более 3 % свинца, более 1 % висмута, до 8 % WO_3 , сотни граммов серебра. В концентратах шлихов из россыпей Херпучинского золотоносного района, содержащих десятки г/т золота, обнаружено значительное количество ильменита, циркона, до 1 % висмута. Отдельные фракции шлихов месторождений ручьев Песецкий, Большой Ангочикан представляют собой практически высокосортные оловянные концентраты. Во фракциях шлиха месторождения Верхняя Уда содержится около 0,6 % селена.

Представляют интерес шлихи промприборов из месторождений Тумнинского золотоносного района. В шлихе месторождения Синий при содержании золота около 400 г/т отдельные фракции имеют значительное количество циркона и ильменита, до 0,6 % селена и до 0,1 % теллура. Тяжелые фракции шлиха месторождений Джегдаг и Колба можно охарактеризовать как золото-олово-вольфрамовый концентрат. При содержании сотен г/т золота в них определено от 6,3 до 73,9 % олова, 1,4—48,0 % WO_3 , повышенное содержание висмута, марганца, иттрия, скандия и около 0,1 % теллура.

Из россыпей Охотского района проанализированы шлихи промприборов 7 месторождений, характеризующихся высоким содержанием золота (до 500 г/т). При фракционировании шлихов и анализе установлено, что отдельные фракции в основной массе представлены ильменитом, цирконом, шеелитом. Некоторые фракции шлихов месторождения Золотой содержат до 3 % олова,

Содержание попутных металлов в концентратах шлихов золотоносных россыпей южной части Дальнего Востока. Составили А.П. Ван-Ван-Е, И.С. Пельцман по данным Д.С. Костылева (ДВИМС)

Золотороссып- ные районы		Кри- ничный	Наход- кинский	Софий- ский	Тонум- ский	Херпу- чинский	Тумнин- ский	Кербин- ский	Кондер- ский	Охот- ский
Количество ме- сторождений		7	1	3	11	3	3	11	17	7
СОДЕРЖАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ	Au, г/т	n1000	n10	n100	n10	n10	n100	n10	n100	n100
	Ag, г/т	n100			+					n100
	Pt, %				+				+	
	Sn, %	До 3	+	До 67	До 17	До 69	До 74	До 71	+	До 3
	WO ₃ , %	До 8		До 44		До 7	До 48	До 34		+
	Pb, %	До 3								
	Bi, %	До 1				До 1				
	Ti		+		+	+	+	+	+	+
	Zr		+		+	+	+	+	+	+
	Nb, %									1,0
	Ta, г/т									600,0
	La, %	0,04						До 1	0,5	0,2
	Ce, %	0,07						До 1	0,6	0,2
	Te, г/т						До 0,1			
	Se, г/т		До 0,5		До 1	До 0,3	0,6	До 0,1 0,6		До 1
	Y, г/т								До 400	
	Yb, г/т							До 20		
Sc, г/т								50,0	200	
Jn, %									0,3	
Cd, %									0,2	
Lu								100г/т	0,2 %	
Ba								+		
Примечание. Знак «+» означает проценты, до первых десятков процентов.										

около 200 г/т серебра, до 1 % иттрия и 0,2 % лантана и церия, до 200 г/т скандия, около 0,3 % гадолиния. В отдельных фракциях шлиха месторождения Тунгуска содержится более 1,0 % ниобия и до 0,2 % гадолиния и лютеция.

В шлихах из хвостов доводки 11 месторождений Кербинского золотоносного района отмечено низкое содержание золота (4,4—26,8 г/т). Исключение представляют шлихи месторождения Чимкит, в которых содержание золота достигло 174,2 г/т, однако для шлихов этих месторождений характерно высокое содержание олова, вольфрама, редких и редкоземельных элементов. В отдельных фракциях шлихов содержится до 71,0 % олова и до 34,0 % WO_3 ; тяжелые фракции богаты ильменитом, цирконом. Некоторые фракции шлихов содержат до 0,1 % лантана и церия, около 400 г/т иттрия и 20 г/т скандия.

В шлихах 11 месторождений Тонумского золотоносного района отмечается высокое содержание циркона и ильменита. Продукты фракционирования отдельных шлихов содержат до 16,8 % олова, около 1 % теллура, 0,3 % селена. В отдельных фракциях отмечается повышенное содержание платины и серебра.

Впечатляют анализы шлихов промприборов Кондерского района (по 17 месторождениям). При содержании золота до 100 г/т в отдельных фракциях имеется до 0,1 % селена, 0,5 % лантана, 0,6 % церия, 100 г/т лютеция, 50 г/т скандия. Некоторые фракции шлихов в основной массе представлены цирконом, ильменитом и рутилом. Практически во всех отмечается платина. На некоторых месторождениях тяжелая фракция шлихов преимущественно представлена баритом, а в иных отмечается повышенное количество олова. Анализ шлихов из хвостов доводки ряда россыпей Амурской области показал следующие результаты. В 10 золотосодержащих шлиховых пробах по Уруша-Ольдойскому золотоносному району отмечено высокое содержание магнетита (до 50—80 %), особенно в мелкой фракции, титаномагнетита (до 40—80 %), ильменита (до 40 %) и сфена (1—4 %).

На россыпном месторождении Уркима также высокое содержание золота, магнетита, ильменита и, кроме того, граната и циркона. В концентратах шлихов их эфелей дражной отработки

месторождений Джалинда в электромагнитной фракции имеется до 95 % граната, до 60 % ильменита, а в немагнитной фракции — до 25—40 % циркона, до 25 % сфена.

Приведенные результаты анализов шлихов свидетельствуют о том, что во многих случаях черные шлихи с золотороссыпных месторождений Дальневосточного региона можно рассматривать как черновые концентраты циркона и титана, олова и вольфрама, содержащие к тому же, кроме золота, и значительное количество редких и редкоземельных элементов, т.е. они могут представлять собой высококачественное минеральное сырье.

Приведенные выше результаты выборочного изучения комплексной россыпной металлоносности показывают необходимость принципиального решения различных аспектов проблемы, а именно:

- какие группы минералов-носителей и самородных металлов могут формировать комплексные россыпи на территории Дальнего Востока;
- ареалы развития комплексных россыпей тех или иных минералов-носителей дефицитных металлов;
- какие группы минералов-носителей ценных компонентов и самородных металлов могут образовывать концентрации в количествах, рентабельных для извлечения;
- технологические способы переработки комплексных россыпей для получения промпродукта (концентрата полезных минералов-носителей) с последующей металлургической переработкой.

Учитывая тот факт, что все россыпи Дальневосточного региона не могут быть опробованы с достаточной плотностью, а также то, что при минералогическом изучении шлихов, поисково-съемочных работах многие полезные минералы-носители могли быть «пропущены» из-за сложности их диагностики, целесообразно применять трехступенчатую методику последовательного изучения условий формирования комплексных россыпей, включающую следующее:

- анализ металлогенического профиля магматических и осадочно-метаморфических пород как вероятных источников

комплексного россыпеобразования. Для этих целей составляется регистрационно-металлогеническая карта в масштабе 1:2500 000, на которой показываются коренные месторождения всех установленных в регионе металлов, их рудопроявления, точки минерализации и рудные свалы в делювии, элювии и аллювии (фрагмент такой карты показан на рис. 10);

- исследования периодов и процессов дезинтеграции металлоносных геологических формаций как потенциальных источников комплексного россыпеобразования, на основе составления карты разновозрастных кор химического выветривания, ареалов и периодов площадного и линейного окисления, аргиллизации (в основном по эффузивам), криозон и других аналогичных данных;
- изучение современных (голоцен) и древних (кайнозой) путей транзита продуктов разрушения металлоносных источников комплексного россыпеобразования и выделение наиболее вероятных структур аккумуляции комплексных россыпей. Эти исследования выполняются на основе анализа геоморфологических карт, а также данных геологосъемочных работ и результатов инженерно-геологических специализированных съемок в масштабе 1:200 000—1:500 000.

Один из возможных вариантов регистрационно-металлогенической карты показан на рис. 11, который иллюстрирует соотношение в пространстве вещественного состава ореолов различных металлов в коренных источниках и комплексных россыпях Хабаровского края. Данные регистрационно-металлогенической карты не содержат сведений о минеральной форме нахождения выделенных на карте различных металлов, в связи с чем характеризуемая методика предполагает для перспективных регионов выполнить реконструкцию наиболее вероятных природных соединений отдельных металлов и их групп следующими методами:

- выделение групп металлов, образующих преимущественно сульфидные формы, легко разрушающиеся в гипергенной ситуации и поэтому не сохраняющиеся в россыпях ни в первичной, ни во вторичной форме (свинец, мышьяк, цинк, сурьма и др.);

- определение групп окисных соединений, сохраняющихся, как правило, в зоне гипергенеза и в россыпях;
- выделение групп силикатов и сложных окисных соединений редких и редкоземельных металлов, сохраняющихся в зоне гипергенеза и в россыпях.

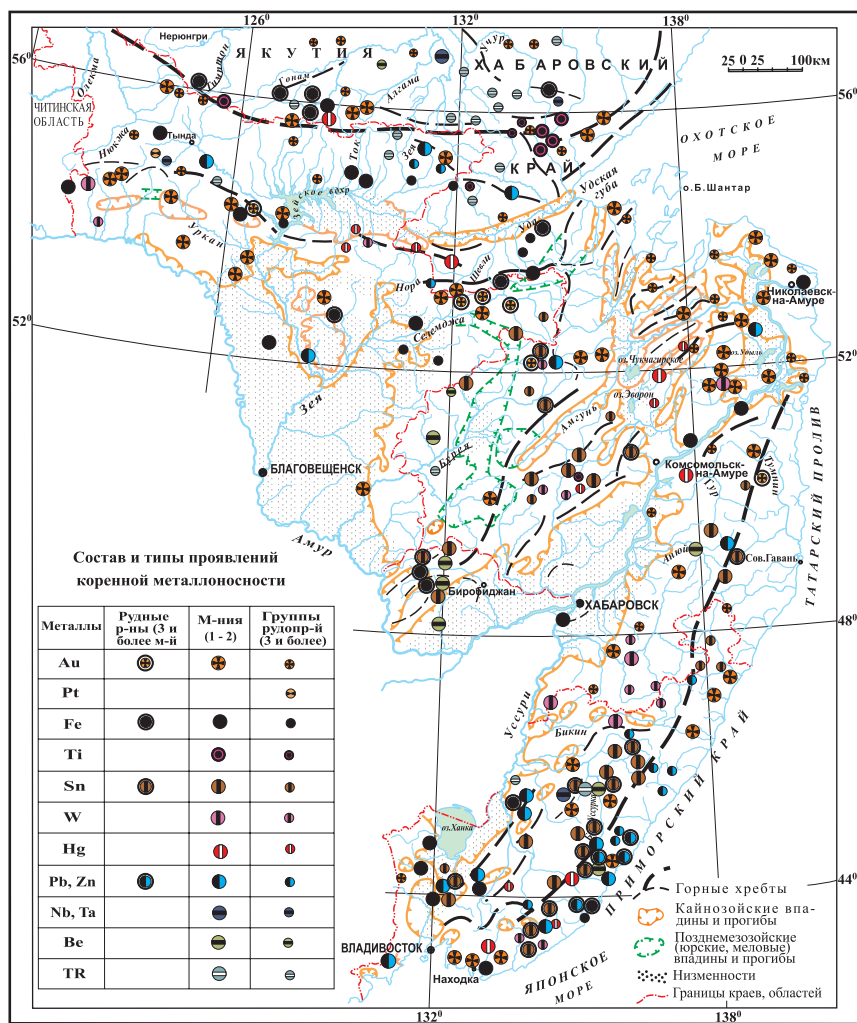


Рис. 10. Схема проявлений коренной металлоносности южной части Дальнего Востока и источники комплексного россыпеобразования (на орографической основе)



Ряд металлов (особенно редких и редкоземельных) может образовывать несколько устойчивых соединений, поэтому предполагается корректировка состава наиболее вероятных минералов путем сопоставления установленных в регионе групп металлов с петрологическими типами вмещающих формационных комплексов или типами полей метасоматитов. Подобное сопоставление позволит выделить наиболее вероятную группу минералов, так как акцессории, рудные минералы определенного типа пород и метасоматитов составляют достаточно ограниченные группы минеральных ассоциаций. Кроме того, корректировка минерального состава должна производиться также по результатам минанализов проб шлихов и их концентратов из россыпей соответствующих ареалов.

В результате охарактеризованных выше исследований итоговые материалы изучения комплексного россыпеобразования должны включать:

- прогнозно-металлогеническую карту комплексной россыпной металлоносности в масштабе 1:2500 000 с выделением перспективных ареалов вероятного выявления комплексных россыпей определенных групп металлов и минералов-носителей ценных компонентов;
- объяснительную записку, содержащую обоснование прогнозных оценок и геолого-генетических процессов формирования прогнозируемых комплексных россыпей.

На основании имеющихся результатов минанализов тяжелых фракций россыпей, выполненных различными организациями на территории Дальнего Востока, должны быть проведены ориентировочные расчеты содержания соответствующих металлов (или минералов-носителей) в перспективных россыпях. Эти данные могут быть экстраполированы и на россыпи аналогичных генетических типов и сходных по металлоносности россыпеобразующих формаций.

5.5.2. Минеральные ассоциации редких, рассеянных и редкоземельных металлов. Возможные концентрации минералов-носителей в комплексных россыпях Дальнего Востока

Рассмотренные выше особенности локализации минералов-носителей различных групп металлов в коренных источниках и степень их сохранности в гипергенных условиях позволяют в первом приближении выделить те из них, которые в природной системе «кора выветривания → делювий → аллювий → прибрежно-морские (и озерные) зоны» могут обеспечить формирование комплексных россыпей различных масштабов, в т. ч. промышленных (табл. 13). В данном случае имеются в виду как комплексные россыпи благородных металлов, так и полиминеральные без промышленных концентраций золота, платины или серебра. В настоящем разделе не рассматриваются россыпи касситерита, вольфрамита и шеелита, поскольку, являясь минералами ближнего сноса, они образуют таковые в незначительном удалении от коренных источников. К тому же механизм формирования этих минералов хорошо изучен.

Редкие металлы

Практически все металлы группы редких элементов имеют промышленное значение, но россыпеобразующими являются лишь минералы тория, циркония, ниобия и тантала.

а) Торий

Коренными источниками ториеносных минералов являются гранитоидные массивы, пегматиты и высокотемпературные гидротермалиты, характеризующиеся повышенным содержанием акцессориев или рудными концентрациями торита, ферроторита, монацита, которые устойчивы в гипергенных условиях и входят в состав комплексных россыпей, особенно прибрежно-морских. Основным носителем тория в промышленных россыпях является монацит. В аллювиальных отложениях он входит в состав комплексных россыпей с цирконом, апатитом и некоторыми другими минералами.

Наиболее характерные минералы комплексных россыпей, носители редких, рассеянных и редкоземельных металлов. Составил А.П. Ван-Ван-Е

№ п/п	Минерал	Плотность, г/см ³	Твердость по Моосу	Формула (состав)	Распространенность	
					в форме аксессуаров пород	в рудных телах
1	Лопарит (гатчет-толит)	4,75—4,9	5,5—6	(Ce,Na,Ca)(Ti,Nb)O ₃	Магматические: гранитоидные, щелочные, пегматоидные, коры выветривания по гранитоидам	Карбонаты, пегматиты, метасоматиты, коры выветривания
2	Пироклор (коппит)	3,8—6,4	5—5,5	ThO ₂ до 5 %, Ce ₂ O ₃ до 12 %, ZrO ₂ до 5 %, UO ₂ до 20 % (Ca,Na) ₂ (Nb,Ti) ₂ O ₆ (F,OH,O)	Магматические: гранитоидные, щелочные, пегматоидные, коры выветривания по гранитоидам	Карбонаты, пегматиты, метасоматиты, коры выветривания
3	Микролит	3,8—6,4	5—5,5	(Ca,Na) ₂ (Ta,Ti) ₂ O ₆ (O,OH,F)		
4	Колумбит	5,3—8,3	6	(Fe,Mn)(Nb,Ta) ₂ O ₆		
5	Танталит	5,3—8,3	6	(Mn,Fe)(Ta,Nb) ₂ O ₆	Кислых и щелочных магматических пород	Пегматоиды, щелочного типа
6	Циркон (циртолит)	4,68—4,7	7,5	Zr(SiO ₄); до 4 % HfO ₂ ; до 7 % ThO ₂ , редкие земли, Y ₂ O ₃ и др.		
7	Эвдиалит	2,8—3,0	5—5,5	Na ₄ Ca ₂ Zr(Si ₃ O ₉) ₂		

8	Перовскит	4,0	5,5	CaTiO_3	Кислых, щелочных и основных пород. Метасоматиты. Нефелиновые сиениты	Гидротермальных тел, пневматолитовые
9	Рутил	4,2	6—6,5	TiO_2		
10	Ильменит	5,0	5—6	FeTiO_3		
11	Монацит	5—5,2	5—5,5	$(\text{Ce}, \text{La})\text{PO}_4$, содержит Th, Si и др.	Гранитоидные пегматиты; магматический: в породах гранитоидного и щелочного типов, нефелиновых сиенитах	Пегматитовые жилы
12	Ксенотим*	4,5	4,5	YPO_4 , Er, Ce, La, Sc, Th, U, Be, Ca, Zr		Полевошпатовые и кварц-полевошпатовые жилы
13	Бастнезит*	4,9—5,2	4—4,5	$(\text{Ce}, \text{La})\text{F}(\text{CO}_3)$, $(\text{Ce}, \text{La})_2\text{O}_3 > 70\%$		
14	Паризит*	4,35	4—4,5	$\text{Ca}(\text{Ce}, \text{La} \dots)_2\text{F}_2(\text{CO}_3)_3$		
15	Ортит*	3—4,2	6,0	$(\text{Ca}, \text{Ce} \dots)_2(\text{Al}, \text{Fe})_3\text{O}(\text{OH})(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)$	Магматический: кислые, щелочные	Пегматоиды
16	Эвксенит (поликраз)*	5—5,9	5,5—6,5	$(\text{Y}, \text{Ce}, \text{Ca}, \text{U}, \text{Th})(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})_2\text{O}_6$	Пегматиты гранитного типа	Грейзены и пегматиты
17	Фергюсонит*	4,2—6,2	5,5—6	$(\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce}, \text{U}, \text{Fe})(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})\text{O}_4$		
18	Самарскит*	5,6—5,8	5—6	$(\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce}, \text{U}, \text{Ca}, \text{Th})_4([\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti}, \text{Sn})_2\text{O}_7]_3$		
19	Вольфрамит	7,5	4,5—5,5	$(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$	Магматический, метаморфический	Скарны, в кварцевых жилах, грейзены, гидротермалиты разных температур Контакт.-метасом.
20	Шеелит	5,9—6,0	4,5	CaWO_4		
21	Касситерит	7,0	6—7	SnO_2		

№ п/п	Минерал	Плот- ность, г/см ³	Твер- дость по Моосу	Формула (состав)	Распространенность	
					в форме аксессуаров по- род	в рудных телах
22	Магнетит	5,17	5,5— 6,5	FeFe ₂ O ₄		Контакт.-метасом.
23	Киноварь	8—8,2	2—2,5	Hg S		Низкотемпера- турные гидро- термальные жилы

* Редко встречающиеся минералы; в скобках указаны разновидности минералов.

Примечание. Рассеянные и редкоземельные минералы могут входить в состав галенита, сфалерита, халькопирита и ряда других сульфидов и оксидов.

Крупномасштабных россыпей в кайнозойских аллювиальных отложениях не образует. На Дальнем Востоке возможны древние прибрежно-морские россыпи этой группы, а также попутное извлечение из отходов, шлихов-концентратов переработки золотоносных и платиновых россыпей.

б) Цирконий и гафний

Минералы-носители циркония и гафния (циркон, эвдиалит), формирующие россыпи различного типа, являются акцессорными в кислых и щелочных магматических породах, а также в пегматоидах. Химическое выветривание этого типа пород приводит к формированию циркониевых россыпей, в т. ч. промышленных (преимущественно прибрежно-морских). На Дальнем Востоке в золотоносных россыпях цирконий (совместно с титаном) обнаружен в повышенных количествах в 95 % изученных проб (многие проценты в концентратах шлихов, см.табл. 9) и во многих штучных пробах (см. рис. 8). Имеющиеся геолого-металлогенические факторы не позволяют уверенно обосновывать промышленные аллювиальные циркониевые россыпи на Дальнем Востоке, но вполне возможно получение комплексных концентратов с высоким содержанием циркониевых минералов при переработке россыпей золота и платины; вероятно, это будут прежде всего золото-титан-циркониевые.

в) Ниобий и тантал

Минералы ниобия и тантала (пироклор, колумбит, танталит, лопарит) концентрируются в карбонатитах, в меньшей степени в специализированных пегматоидах и гранитных массивах. Магматические и рудоносные формации данных типов не характерны для Дальнего Востока. Вероятно, об этом же свидетельствуют результаты изучения шлихов золотоносных россыпей: ниобий и тантал были определены только в нескольких пробах концентратов шлихов подобных россыпей Охотского района (табл. 13). Поэтому нет оснований

прогнозировать выявление в Дальневосточном регионе самостоятельных промышленных комплексных россыпей минералов ниобия и тантала. Возможны локальные скопления этих минералов в элювиальных и элювиально-делювиальных отложениях химических кор выветривания по магматическим комплексам, характеризующимся повышенными концентрациями тантал-ниобиевых минералов.

Редкоземельные металлы

В экзогенных условиях минералы-носители редкоземельных металлов накапливаются в аллювиальных россыпях различных типов, однако они не образуют в них самостоятельных промышленных концентраций, а входят в состав россыпных месторождений золота и платины, из концентратов шлихов которых они могут попутно извлекаться. В заметных количествах в некоторых шлихах золотороссыпных месторождений Дальнего Востока обнаружены церий и лантан (до 1 %), что связано с повышенными концентрациями в этих россыпях монацита. В единичных пробах шлихов россыпей золота обнаружены иттрий, иттербий, лютеций (табл. 13). Повышенное содержание редких земель может быть выявлено в современных и древних (в т.ч. метаморфизованных) прибрежно-морских россыпях.

Рассеянные металлы

Из групп рассеянных металлов в единичных пробах шлихов золотороссыпных месторождений юга Дальнего Востока обнаружены кадмий, скандий, индий, теллур и во многих пробах селен (табл. 13). Как указывалось, повышенные концентрации перечисленных металлов в концентратах шлихов некоторых проб золотоносных россыпей могут быть связаны с присутствием в молодых россыпях сульфидных минералов (галенита, сфалерита, халькопирита и некоторых других). При высокой их концентрации в россыпях возможно рентабельное попутное извлечение отдельных минералов-носителей рассеянных металлов.

5.5.3. Россыпеобразующие комплексы хрома и титана

а) Хром

Известны элювиально-делювиальные и прибрежно-морские россыпи хромитов. Первые из них образуются в связи с химическим выветриванием хромсодержащих магматических комплексов. Хромитовые концентраты получают путем обогащения промывкой. Крупные делювиальные россыпи хромитов обнаружены в Южной Родезии, где они приурочены к Великой дайке и распространены в поперечных долинах на площади 518 км². Здесь запасы составляют 60 млн т, или 10 % мировых запасов хромита. В прибрежно-морских россыпях (в «черных» песках) содержание хромита достигает 16—63 %; протяженность продуктивных россыпей до 1,5 км при ширине 300—400 м и мощности до 12 м. На юге Дальнего Востока эти типы хромитовых россыпей практически не изучались и перспективы их выявления связаны с комплексом необходимых исследований.

б) Титан

Крупнообъемными россыпными месторождениями титановых минералов (ильменита, рутила) являются прибрежно-морские россыпи. В шельфовых зонах юго-западного побережья Охотского моря отмечается их присутствие, но масштабы россыпеобразования не установлены. В аллювиальных золотороссыпных месторождениях юга Дальнего Востока ильменит и рутил устанавливаются повсеместно (табл. 13) и в некоторых шлихах этих месторождений они составляют основную часть. Ввиду малых объемов титаносных аллювиальных россыпей и невысокого в них содержания на массу минералов-носителей титана они не представляют самостоятельного промышленного значения, и титановые минералы могут извлекаться только попутно.

Краткие выводы

1. Приведенный выше аналитический обзор геологических условий формирования и сохранения в зонах гипергенеза юга Дальнего Востока минералов-носителей редких, рассеянных и редкоземельных металлов показывает, что *самостоятельные* аллювиальные россыпные месторождения указанных групп металлов не могут формироваться в кайнозойских депрессионных структурах юга Дальнего Востока в связи с незначительной проявленностью в регионе необходимых источников комплексного россыпеобразования. Извлечение некоторых из них может осуществляться попутно при переработке отдельных золотоносных россыпей. В каждом конкретном случае должны быть опробованы и минералогически изучены шлихи и концентраты продуктов переработки россыпей золота и платины с последующим экономическим расчетом рентабельности их извлечения специальными методами.

2. Технологические сложности извлечения ценных минералов-носителей из золотоносных россыпей связаны с существенными различиями плотности золота и платины, с одной стороны (плотность их варьирует в пределах 15—20), и минералов редких, рассеянных и редкоземельных элементов, с другой (их плотность изменяется от 4 до 8). Плотность обломков пород и минералов вмещающей массы не превышает 3—3,5. Совершенно очевидно, что выделение ценных попутных минералов связано с организацией трехстадийной технологии разделения золотоносных песков, включающей в себя:

- отмывку обломков основной массы вмещающих пород и минералов (плотность 3—4);
- смыв ценных минералов-носителей (плотность 4—8) в групповой концентрат;
- переработку остающегося концентрата на ШОУ с целью получения золота или платины.

Существующая технология обогащения золотоносных песков не позволяет выделять концентрат минералов с плотностью 4—8, и лишь очень небольшой объем «черного шлиха» остается при обогащении конечного концентрата на ШОУ.

3. Ареалы наиболее вероятной попутной добычи минералов-носителей редких, рассеянных и редкоземельных металлов могут быть установлены путем анализа ареальных металлогенических карт источников комплексного россыпеобразования.

4. Требуется дополнительных камеральных и поисково-разведочных работ изучение состава и возможных масштабов комплексного россыпеобразования в пределах некоторых шельфовых зон дальневосточных морей. В табл. 14 представлены качественные результаты ранее проведенных поисково-разведочных работ на некоторых шельфах дальневосточных морей. Как указывается в отчете о результатах поисково-разведочных работ, на территории шельфов дальневосточных морей (Э.И. Черней, 1990 г.) в подавляющем большинстве случаев содержание золота и ценных попутных минералов не достигало концентраций и запасов, позволяющих проектировать их рентабельную добычу.

В заключение раздела следует остановиться на проблеме дальнейшего изучения комплексных россыпей юга Дальнего Востока. Имеющиеся сведения по попутной металлоносности аллювиальных (в т. ч. золотоносных) отложений являются отрывочными и не определяют истинных масштабов комплексного россыпеобразования. Приведенные выше сведения в значительной мере характеризуют состав хвостов ШОУ, в то время как, возможно, подавляющая часть ценных минералов-носителей с плотностью 4—8 смывалась в эфеля. В связи с этим на отдельных, наиболее перспективных россыпных полигонах необходимо выполнить ряд специальных исследований, включающих следующее:

- выборочное опробование отвалов эфелей тех россыпей, в хвостах которых на ШОУ обнаружены повышенные концентрации попутных элементов. Эти работы необходимы с целью установления объемов ценных минералов, смываемых с концентрационных столов. Опробование позволит определить порядок ресурсов ценных минералов-носителей в эфелях перспективных россыпей. Сетка и глубины опробования будут зависеть от результатов анализа первых выборочных проб и общей перспективности россыпи на попутную

Результаты поисково-разведочных работ на территории шельфа дальневосточных морей ВНИИ МорГео, 1983 (из отчета ИГД ДВО РАН по разделу «Разработка техники и технологии освоения погребенных россыпных месторождений шельфа с использованием методов геотехнологии»).
Составил Э.И. Черней

Местоположение	Виды работ и металлоносная специализация		
	Мелкомасштабные	Средне-, крупно- масштабные	Специализированные
Шельф Камчатского полуострова			
I. Колючинская губа: 1) от р. Урак до залива Ушки 2) м. Евринова м. Бабаушкина	700 км ² ; Au, TR 1200 км ² ; Au, Zr, Ti-Fe, Ta-Nb 3650 км ² ; Au, Sn, TR	300 км ² ; Au, TR — 4050 км ² ; Au, Sn, TR	80 км ² ; Au, TR 150 км ² ; Au, Zr, Ti-Fe, Ti-La —
II. Мечикемская губа	2180 км ² ; Au, Pt, Cr, TR	1050 км ² ; Au, Pt, Ti, Fe	—
III. Р-н Западной Камчатки	305 км ² ; Au, Ti-Fe	—	425 км ² ; Au, Ti-Fe
IV. Чаунская губа: 1) м. Эйкан, м. Угол 2) п. Чумикан м. Александра	— —	450 км ² ; Au, Ti-Fe 450 км ² ; Au, Ti-Fe	200 км ² ; Au, Ti-Fe 200 км ² ; Au, Ti-Fe
Нижнее Приамурье			
V. Р-н Амурского лимана: 1) р. Тывлинка м. Перовского 2) зал. Северный-г. Три Брата	— —	— 75 км ² ; Au, Cr, Sn	200 км ² —
Южный Сахалин			
VI. П-ов Терпения	—	75 км ² ; Au, Cr, Ti-Fe, TR	—

VII. Озерский—зал. Мордвинова	—	1460 км ² ; Au, TR	—
Курильские острова			
VIII. О-в Кунашир	—	1800 км ² ; Ti-Fe	—
Южное Приморье			
IX. Граница с КНДР, о-в Русский	—	2700 км ² ; Au, TR, Ta-Nb, Ti-Fe	—
X. О-в Путятин—Находка	—	—	1350 км ² ; Au, TR
XI. М. Поворотный	—	—	230 км ² ; Sn, Au
XII. б.Киевка; б. Коловская	—	—	680 км ² ; Sn, Au, TR
XIII. Р-н р. Милоградовка	—	—	560 км ² ; TR, Sn, Au, Ta-Nb
XIV. Зал. Ольга—зал. Владимира	—	—	790 км ² ; Sn, Au, TR
XV. Рудная пристань	—	—	680 км ² ; Sn, Au, TR

металлоносность в целом (благоприятные коренные источники, результаты анализов хвостов ШОУ, объема эфелей и т.п.);

- аналогичное опробование хвостов ШОУ и установление объемов (запасов, ресурсов) ценных минералов-носителей;
- геолого-экономическое и технологическое обоснование рентабельности извлечения групп минералов-носителей попутных металлов (из эфелей и хвостов ШОУ).

5.5.4. Методические основы оценки ресурсов комплексных россыпей

При оценке комплексной россыпи на сопутствующие полезные компоненты (ПК) первоначально проводится ее качественная региональная характеристика. При этом необходимо следующее:

- определить, в пределах какой минерагенической зоны расположено изучаемое комплексное месторождение;
- установить источники питания россыпи и промежуточные коллекторы;
- изучить историю развития гидросети и условия россыпеобразования;
- обобщить данные шлихового опробования при геологосъемочных или разведочных работах;
- проанализировать минералогический состав концентратов с шлюзов и отсадочных машин, драг и промприборов.

Собственно методика оценки россыпи сводится к нескольким этапам. На первом этапе определяется положение россыпи в металлогенических зонах, которое позволяет установить вероятный комплекс полезных минералов в рыхлых образованиях и остаточном природном комплексе. Так, положение ее в пределах Охотского района дает основание предполагать наличие вольфрамсодержащих минералов (вольфрамит, гюбнерит, шеелит); в Батомгском районе — платины и редкоземельных минералов; в Маймакан-Джанинском районе возможно наличие титаномagnetита, фергуссонита, платины, граната; для Буреинско-

го района характерны касситерит и тантал-ниобиевые минералы, а также золото-вольфрамовая минерализация; в пределах Сихотэ-Алинской зоны выделяются рудно-россыпные районы и узлы существенно золотой, вольфрамовой, оловянной минерализации и т.д.

В дальнейшем на крупномасштабных (М 1:200 000 и крупнее) геологических картах отрисовываются комплексы пород, содержащих основные полезные компоненты; выносятся рудопроявления, точки минерализации и определяется площадная продуктивность россыпелокализирующего бассейна. Эти карты сопровождаются комплектом схем, отражающих историю формирования гидросети на основе морфометрических и геоморфологических методов.

На следующем этапе составляется модель природной россыпи на основании разведочных и эксплуатационных работ с детальным описанием результатов минералогических анализов шлихов по отдельным линиям или по месторождению в целом. При оценке разрабатываемого месторождения выполняется минералогический анализ концентратов после выделения золота на ШОУ, позволяющий определить содержание полезных компонентов в техногенных образованиях.

Современные методики рекомендуют запасы попутных полезных компонентов подсчитывать отдельно, для чего используется коэффициент приведения содержания этого компонента к основному полезному компоненту, которым в большинстве случаев является золото:

$$K_{\Pi} = \frac{Ц_2 K_{\Pi_2}}{Ц_1 K_{\Pi_1}},$$

где $Ц_1$ и $Ц_2$ — расчетная цена основного и попутного полезных компонентов; K_{Π_1} и K_{Π_2} — соответствующие коэффициенты извлечения полезных компонентов.

Экономическая целесообразность и необходимость извлечения попутных полезных компонентов должны быть обоснованы соответствующими расчетами и специальными технологическими исследованиями.

При локальной количественной оценке ресурсов (запасов) необходимы:

- детальный геоморфологический анализ площади россыпе-концентрирующего бассейна, предусматривающий построение специализированной геоморфологической карты, отражающей историю развития рельефа, наличие и морфологию структурных ловушек, по возможности реконструкцию миграции палеорусел. Геоморфологическая карта дополняется схемой гидродинамики водотоков, графиками гидрологического режима;
- изучение палеоклиматических условий формирования россыпи, выявление периодов корообразования и определение мощностей, площадей, качества кор химического выветривания, подвергшегося выветриванию геологического субстрата, а также устанавливаются эпохи размыва кор. Этот комплекс исследований позволяет в совокупности коренного питания определить продуктивность россыпелокализующего бассейна.

При лотковом опробовании аллювия, особенно в золотоносных районах, пробы должны отбираться с высокой степенью доводки шлихов, т.к. с лотков уходит большая часть полезных компонентов и остаются лишь самые тяжелые (золото, платина), причем редкоземельные минералы вообще не улавливаются при шлиховом опробовании. Отсюда следует, что для количественной оценки попутной металлоносности комплексных россыпей необходимо специализированное технологическое опробование с отбором проб больших объемов и с полным определением комплекса полезных минералов.

В некоторых случаях целесообразно изучение содержаний попутных компонентов по различным фациальным комплексам (отвальным, галечным, намывным и т.п.). Решение рассматриваемой проблемы связано с необходимостью разработки и внедрения новых технологий обогащения россыпей, которые позволят в едином технологическом цикле получить комплекс попутных продуктов (концентратов, сортированных песков, фракционированных гравия и гальки), обрабатывать концентраты с

получением шлиховых зерен благородных металлов, выделять комплексные и селективные концентраты других ценных минералов.

Для оценки продуктивности отдельных фациальных комплексов может быть применена методика Г.С. Момджи, которая, однако, не позволяет выполнить количественную оценку россыпи и дает возможность судить лишь о ее качественных характеристиках. Сущность методики заключается в разделении минералов терригенных отложений на три группы (устойчивые (У), промежуточные (П), неустойчивые (Н)) и в вычислении коэффициента устойчивости (КУ). Например, для песков титановых россыпей КУ равен 2,5 и более; КУ от 0 до 2,0 соответствует россыпям, образовавшимся при размыве нижних зон коры каолинового профиля. Отрицательный КУ соответствует размыву кристаллических пород, не затронутых химическим выветриванием.

В Северо-Восточном филиале ЦНИГРИ разработана методика комплексной технологической оценки среднеобъемных ($0,2—2,0 \text{ м}^3$) исходных проб, которая основана на гравитационных методах, но с использованием более совершенных аппаратов. Данная методика решает лишь частично технологические проблемы опробования комплексных россыпей, поэтому не является основой при их оценке.

В настоящее время еще не опубликованы совершенные методики количественной оценки содержания и запасов полезных компонентов в россыпях, что предопределяет необходимость их разработки применительно к Дальневосточному региону.

ГЛАВА 6

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ОСВОЕНИЯ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

6.1. Методика прогнозирования и поисковые критерии

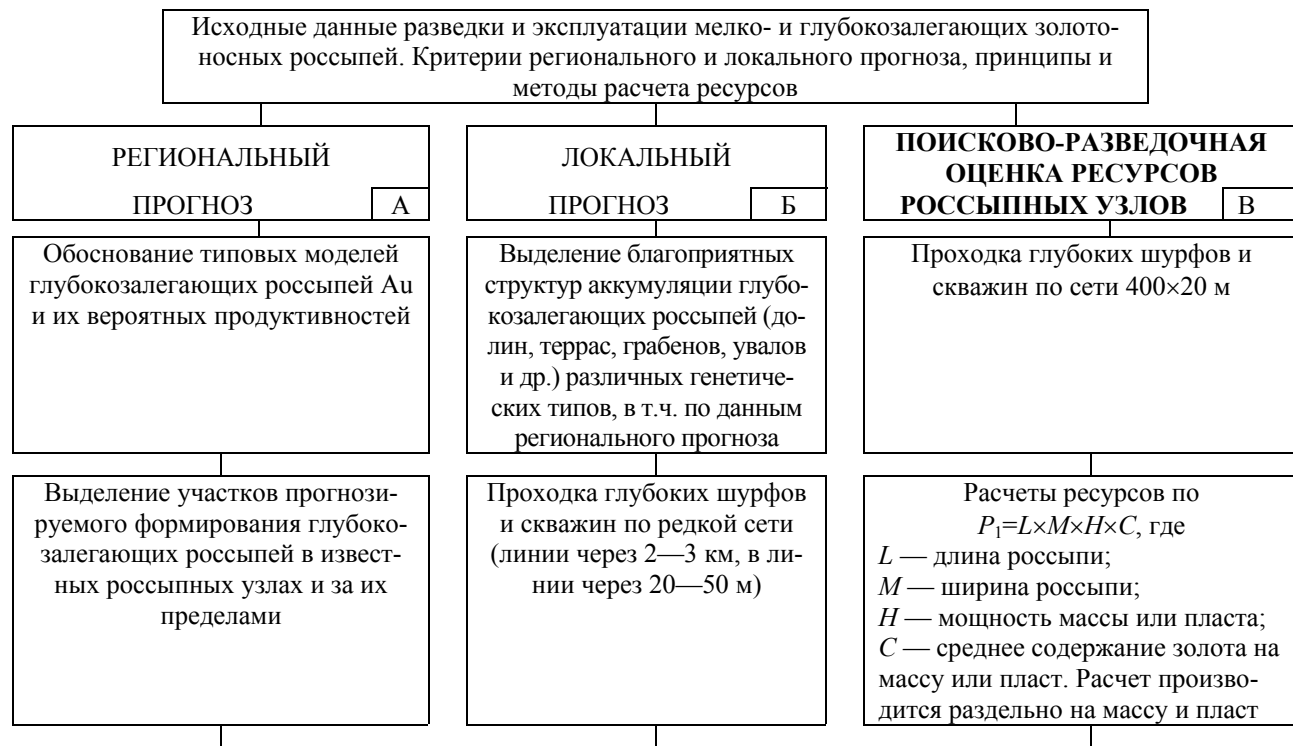
В основу методики прогнозирования глубокозалегающих россыпей нами положен системный принцип, заключающийся в последовательном анализе критериев (факторов) и методов оценки от мелкомасштабных (региональных) к более детальным (табл. 15). Обоснование прогнозов на основе этого принципа позволяет переходить от прогнозной оценки россыпных узлов и районов к отдельным россыпям, в т.ч. с привлечением анализа особенностей неотектонического и геолого-геоморфологического развития соответствующих геоблоков.

В целом методика прогнозирования глубокозалегающих россыпей строится как на оценке проявленности геолого-поисковых критериев (факторов) локализации россыпей различных типов, так и на анализе прямых признаков золотоносности, как источников, так и собственно россыпей. В этом плане нам представляется целесообразным рассмотреть критерии прогнозирования двух уровней оценки: для прогнозирования принци-

пиальной возможности формирования глубокозалегающих россыпей в рассматриваемом узле (региональный уровень), а с другой стороны, с целью прогнозирования конкретной глубокозалегающей россыпи в соответствующей долине, депрессии, прогибе и т.п. (локальный уровень).

Двухуровневый подход к прогнозной оценке глубокозалегающих россыпей связан с тем, что существующие фактические данные позволяют детально прогнозировать глубокозалегающую золотоносность лишь ограниченного количества конкретных россыпей Хабаровского края, поскольку для подобных оценок необходимы материалы разведки, поисков, а также детального морфоструктурного исследования. В этом случае оценка может сопровождаться расчетами ресурсов с использованием данных экстраполяции линейной продуктивности малоглубинного фланга рассматриваемой глубокозалегающей россыпи или сходного объекта по генетическому типу в этом же узле с применением метода аналогий. В закрытых (погребенных) не опоскованных структурах прогнозная оценка может обосновываться на основании комплекса благоприятных геологических факторов с ориентировочной оценкой ресурсов по эталонным объектам-моделям. Учитывая сказанное, нами разработаны две таблицы критериев локализации и оценки ресурсной базы глубокозалегающих россыпей–регионального (табл. 16) и локального (табл. 17) прогноза. В дополнение к таблицам 16 и 17 нами составлена таблица (табл. 18), раскрывающая связь интенсивности проявления общей россыпной золотоносности (продуктивности) с особенностями геотектонического развития соответствующих геоблоков и положения золотороссыпных районов в различных орографических зонах. Данные этой таблицы важны при региональном прогнозировании, но косвенно указывают также и на относительную вероятность локализации золота в глубокозалегающих россыпях. В соответствии со степенью информативности (детальностью) разрабатываемых критериев обосновываются содержание прогнозных карт, легенд к ним и уровень достоверности прогнозов и ресурсов.

**Схема последовательного анализа прогнозной оценки и расчета ресурсов
глубокозалегающих золотоносных россыпей Хабаровского края**



Обоснование возможного количества, ожидаемой морфологии и модельных типов прогнозируемых россыпей в конкретном узле

Оценка прогнозируемых ресурсов глубокозалегающих россыпей по P_3 в конкретном золото-россыпном узле методом аналогий с поправкой на интенсивность россыпеобразования и влияния геолого-геоморфологических факторов с учетом продуктивности мелкозалегающих россыпей и данных по единичным выработкам в контурах прогнозируемых участков

Среднестатистическая оценка ресурсов по P_2 на основе экстраполяции данных прогнозно-поискового бурения

Сопоставление данных вскрытия россыпи с вероятными генетическими моделями и введение соответствующих поправок к результатам среднестатистических оценок

Среднестатистическая характеристика количественных параметров глубокозалегающих россыпей по данным поисково-разведочной оценки

Экстраполяция результатов поисково-разведочной оценки и введение поправок на прогнозируемые ресурсы А и Б с последующим определением суммарных ресурсов золота в конкретном узле

Перечень благоприятных региональных критериев и признаков перспективных структур аккумуляции глубокозалегающих россыпей золота Хабаровского края

Перечень критериев и признаков	Благоприятные критерии и признаки (БКП)	Геоструктуры и ареалы проявленности БКП
1. Геотектоническое положение	Древние и молодые платформы и срединные массивы	Становая область, Нижнее Приамурье, окраинные зоны Буреинского и Джугджурского массивов
2. Контрастность неотектонических движений	Высокая контрастность, особенно в шовных зонах между платформами и мезокайнозойскими орогенами	Пограничные зоны Буреинского и Верхне-Селемджинского поднятий, Нижнее Приамурье, окраинные зоны Джугджурского поднятия
3. Формирование «клавишных» грабенообразных структур	На платформах (зоны ТМА, шовные зоны) и в раннеорогенных (инверсионных) областях мезокайнозойской складчатости	Зоны активного проявления Р - Q неотектонических движений
4. Формирование эрозионно-тектонических депрессий	Межглыбовые депрессии сводовых поднятий, сложенных неотектоническими движениями. Возможны палеодепрессии KZ	В межглыбовых зонах и морфоструктурах позднемезозойских и кайнозойских поднятий (северные области Хабаровского края, Приохотье)
5. Формационный и генетический тип отложений	Преимущественно аллювиальные, кластогенные средних и мелких классов с прослоями щебня и глин	Долинные, террасовые, пролювиально-делювиальные, элювиальные
6. Интенсивность процессов корообразования	Проявления позднемезозойской и кайнозойской кор выветривания на водоразделах, а также погребенные в депрессиях	Становая область, Нижнее Приамурье, южные зоны Буреинского массива

7. Возраст и состав пород обрамления	Эффузивы, экструзивы, субинтрузии основного, среднего состава; гранодиориты; метаофиолиты, кристаллические сланцы докайнозойского возраста	Широко проявлены в Нижнем Приамурье, окраинных зонах Буреинского массива и Приохотье: вулcano- и интрузивно-купольные структуры
8. Масштабы проявления коренной золотоносности	Наличие месторождений и многочисленных проявлений коренной золотоносности или многочисленных геохимических ореолов Au	Нижнее Приамурье, Приохотье, окраинные зоны Буреинского массива
9. Мощности осадочных отложений в структурах аккумуляции	Десятки метров на протяжении сотен и первых тысяч метров. Перспективны переходы маломощных фаций в верхних частях долин к нижним	Области контрастных сочленений межглыбовых депрессий, шовных зон жестких плит и ранних ороенов
10. Интенсивность золотоносности россыпей в узлах, районах	Повышенная золотоносность отложений малых и протяженных водотоков, особенно в разновозрастных фациях	Бекчи-Улский, Белогорский, Херпучинский, Софийский, Кербинский, Пильда-Лимурийский, Сутарский узлы; некоторые узлы Приохотья
11. Возраст отложений структур аккумуляции	Миоцен–плейстоцен. Перспективные отложения могут быть перекрыты плейстоцен-голоценовыми отложениями или базальтами N ₂ -Q ₁	В областях постмезозойских устойчивых прогибов: Нижнее Приамурье; Пильда-Лимурийский, Сутарский, Софийский, Кербинский узлы

**Перечень благоприятных локальных критериев и признаков локализации
глубокозалегающих россыпей золота**

Перечень критериев и признаков	Благоприятные критерии и признаки	Особенности проявления благоприятных факторов
1. Металлогенические	1а. Непосредственная генетическая связь с коренным золотоносным источником или мелкозалегающей золотоносной россыпью	1а. Имеется в виду непосредственная связь предполагаемой или установленной глубокозалегающей депрессии с примыкающей мелкозалегающей золотоносной россыпью
	1б. Интенсивные ореолы золотоносности в обрамляющих россыпь коренных породах	1б. Крайне благоприятно широкое развитие золотоносных кор выветривания
2. Неотектонические	2а. Интенсивное проявление рифтогенной и блоковой тектоники «клавишного» типа	2а. Устанавливается по «рисунку» речной сети, расположению позднетретичных отложений
	2б. Устанавливаются признаки формирования грабенообразных структур. По данным структурной геофизики выделяются молодые грабены и эрозионные депрессии	2б. Отмечаются по выходам древних коренных пород, расположению водоразделов, данным ВЭЗов, микрогравиметрической и микросейсмической съемки
3. Литолого-фациальные	3а. Картируются фации предгорных прогибов, реликтовых палеорусловых депрессий и древних террас	3а. Устанавливаются в зонах формирования грубообломочных пролювиальных и дельтовых фаций или на «увалах» палеорусловых отложений в геоблоках молодых поднятий

	3б. Фации сочленения речных водотоков различных порядков, а также дельтовые, озерно-болотные и др. (зоны сочленения «контрастных» фаций)	3б. Зоны перехода фаций различных генетических типов современных и древних отложений в зонах влияния золотоносных водотоков
4. Морфологические	4а. Морфологически прогнозируемая глубокая депрессия и золотоносные мелкозалегающие депрессии принадлежат одной морфологической системе	4а. Устанавливается на основе выполнения морфоструктурного анализа россыпного узла (района)
5. Прямые признаки	5а. В прогнозируемой глубокозалегающей депрессии установлены повышенные содержания золота в плотиковых отложениях или в торфах	5а. В связи с резко дискретным распределением золота содержания могут быть непромышленные, ореольные
	5б. Повышенные содержания золота в отложениях глубоких эрозионных врезов прогнозируемых депрессий	5б. Характерно для перекрытых глубокозалегающих аллювиальных депрессий под покровами базальтов или чехлом молодых отложений «чуждых» генетических типов (озерных, дельтовых, шельфовых и т.п.)

**Положение и суммарная продуктивность золотороссышных узлов Хабаровского края
в различных геоблоках и орографических зонах**

Геоблоки	Орографические зоны							
	Сводовые поднятия		Устойчивые поднятия		Устойчивые опускания		Межгорные депрессии (впадины)	
	Узел	добы- ча	Узел	до- быча	Узел	до- быча	Узел	до- быча
		запасы		запа- сы		запа- сы		запа- сы
ресур- сы		ре- сурсы		ре- сурсы		ре- сурсы		
1. ПЛАТФОР- МЫ	Баладекский, Сонельский, Софийский, Кербинский Также узлы Верхне-Се- лемджинской зоны (окраин- ные зоны Верхне-Селе- мджинского поднятия)	168,43	Джанинский, Авляяканский, Киранский, Канонный (центральные зоны Восточ- но-Станового поднятия)	—	Чогаро- Удыхинский (южная окраинная зона Восточно- Станового подня- тия)	0,292	Кеткапский, Даньский, Ом- нинский, Том- птоканский, Одолинский, Южно- Верхоянский, Курун- Уряхский, Или- канский (окра- инные предгор- ные зоны Верх- не-Майской впадины)	84,24
		5		—		0,233		4
		20,919		—				18,98
		75,425		—		0,176		27,51
								3

2. МОЛОДЫЕ (MZ-KZ) СКЛАДЧА- ТЫЕ ЗОНЫ 2.1. Раннеоро- генные (инвер- сионные)					Мевачанский, Ал- базинский, Хер- пучинский, Бек- чиулский, Бело- горский, Тахтин- ский, Бухтянский, Пильда-Лиму- рийский (Нижне- Амурская низмен- ная область)	97,65 8		
						14,05 8		
						51,27 4		
2.2. Поздне- орогенные			Гурский, Тумнинский, Гобиллин- ский, Дур- минский, Ка- тенский (Се- веро-Сихотэ- Алинское поднятие)	5,504				
				1,074				
				6,730				
3. МЕЗОКАЙ- НОЗОЙСКИЙ ВУЛКАНО- ГЕННЫЙ ПО- ЯС							Тонумский, Лантарский, Немуйский, Че- ласинский, Юровский, Ланжинский,	4,414
								7,495

Геоблоки	Орографические зоны							
	Сводовые поднятия		Устойчивые поднятия		Устойчивые опускания		Межгорные депрессии (впадины)	
	Узел	добыча	Узел	добыча	Узел	добыча	Узел	добыча
		запасы		запасы		запасы		запасы
		ресурсы		ресурсы		ресурсы		ресурсы
(Приохотская позднемезозойская складчатая зона)							Девоншинский, Секчинский, Кулюклинский, Верхне-Ульянский (Джугджурское поднятие)	5,001
4. БУРЕИНСКИЙ СРЕДИННЫЙ МАССИВ (раннепалеозойский свод)					Нижне-Буреинский, Ивановский, Сутарский (юго-западные окраинные зоны массива)	34,147	Пролетарский, Иорикский, Верхне-Буреинский, Верхне-Амгунский, Сутырский, Тындинский, Кульдурский (центральные зоны массива)	3,720
						0,970		1,125
						8,847		0,562

5. КАЙНО-РИФТОГЕННАЯ ЗОНА				Сонельский, Шантарский, Тугурский, Ульбанский (субмеридиональная рифтогенная зона: Тугур-Хабаровск)	1,284	
					0,296	
					0,200	
<i>Примечания:</i> 1. Указаны остаточные (неотработанные) запасы природных мелкозалегающих россыпей возможного промышленного освоения с применением новейших технологий добычи и переработки. 2. Ресурсы включают как прогнозные ресурсы природных мелкозалегающих россыпей, так и техногенные (без ресурсов глубокозалегающих россыпей). 3. Запасы и ресурсы указаны в тоннах. 4. Добыча указана только по россыпным месторождениям золота и без объемов добычи из глубокозалегающих россыпей.						

В общем случае региональные прогнозы позволят планировать поиски глубокозалегающих россыпей, а локальные — разведку с последующей эксплуатацией.

Локальный прогноз строится на оценке проявленности благоприятных критериев в пределах конкретных россыпных узлов. Составной частью локального прогноза являются методы определения (расчетов) ресурсов погребенных россыпей, вследствие того что продуктивность прогнозируемых россыпей определяет степень рациональности освоения россыпного объекта. Таблица 16 позволяет выделить перспективные золотороссыпные узлы для выполнения дальнейших процедур локального прогноза. Мы считаем, что процесс малоглубинного и глубокопогруженного россыпеобразования контролируется единым механизмом разрушения коренных источников и различается в основном особенностями транзита золотоносного кластогенного и хемогенного материала в структуры аккумуляции. Эти особенности позволяют экстраполировать информацию малоглубинного россыпеобразования на глубинные процессы формирования россыпи в единой золотороссыпной системе (долине, депрессии, террасе и т.д.). Таким образом, в значительной мере мы можем отождествлять процессы малоглубинного и глубокопогруженного россыпеобразования, в т.ч. и в оценке масштабов линейной продуктивности.

Сказанное выше определяет следующие основные принципы (факторы) локального прогноза глубокозалегающих россыпей:

1. Установление степени (уровня) продуктивности конкретного россыпного узла.

2. Обоснование выбора перспективной глубокозалегающей россыпи и ее вероятных параметрических характеристик (протяженность, глубина, ширина).

3. Линейная продуктивность малоглубинного россыпного объекта в зоне прогнозируемой глубокозалегающей россыпи (долине, террасе и т.п.).

4. Расчет прогнозных ресурсов глубокозалегающей россыпи.

5. Разбраковка прогнозируемых глубокозалегающих россыпей по степени вероятной эффективности (рациональности) промышленного освоения.

Таблица 19

Характеристика глубокозалегающих россыпей Хабаровского края

Узел, россыпь	Длина россыпи, м	Ши- рина рос- сыпи, м	Мощ- ность массы, м	Мощ- ность пла- ста, м	Содержание среднее, г/м ³		Ресур- сы, кг	Добыча, кг	Ресур- сы+до- быча, кг	Продук- тивность, кг/км
					на массу	на пласт				
	L	M	H	h	C_m	$C_{пл}$	P_{I-2}	Q_0	$P+Q_0$	$\frac{P+Q_0}{L}$
Алчанский	1100	40	22,1	0,8	0,11	3,51	110		110,0	100,0
1. Восход										
Баладекский	4250	45	44,7	1		0,83	168		168	39,53
2. Сородо										
3. Инагли	1000	20	8,8	0,4	0,3	6,88	52		52	52,00
4. Урми-1	1300	63	11	0,9	0,19	1,96	171		171	131,54
По узлу							391		391	74,36
Бекчиулский	4470	109	8	1,1	0,29	3,9	1130		1130	252,80
5. Эватак	1000	56	22,4				420		420	420,00
6. Веселый										
По узлу							1550		1550	336,40
Белогорский	1260	122	9,3		0,62		886		886	703,17
7. Колчанка (верх)										
8. Накомарник (ср.ч.)	1180	99	8,5		0,34		337		337	285,59
9. Кулибина (глуб.)	6400	200	11,5					1491	1491	232,97
10. Л. Ул-2	2500	127	8,9		0,36		1017		1017	406,80
11. Поселочный	1500	20	9		0,13		35		35	23,33

Узел, россыпь	Длина россыпи, м	Ши- рина рос- сыпи, м	Мощ- ность массы, м	Мощ- ность пла- ста, м	Содержание среднее, г/м ³		Ресур- сы, кг	Добыча, кг	Ресур- сы+до- быча, кг	Продук- тивность, кг/км
					на массу	на пласт				
	L	M	H	h	C_m	$C_{пл}$	P_{I-2}	Q_0	$P+Q_0$	$\frac{P+Q_d}{L}$
12. Бекчи	3550	136	8,1		0,21		821	2180	3001	845,35
13. Покровский	1200	220	10,8		0,21		598		598	498,33
14. Кулибина (средн.)	6420	82	9,6		0,29		1465		1465	228,19
15. Л. Рогочен	500	30	9,5							
По узлу	24 510						5159	3671	8830	360,4
Даньский	1400	32	8,9	1	0,26	1,87	103		103	73,57
16. Л. Ники										
Джанинский	1250	26	9,7	1,4		1,98				
17. Кабарга	410	42	20,1	2,7		1,06				
18. Киранкан										
Иликанский	2200	40	9,5	2,8		0,2	167		167	75,91
19. Амугда										
Кербинский	14 300	90	12	0,8	0,2	2,5	864	15945	16809	1175,45
20. Семи-3	1200	5	14	1,6	0,29		24		24	20,00
21. Нилан-2	14 300	4	8,6		0,22		108		108	7,55
22. Семи-1										
По узлу	29 800						1163	15945	16941	568,5

Кет-Капский										
23. П. Улахан-Чайдах	11 500		8,3	1,1	0,07	0,75	504		504	43,83
24. Догуван (Догуйаа)	3000	80	9,3	1,1	0,11	0,93	220		220	73,33
25. Глубокий	4300	72	11,4	0,4	0,2		343		343	79,77
		35								
По узлу	18 800						1067		1067	56,8
Курун-Уряхский	3440	113	10,9	1,9	0,54	1,12	2271	2887	5158	1499,42
26. Курун-Урях	1200	40	21		0,09		93		93	77,50
27. Иоткан										
По узлу	4640						2364	2887	5251	1131,7
Ланжинский	1325	20	12,2	0,4	0,08	2,55	20		20	15,09
28. Аркачан										
29. Случайный	500	50	11,4	2			34		34	68,00
30. Перевальный	375	45	8,8	3,5	0,09	0,3	10		10	26,67
31. Нижний	250	20	8	3	0,1	0,26	4		4	16,00
32. Озерный (лев.б.)	1200	40	8	3,8	0,16	0,49	46		46	38,33
33. Гусинка	200	40	22,7	2	0,08	0,85	13		13	65,00
34. Кооперативный	1150	32	13,8	6,9	0,07	0,17	42		42	36,52
35. Золотой Амбарн. (н.ч.)	3000	54	20	2,2	0,57	4,58	1846		1846	615,33
36. Озерный (пр.борт)	1200	20	9,2	3,1	0,24	0,74	53	1031	53	44,17
37. Асиберган	3000	100	19	0,8	0,08	0,66	109		1140	380,00
38. Золотой	460	20	9,3	3,5	0,16	0,46	13		13	28,26
По узлу	12 480						2190	1031	3221	257,7
Лантарский										
39. Лантарь (н.т, н.у)	3500	40	10	0,5	0,06	1,22	85		85	24,29
40. Л. Беркакер	800	30	8	0,9	0,07	1,34	9		9	11,25

Узел, россыпь	Длина россыпи, м	Ши- рина рос- сыпи, м	Мощ- ность массы, м	Мощ- ность пла- ста, м	Содержание среднее, г/м ³		Ресур- сы, кг	Добыча, кг	Ресур- сы+до- быча, кг	Продук- тивность, кг/км
					на массу	на пласт				
	L	M	H	h	C_m	$C_{пл}$	P_{I-2}	Q_0	$P+Q_0$	$\frac{P+Q_d}{L}$
По узлу	4300						94		94	21,9
Мевачанский					0,37		53		53	96,36
41. Алакит	550	24	11							
Немуйский	400	25	12,1	1,4	0,52		552		552	387,37
42. Кривой	1425		25		0,62					
43. Етара (верх.ч.)										
По узлу	1825						552		552	387,37
Одолинский	2200	25	8,2	0,2	0,23	2,4	105		105	47,73
44. П. Поворотный										
45. Одола (н.теч.2 уч.)	8650	20	13,5	4,5	0,1	0,57	224		224	25,90
46. Одола (н.ч.)	6900	40	10,1	2	0,18	0,93	379		379	54,93
47. Ота	5000		22			3,62	282		282	56,40
48. Одола (в.т.2 уч.)	1740	28	9,3	1,7	0,29	1,4	110		110	63,22
49. Пр. Одола (л.пр.)	400	15	9,2	0,8	0,06	0,62	4		4	10,00
По узлу	24 890						1104		1104	43,3
Пильда-Лимурийский										
50. Подсобный (глуб.)	340	19	14		0,16		14		14	41,18

51. М. Дидбиран (глуб.)	1500	40	12		0,29		43		347	231,33
52. Б. Дидбиран 2	1130	35	11		0,37		160		205	181,42
53. Евгеньевский (гл.)	1370	20	11		0,44		132		594	433,58
54. Дорожный (глуб.)	2500	43	15		0,49		679	304	850	340,00
55. Извилистый-Гл.	2000	96	11,8		0,21			45		
56. Н. Бульгин	600	40	11,2		0,07		18	462	18	30,00
57. Б. Дидбиран 1	4500	80	24		0,22		1900	171	1900	422,22
58. Пологий (пр.Дид.)	1000	20	11,6		0,23		53		53	53,00
59. М. Ангочикан (н.ч.)	2230	96	12,2		0,07		182		182	81,61
60. Прямой	1800	38	28		0,18	2,4	344		344	191,11
61. Дяппе (глуб.)	1700	22	11		0,28		115		115	67,65
62. Делькен Второй	700	40	8,5							
63. Л. Жорма	2500	20	9,4	1,2	0,13		61		61	24,40
64. Боевой	600		10	0,4		0,74				
65. Безымянный	3500	20	9		0,55	1,21	346		722	206,29
66. Амуркан	7990	73	8,5		0,13		644		644	80,60
67. Кварцевый	1000	20	8		0,13		20		20	20,00
68. Бульдо	1000	20	8		0,16		25	376	25	25,00
69. Забайкальский	806	82	8,2	1,6		0,63				
70. Цинковый	900	85	15,0	2,0	0,17	1,8				
71. Заячий-Н.	600	120	8		0,14		80		80	133,33
По узлу	46 266						4876	1358	6234	134,6
Приамгуньский										
72. Горбушка	500	20	8	0,4	0,07		5		5	10,00
73. Холоян	800	63	9,3	2,1	0,18		84		84	105,00

Узел, россыпь	Длина россыпи, м	Ши- рина рос- сыпи, м	Мощ- ность массы, м	Мощ- ность пла- ста, м	Содержание среднее, г/м ³		Ресур- сы, кг	Добыча, кг	Ресур- сы+до- быча, кг	Продук- тивность, кг/км
					на массу	на пласт				
	L	M	H	h	C_m	$C_{пл}$	P_{1-2}	Q_0	$P+Q_0$	$\frac{P+Q_d}{L}$
По узлу	1300						89		89	68,5
Софийский	1500	90	12		0,16		259		259	172,67
74. Юттанах										
75. Горелый	2600	105	11,2	6	0,3		811		811	311,92
76. Шадринский	2000	40	50		0,12		480		480	240,00
77. Олга	8000	193	11,2		0,08		345	4800	5145	643,13
По узлу	14 100						1895	4800	6695	474,8
Сутарский	2500	20	60		0,2		600		600	240,00
78. Сутара (верхове)										
79. Туловская	2000	250	20		0,2		2000		2000	1000,0
80. Хинган	4000	20	40	0,9	0,07	0,31	224		224	56,00
81. Сутара (2 н.уч.)	1200	125	8,6		0,19		245		245	204,17
82. Тяжелая	800	60	8,6		0,19		78		78	97,50
По узлу	10 500						3147		3147	299,7
Тахтинский	460	102	8,3	2,8		0,45				
83. Марковский (н.ч.)										
84. Падь Сберегательная	2650	140	9,5	3,8	0,23	0,58	810		810	305,66

85. Шамохина	825	21	9,9	1,5						
86. Дыльменский	1981	41	9,1	1,2		0,93				
87. Кухтерина	1500	40	12,4	3	0,12	0,47	89	89	59,33	
По узлу	7416						899	899	121,2	
Томптоканский	1120	17	9,9	2,1	0,99	6,75	186	186	166,07	
88. Л. Беренджа										
89. Галбар	6070	53	15,2	2	0,16	1,29	792	792	130,48	
90. Ичанги	800	80	29	1,5	0,09	0,35	34	34	42,50	
91. В. Гольцовый	3000	10	12,4	0,4	0,1	2,75	36	36	12,00	
По узлу	10 990						1614	1614	146,9	
Тонумский	2000		11	0,5	0,05	0,9	39	39	19,50	
92. Улита										
Тугурский	2300	32	8,4		0,18		99	99	43,04	
93. Гиляк (нижн.)										
Тумнинский	2100	23	9,4	1,5	0,09	0,53	40	40	19,05	
94. Н. Березовый (с.т)	2700	3	27		0,08		17	17	6,30	
95. Первый (п.пр.р.Ай)	3000	70	9,4	2,4	0,08	0,47	157	157	52,33	
96. Мули										
По узлу	7800						214	214	27,4	
Херпучинский	1600	50	11					25		
97. Октябрьский										
98. Илга	2000	20	8	1,4	0,08		25	917	12,50	
99. М. Ваюн.	5000	98	11,7		0,16	1,61	917		183,40	
100. Гиляк	2380	64	8,7		0,13		172	172	72,27	

[illegible]

112. Маг	2400	22	15,2	0,8	0,15	1,87	120		120	50,00
113. Юдома	3800	240	10,6	0,6	0,05	0,51	490		490	128,95
114. Болотный	2770	24,8	11	1,9	0,38	2,31	281		281	101,44
115. Лог (верх. ч.)	2400	22	18	1,2		1,2				
По узлу	24 870						2188	1376	3564	143,2
Юньско-Даньский	1310	27	11,3	0,8	0,16	2,26	64		64	48,85
116. Л. Дарья										
117. Попутный	2200	54	8	1,4	0,17	0,98	162	162	324	147,27
По узлу	3510						226	162	388	110,8
Всего	По среднеглу- бинным место- рождениям	193 577					19 142 в 52 россы- пях	12 403 в 7 рос- сыпях	31 230	
	По глубоковод- ным место- рождениям	109 250					16 087 в 36 россы- пях	18 827 в 5 рос- сыпях	34 914	

Совершенно очевидно, что прогнозируемые ресурсы конкретных россыпей по выше приведенной схеме могут быть выполнены на основе анализа и статистической обработки разведанных россыпных мелко- и глубокозалегающих россыпей, особенно в отношении определения линейной продуктивности.

Перечень опойскованных или разведанных в Хабаровском крае погребенных россыпей различных структурно-морфологических типов приведен в табл. 19, а средние линейные продуктивности по отдельным россыпным узлам региона показаны в табл. 9. В этой же таблице также указаны наиболее вероятные типы (модели) глубокозалегающих россыпей, выделенных по данным статистической обработки результатов поисковых и геологоразведочных работ.

Приведенные выше данные и полученные на основании их анализа выводы составляют суть обоснования методических основ прогнозирования глубокозалегающих россыпей золота региона — от установления значимости проявления собственно геолого-геоморфологических факторов до степени выраженности благоприятных критериев и признаков. Только на этой методологической основе возможна многофакторная оценка перспектив выявления глубокозалегающих россыпей. Разработанные в предыдущих разделах принципы и перечисленные факторы положены нами в основу прогнозирования глубокозалегающих россыпей Хабаровского края как на региональном, так и на локальном уровне.

6.2. Оценка ресурсов золота разведанных средне- и глубокозалегающих россыпных месторождений

Перспективы освоения глубокозалегающих россыпей Хабаровского края разделяются на два основных оценочных блока. Первый из них включает анализ результатов поисково-разведочных и прогнозных работ на конкретных золотороссыпных месторождениях. Анализ этих данных базируется на оценке количественных показателей поисково-разведочного бурения,

проходки шурфов и траншей, в связи с чем сформулированные выводы и рекомендации могут рассматриваться как наиболее обоснованные (по категориям С и Р₁). Второй блок включает ориентировочные прогнозные оценки возможных ресурсов золота по данным анализа геолого-геоморфологических ситуаций, проявленности типовых генетических моделей с поправкой на фактическую продуктивность россыпеобразования, определяемую по интенсивности коренной золотоносности и линейной продуктивности мелкозалегающих россыпей золота в рассматриваемом узле. Анализируются также результаты проходки отдельных выработок, особенности проявления неотектоники, характер палеорельефа, гидродинамики и некоторые другие факторы.

По первому блоку проведенные нами исследования включают оценку перспектив освоения среднеглубоких (8—12 м) и глубоких (свыше 12 м) золотоносных россыпей Хабаровского края. Исходные данные геологоразведочных и прогнозных работ приведены в табл. 19 (52 среднеглубоких и 36 глубоких россыпей золота). Подавляющая часть разведанных и в значительной мере отработанных золотоносных россыпей региона (свыше 1000) относится к мелкозалегающим. Как видно из таблицы 19, не все россыпные месторождения имеют равную информативность в связи с различной детальностью проведенных поисково-разведочных работ, а также с ограниченными возможностями получения результатов геологоразведочных и особенно эксплуатационных работ из закрытых фондов и хранилищ.

Следует обратить внимание на то, что содержание золота на массу во многих случаях в среднеглубинных россыпях превышает 200 мг/м³, а в отдельных россыпях достигает нескольких сотен мг/м³, т.е. россыпи этого типа могут отрабатываться драгами, включая надплотиковые горизонты. Содержание золота в пластах колеблется около 1 г/м³, а в ряде случаев достигает нескольких г/м³. Многие наиболее богатые среднеглубинные россыпи отработаны, а в резерве остаются объекты с малым содержанием золота и незначительными его ресурсами. Часть россыпей рассматриваемого типа отрабатывается и в настоящее время

(Пильда-Лимурийский, Курун-Уряхский, Белогорский и некоторые другие районы). В общем случае оставшиеся среднеглубинные россыпи характеризуются невысокой продуктивностью, составляющей в сумме 19,142 т на 52 россыпных месторождения. Вследствие этого россыпные объекты этого типа осваиваются с большими трудностями ввиду низкой рентабельности при их разработке.

Более высокой продуктивностью характеризуются *глубокозалегающие* россыпи, содержащие около 16 т металла в 36 россыпях. Среднее содержание золота в них как на массу (289 мг/м³), так и на пласт (1890 мг/м³) превышает таковые в среднеглубинных месторождениях. Однако разработка некоторых глубокозалегающих россыпей может производиться только селективно ввиду неравномерного содержания золота в надплотиковых горизонтах вскрыши (от 50—70 до 200—300 мг/м³). В то же время незначительные ресурсы целого ряда глубокозалегающих россыпей края ограничивают использование драг, а вскрышные работы существенно повышают затраты на их разработку, в связи с чем эксплуатация таких россыпей становится нерентабельной. В большинстве случаев ресурсы глубокозалегающих конкретных россыпей Хабаровского края менее 1,0 т, составляя нередко только десятки и первые сотни кг. Существенный интерес представляют лишь несколько россыпных месторождений золота с ресурсами более 1,0 т: Золотой Амбар (Ланжинский район. Ресурсы 1,846 т; ср. содержание Au на пласт 4,58 г/м³, на массу 570 мг/м³); участок Северный (Херпучинский район. Ресурсы 2,191 т; содержание Au на массу 390 мг/м³); Юки (Южно-Верхоянский район. Ресурсы 1,250 т; ср. содержание Au на пласт 3,93 г/м³). Отработка других погребенных россыпей золота, характеризующихся ограниченными ресурсами, но существенно повышенным содержанием золота на пласт (до нескольких г/м³), требует применения специальных методов добычи (скважинной, землесосной, подземного выщелачивания и др.). Таковы многие глубокозалегающие россыпи Пильда-Лимурийского и Нижне-Амурского районов, а также некоторых золотороссыпных узлов севера Хабаровского края.

Таким образом, общие ресурсы опойскованных или разведанных глубокозалегающих россыпей региона составляют 16,1 т (в 36 россыпях), а среднеглубинных 19,1 т (в 52 россыпях). Часть из этих ресурсов могла быть отработана в последние годы, в основном в Пильда-Лимурийском районе и некоторых районах севера Хабаровского края. К сожалению, получить достоверную информацию в этом отношении не представляется возможным в основном по организационным причинам.

6.3. Региональная прогнозная оценка перспектив выявления глубокозалегающих россыпей и оценка вероятных ресурсов золота

Основная задача исследований по проблеме прогнозная оценки заключалась не только в обосновании поисковых критериев выявления глубокозалегающих россыпей золота, но также в выделении на основе этих критериев участков под поисковые работы. Задача эта характеризуется большой сложностью ввиду обширной территории региона, разнообразия геологического строения различных геоблоков и золотоконцентрирующих морфоструктур. В связи с этим, с целью ограничения функций при решении основной задачи, мы пришли к выводу о целесообразности выполнения прогнозных исследований только в контурах известных золотороссыпных узлов и районов. В отдельных случаях мы выделяли участки за пределами россыпных узлов по анализу проявленности благоприятных региональных прогнозно-поисковых критериев. Учитывая наиболее высокую изученность золотороссыпных узлов центральных и южных зон Хабаровского края, мы сочли возможным оценить прогнозируемые ресурсы в цифрах только в этих районах, а по северу Хабаровского края лишь выделить участки под прогнозно-поисковые работы с ориентировочной (авторской) оценкой ожидаемых ресурсов (см. приложение 1).

Основные результаты прогнозной оценки глубокозалегающей россыпной золотоносности центральной и южной зон Хабаровского края сведены в табл. 20.

Перечень перспективных золотороссыпных узлов и районов центрального и южного регионов Хабаровского края на выявление глубокозалегающих россыпей и их прогнозируемых ресурсов

№ узла	Рудно-россыпные пояса, районы и узлы	Речные бассейны и прогнозируемые площади (ареалы) локализации глубокозалегающих россыпей	Вероятный тип проявления глубокозалегающих россыпей	Прогнозируемые усредненные ресурсы		
				P ₁	P ₂	P ₃
1	Софийский район	Бассейны р. Олга (а); Олгакон и Акишма (б)	Петровский, яснополянский	—	4,0	—
2	Йорикский узел	Бассейн р. Бим и Ерик	То же	—	—	3,0
3	Кербинский район	Западное обрамление Эворон-Тугурской впадины, бассейн р. Семи (руч. Косовановский, Кремень, Орого и др.); долина р. Керби (руч. Дайкан, Угли-Каглин, Б.Хевлюк и др. на выходе во впадину)	Петровский, яснополянский (возможно нагиминский)	—	25,0	19,0
4	Эворон-Тугурский пояс	Бассейн р. Ассини	Титовский	—	—	4,0
5а	Бекчи-Улский узел	Восточный борт Ул-Лонгарийской впадины (руч. Кулибина, Эватак, Веселый и др.); бассейн р. Бекчи	Нагиминский (частично желтулакский)	—	17,0	-
5б		Водораздел руч.Малахта (правый приток р. Ул) и руч. Лонгари (впадает в залив Рейнеке)	Петровский, желтулакский	—	—	3,0

6а	Белогорский узел	Тывлинская впадина в бассейне р. Сивук (руч. Б. Тисса, Уки, Новый)	Петровский, нагиминский	—	—	12,0
6б		Водораздел Чля-Орельской и Тывлинской впадин	Петровский, желтулакский	—	—	4,0
6в		Северо-восточное обрамление Нижне-Амурской впадины	Нагиминский, петровский	—	—	12,0
7а	Херпучинский район	Устьевые части рек Херпучи и Сомня	Желтулакский, петровский	—	—	6,0
7б		Долина р. М. Ваюн, а также нижние части долин рек Ваюн, Почель, Сунгачан на выходе в Усть-Амгунскую впадину	Титовский, желтулакский	5,0	7,0	9,0
7в		Приустьевые части р. Гайфон: водораздел долины р. Кайгачан и р. Амгунь	Нагиминский, петровский, желтулакский	—	—	3,0
8а	Пильда-Лимурийский район	Бассейн рек: Пильда (руч. Дмитриевский, Николаевский, Евгенийевский); Дидбиран (руч. М. Дидбиран, Подседловский, Детеныш, Детыш, Дорожный, Неизвестный, Извилистый, Цинковый)	Желтулакский, яснополянский (возможно, нагиминский)	—	6,0	3,0
8б		Бассейн р. Лимури (руч. М. Жорма, Амуркан); р. Дяппе (руч. Блудный); р. Дали		—	—	8,0
8в		Бассейн р. Битки и его правых притоков		—	—	7,0

№ узла	Рудно-россыпные пояса, районы и узлы	Речные бассейны и прогнозируемые площади (ареалы) локализации глубокозалегающих россыпей	Вероятный тип проявления глубокозалегающих россыпей	Прогнозируемые усредненные ресурсы		
				P ₁	P ₂	P ₃
9	Средне-Амурский пояс	Восточное обрамление Средне-Амурской впадины, Сюмнюрский участок	Нагиминский	—	—	9,0
10	Сутарский район	Правобережье р. Сутара (между руч. Ерничный и р. Талагач); водораздел руч. Михайловский и Кадетский (уч. Нагорный) и др. россыпи глубоких долин сев. зоны депрессии	Желтулакский, в приустьевых частях депрессий, возможно, нагиминский	3,0	—	6,0
11	Мало-Хинганский район	Древние долины на террасах р. Амур (реки Хлебная и Туловчихинская)	Желтулакский	2,0	3,0	?
12	Депрессии западных предгорных зон Центрально-Сихотэ-Алинского поднятия	Сквозная долина рек Тормасу и Сооли	Яснополянский (частично нагиминский)	—	—	8,0
13		Межгорные депрессии Дурминского (13а) и Березовского (13б) узлов	Петровский, титовский; яснополянский	—	—	4,0
Итого				10,0	68,0	120,0
Всего				192,0		

В табл. 21 и 22 приведены данные ожидаемых ресурсов не только по группам россыпеконцентрирующих структур в узле или районе, но также в сравнительном плане общие ресурсы по отдельным узлам, а также по промышленно-генетическим типам. При оценке ресурсов принимались во внимание степень изученности россыпи или узла, ожидаемый промышленный тип, площадь прогнозируемого участка, связь с мелкозалегающими разведанными или отработанными россыпями и некоторые другие факторы.

В некоторых случаях ресурсы оценивались по аналогии с изученными глубокозалегающими месторождениями, а также в сравнении с вмещающими их генетическими структурами и геоморфологическими зонами. Особенно это относится к оценке ресурсов по категории P_3 и в меньшей степени по категории P_2 . Не исключается также элемент авторской оценки, особенно при определении частоты выявляемости глубокозалегающих россыпей в конкретном узле, т.е. предполагается, что при относительно равных геологических условиях всех выделяемых россыпеконцентрирующих структур промышленные концентрации золота могут быть установлены только в единичных россыпях, а в ряде из них возможно выявление только непромышленных залежей. В данном случае мы имеем в виду элементы риска, которые закономерны и всегда характеризуют результаты региональных прогнозов.

Таблица 21

**Распределение прогнозных ресурсов перспективных
глубокозалегающих россыпей по районам
и узлам Хабаровского края**

№ п/п	Район, узел	Ресурсы, т			
		P_1	P_2	P_3	Всего
1	Софийский		4,0		
2	Кербинский		25,0	19,0	44,0
3	Пильда-Лимурийский		6,0	18,0	24,0
4	Нижне-Амурская область (Херпучинский район, Бекчи-Улский и Белогорский узлы)	5,0	24,0	49,0	78,0

№ п/п	Район, узел	Ресурсы, т			
		P ₁	P ₂	P ₃	Всего
5	Сутарский	3,0	3,0	6,0	9,0
6	Мало-Хинганский	2,0		3,0	5,0
7	Йорикский			9,0	
8	Средне-Амурский			12,0	
9	Центрально-Сихотэ-Алинское под- нятие			4,0	
10	Эворон-Тугурский пояс				

Таблица 22

**Распределение прогнозных ресурсов
по промышленно-генетическим типам**

№ п/п	Тип	Ресурсы, т			
		P ₁	P ₂	P ₃	Всего
1	Нагиминский	5,0	49,0	71,0	125,0
2	Джелтулакский	5,0	13,0	26,0	44,0
3	Петровский			19,0	
4	Титовский			4,0	

В связи с этим оценки возможной ресурсной базы по категории P₃ следует рассматривать как ориентировочные. В то же время мы считаем приводимые цифры сбалансированными по отношению к устанавливаемым прогнозно-поисковым критериям и близким к реальной ресурсной базе. Об этом свидетельствует выполненный нами анализ соотношения прогнозных оценок по отдельным золотоносным районам Хабаровского края и последующей разведки (рис. 12). График показывает, что запасы по данным разведки в большинстве случаев даже превышают прогнозные ресурсы. Косвенным подтверждением реальности полученных нами оценок ресурсной базы прогнозируемых глубокозалегающих россыпей центральной и южной частей Хабаровского края служат определения возможных ресурсов перспективных глубокозалегающих россыпей этих же районов, выполненные А.П.Сорокиным [17], но по иной методике. Им обосновываются следующие ресурсы: по P₁ = 5,58 т; по P₂ = 75,62 и по P₃ = 86,18 т. Всего 167,38 т.

Плотность золотоносности,
кг/пог. км

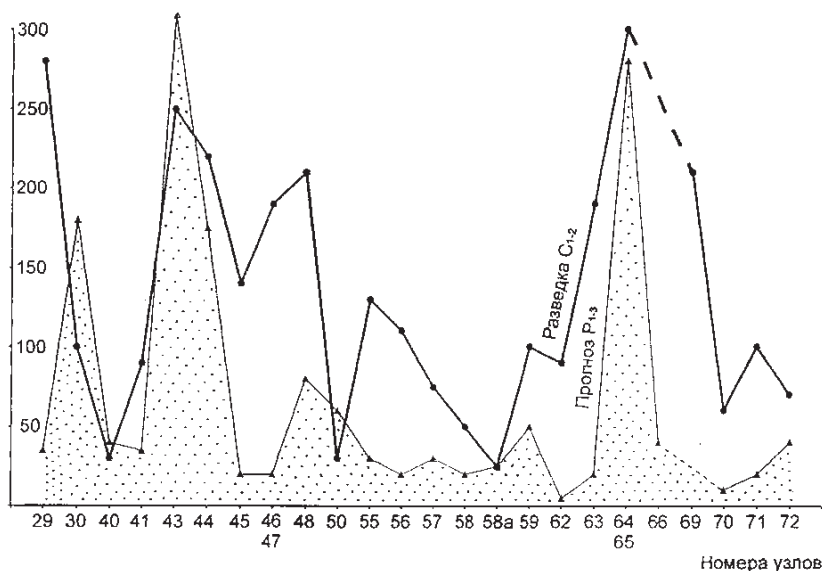


Рис. 12. Графики соотношения данных прогнозной оценки (P_{1-3}) и последующей разведки (C_{1-2}) золотороссыпных объектов по Хабаровскому краю:

Данные по всем россыпям: средняя плотность золотоносности по прогнозным данным (ср. арифм.) — 62 кг/пог. км. Средняя плотность золотоносности по данным разведки (ср. арифм.) — 68 кг/пог. км.

Наименования золотороссыпных узлов: 29 — Софийский; 30 — Кербинский; 40 — Ульбанский; 41 — Мевачанский; 43 — Херпучинский; 44 — Бекчиульский; 45 — Белогорский; 46 — 47 — Тахтинский; Бухтянский; 48 — Пильда-Лимурийский; 49 — Гурский; 50 — Тумнинский; 55 — Кет-Капский; 56 — Даньский; 57 — Омнинский; 58 — Томптоканский; 58a — Одолинский; 59 — Южно-Верхоянский; 62 — Юровский; 63 — Ланжинский; 64 — 65 — Курун-Урахский, Иликанский; 66 — Секчанский; 69 — Верхне-Ульянский; 70 — Челасинский; 71 — Тонумский; 72 — Лантарский

Как указывалось выше, в связи со слабой изученностью и разведанностью россыпных узлов северной зоны Хабаровского края (Приохотья) не представляется возможным достаточно обоснованно оценить возможные ресурсы золота в прогнозируемых глубокозалегающих россыпях этого региона. В приближенной форме можно дать общую оценку возможных ресурсов золота в глубокозалегающих россыпях северных зон края по соотношению суммарных запасов и ресурсов в мелкозалегающих россыпях золота южных и северных площадей (табл. 23).

Таблица 23

Соотношение запасов и ресурсов техногенных и неотработанных природных россыпей северных и южных зон Хабаровского края

Ресурсы и запасы	Запасы, ресурсы, т		$K = \frac{\text{сев. зоны}}{\text{южн. зоны}}$
	Северные зоны	Южные зоны	
1. Ресурсы техногенных россыпей	20,6	103,7	0,20
2. Ресурсы мелкозалегающих неотработанных природных россыпей	11,9	30,0	0,40
3. Запасы мелкозалегающих неотработанных природных россыпей	26,5	36,4	0,73
Среднее значение			0,44

С учетом усредненного коэффициента соотношений суммарные ресурсы глубокозалегающих россыпей всего Приохотья могут быть определены: $P_1 = 4,4$ т; $P_2 = 30,0$ т; $P_3 = 52,8$ т. Всего 87,2 т.

6.4. Основные принципы проведения поисково-разведочных работ с целью выявления глубокозалегающих россыпей на прогнозируемых участках

Региональные прогнозно-оценочные исследования являются первым, но необходимым этапом на пути выявления промышленных глубокозалегающих россыпей золота. Выше с определенной долей условности мы обосновали вероятные ресурсы этого типа месторождений цифрой около 280 т (192,0 т по южным зонам и 87,2 т по северным). Имеются все основания утверждать, что реальные промышленные ресурсы составят не менее 150—200 т. Совершенно очевидно, что глубокозалегающие россыпи золота составят заметный резерв края в золотодобыче, учитывая, что на сегодняшний день природные россыпи выработаны, а крупные коренные месторождения до сих пор не выявлены (кроме Многовершинного и Хаканджинского месторождений).

Крупномасштабных поисково-разведочных работ, специализированных на выявление глубокозалегающих россыпей в крае, не проводилось ввиду их сложности, высокой стоимости, а также трудностей при освоении. Вероятно, в ближайшее время край будет поставлен перед необходимостью организации глубинных поисков золотоносных россыпей рассматриваемого типа. Определенные сомнения организационного и экономического характера при выполнении подобных поисково-разведочных работ вызывают сложность и относительно высокая затратность мероприятий при ограниченных запасах даже крупных глубокозалегающих россыпей (установленные запасы характеризуемых россыпных месторождений золота, выявленных на юге Дальнего Востока в единичных случаях, составляют первые десятки тонн, а в большинстве же месторождений запасы не превышают 1 т, в редких случаях — составляют первые тонны). В связи с этим организация широкомасштабных поисково-разведочных работ на выявление глубокозалегающих россыпей под силу только специализированной экспедиции при устойчивом и достаточном финансировании. Существующие артели не смогут выполнять подобные работы, а будут «добывать» оставшиеся не освоенными мелкозалегающие природные или техногенные россыпи. Вероятнее всего, экономическая эффективность рассматриваемых поисково-разведочных работ будет выше поисков и разведки коренных месторождений, а затратность на 1 т разведанных запасов ниже, в связи с тем что в данном случае поисковые работы будут выполняться на значительно меньших глубинах и в менее твердых породах, а проценты выявляемости месторождений в общем близки (на 1000 разведываемых объектов одно крупное или уникальное; на 100 объектов одно среднее и на 10 объектов одно мелкое месторождение или забалансовое).

Основные принципы ведения поисково-разведочных работ на выявление глубокозалегающих россыпей в пределах выделенных перспективных участков включают:

1. *Выбор первоочередных районов.* Ранее проведенные поисково-разведочные работы и наши обобщения позволяют выделить в качестве первоочередных для проведения глубинных

поисков золотоносных россыпей следующие россыпные узлы и районы: Белогорский, Бекчи-Улский, Херпучинский, Кербинский и Пильда-Лимурийский. В Приохотье к первоочередным следует отнести Ланжинский, Курун-Урахский и Лантарский районы.

2. *Выбор первоочередных структур аккумуляции.* Наиболее перспективными для выполнения первоочередных поисков глубинными методами следует считать депрессионные структуры, являющиеся орографическим продолжением промышленной мелкозалегающей россыпи или распространяющиеся в зоне влияния системы продуктивных россыпей. Важным критерием выбора является также развитие в обрамлении коренных проявлений золотой минерализации.

3. *Методы структурной подготовки первоочередных объектов.* Для более обоснованного выбора мест заложения поисковых скважин или глубоких шурфов необходимо предварительное структурное картирование плотика. Наиболее надежным способом в этом случае является выполнение профильных исследований методом ВЭЗ.

4. *Последовательность заложения поисковых скважин.* Заложение одиночных скважин (или глубоких шурфов) имеет целью предварительно установить проявления золотоносности. Места заложения этих скважин определяются морфоструктурой оцениваемой россыпи, связью с источниками золота и продуктивными мелкозалегающими россыпями. Расстояние между последующими собственно поисковыми скважинами устанавливается с учетом анализа результатов бурения первых одиночных скважин. Дальнейшее сгущение сети скважин на этапах завершения первой поисковой стадии возможно в профильном варианте, в соответствии с существующими инструкциями, или на основе «свободного» размещения с учетом особенностей распределения золота в «песках» и «торфах».

5. *Разведочные работы, подсчет запасов.* Переход к разведочным работам осуществляется после предварительной оценки (по результатам поисков) возможных запасов, содержания золота, дискретности его распределения, глубины распространения золотоносных отложений и оценки возможностей применения

эффективных методов освоения (разработки, технологий извлечения золота, попутных компонентов и т.п.). После положительного заключения выполняются детальные разведочные работы с учетом стадий и методов, предусмотренных существующими инструкциями. Как правило, подсчет запасов производится по эксплуатационным блокам, отдельно для «песков» и «торфов», если последние продуктивны по кондициям для отработки драгами или гидравликой.

6.5. Прогнозная карта перспектив выявления глубокозалегающих россыпей масштаба 1:1 000 000

Работа по составлению прогнозной карты осуществлялась параллельно с анализом первичных материалов и разработкой региональных и локальных прогнозно-поисковых критериев. Составление такой карты целесообразно выполнять на орографической (рельефной) основе, поскольку заложение россыпеконцентрирующих структур, их положение и морфология определялись прежде всего процессами формирования рельефа, а в настоящее время они диагностируются в значительной мере рисунком современной орографии.

Как указывалось выше, методика регионального прогнозирования позволяет выделять только участки, перспективные на выявление глубокозалегающих россыпей, которые и показаны на карте прогнозов. Отдельные перспективные россыпи не могут быть выделены на мелкомасштабной карте и они перечислены нами в пределах прогнозируемых участков в табл. 20. Конкретные перспективные депрессии, водотоки и орографические структуры показаны нами только для центральной и южной зон Хабаровского края, а для северных районов исходный материал не позволял детализировать прогноз и в Приохотье выделены только перспективные участки с охватом благоприятных водотоков и морфоструктур. Дальнейшая детализация в пределах этих участков с выделением первоочередных структур возможна в процессе проведения поисково-разведочных работ. Для удоб-

ства издания и пользования прогнозная карта прикладывается в настоящей монографии фрагментами по отдельным золотороссыпным узлам с соответствующими условными обозначениями, наименованиями золотороссыпных узлов и перспективных участков. В приложении 1 помещена сводная таблица прогнозных ресурсов золота.

6.6. Модели типовых глубокозалегающих россыпей

Базовые модели глубокозалегающих россыпей золота юга Дальнего Востока приведены и охарактеризованы были ранее в разделе 4.3 («Типизация глубокозалегающих россыпей»), рис. 9. Это обобщенные модели, содержащие интегрированные признаки и свойства групп сходных месторождений. Разработки базовых моделей имеют существенное значение при прогнозировании, промышленной оценке, планировании поисковых и разведочных работ. Не меньшее значение имеют модели конкретных месторождений, выражающие детали и элементы золотоносности, не нашедшие отражения в базовых моделях. В Хабаровском крае количество вскрытых и квалифицированно задокументированных глубокозалегающих россыпей ограничено, в связи с чем мы использовали также материалы изучения подобных месторождений по Амурской области.

Модели конкретных глубокозалегающих россыпных месторождений приведены в Приложении 2. Они могут быть разбиты на несколько групп по морфологии, сложности строения, продуктивности, глубинам распространения. К первой наиболее многочисленной группе относятся золотоносные россыпи ограниченных глубин (12—20 м) в основном долин I—III порядков. Как правило, россыпи этого типа имеют непосредственную связь с коренными источниками золота; формировались они в процессе пульсирующих неотектонических однонаправленных движений. Характерным для россыпей подгруппы А является относительно высокое содержание золота (до нескольких г/м³) при невысоких запасах (десятки—сотни кг). В

надплотиковых отложениях в большинстве случаев золото присутствует в невысоких концентрациях, образуя чаще линзовидные и гнездообразные тела. Поскольку россыпи рассматриваемого типа наиболее легко обнаруживаются (преобладают глубины 12—15 м) и относительно несложно обрабатываются, они образуют самую многочисленную группу освоенных россыпей ограниченных глубин на юге Дальнего Востока. Следует к сказанному добавить, что характеризуемые россыпи обнаруживаются как в современных долинах, так и в палеодолинах, смещенных в результате меандрирования русла, в том числе локализованных на террасовалах (подгруппа Б). Наиболее характерным районом распространения подобных россыпей является Пильда-Лимурийский, а также Верхнее и Среднее Приамурье. По структурно-тектоническому фактору эти россыпи относятся к средневысотным внутригорным морфоструктурам верхних, в основном ложковых частей речных систем нагорий или межгорных равнин.

Некоторую разновидность рассмотренных выше россыпных месторождений ограниченных глубин представляют модели типа В. Отличительной чертой этих месторождений является совмещенность в долинах мелко- и глубокозалегающих россыпей, причем последние обычно локализованы в приустьевых зонах водотоков или в местах сочленений основных долин с притоками. Концентраторами золота в глубокозалегающих структурах этого типа являются в основном эрозионные палеодепрессии, формировавшиеся при разработке основной долины. Модели двух последних подгрупп (Г и Д) представлены месторождениями сходных типов, формирование которых связано с проявлениями интенсивных процессов неотектонической активизации и формирования грабенообразных структур длительного однонаправленного прогибания. В районах с повышенной коренной золотоносностью в этих структурах формировались россыпные месторождения значительных глубин локализации и нередко крупных запасов. В связи с большими трудностями выявления подобных месторождений они представлены единичными объектами на территории юга Дальнего Востока. В некоторых из них разведаны значительные запасы золота (Нагиминская рос-

сыпь — 16 т) при высоких содержаниях металла (до нескольких г/м³, иногда до десятков г/м³ — россыпь Соболиная, Белогорский узел; отдельные отработанные глубокозалегающие россыпи Приохотья, Верхнего Приамурья).

Оценивая общие перспективы дальнейшего освоения глубокозалегающих россыпей золота Хабаровского края, со всей очевидностью можно определить проблему поисков, прежде всего месторождений двух последних подтипов в Нижнем Приамурье (Бекчи-Улский, Белогорский, Пильда-Лимурийский районы), а также в Приохотье. Выше указывались значительные трудности выявления подобных месторождений ввиду их скрытого характера, но сложившаяся ситуация с сырьевой базой золота в Хабаровском крае определяет данную проблему как наиболее актуальную и выдвигает ее в число первоочередных задач по производству ресурсов этого металла.

ГЛАВА 7

ОЦЕНКА РЕСУРСНОЙ БАЗЫ ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

7.1. Методика оценки ресурсов техногенных россыпей золота

С целью оценки ресурсов техногенных россыпей разработан ряд методик, которые можно подразделить на несколько основных групп.

1. Оценка прогнозных ресурсов через ожидаемую продуктивность россыпи.
2. Оценка запасов золота путем переразведки геологических блоков техногенной россыпи методом линейных пересечений.
3. Оценка прогнозных ресурсов, исходя из анализа потерь при разведке природной россыпи и потерь при ее разработке на основе учета разведанного и добытого золота, а также гранулометрического состава золота и вмещающих пород (вероятного содержания мелких и тонких фракций золота).

Первый метод основан на принципе аналогий и подсчет ресурсов производится через ожидаемую продуктивность погонной длины долины. Получаемые результаты являются крайне приближенными и не могут служить основанием для повторной отработки.

Второй метод основан на несколько упрощенной методике проходки разведочных линий, применяемой при разведке природных россыпей. Это весьма дорогостоящий способ, не всегда дающий достоверный результат и вследствие этого не может быть применен для массовой региональной оценки ресурсного потенциала техногенных и природно-техногенных россыпей.

Для экспрессной оценки прогнозных ресурсов техногенных россыпей золота более перспективны аналитические методы (группа 3), дающие приближенно-количественные результаты и позволяющие провести первичную инвентаризацию россыпных объектов, в том числе выделить наиболее перспективные промышленные россыпи под отработку или опытную переразведку с целью подтвержденных рассчитанных ресурсов. Аналитический метод оценки ресурсов техногенных россыпей принят нами при оценке их ресурсного потенциала.

Очевидно, что аналитические расчеты ресурсов техногенных россыпей должны базироваться на привлечении конкретных количественных показателей разведки и эксплуатации россыпей. Таковыми являются:

$Q_{\text{п}}$ — запасы природной россыпи отработанного блока по данным разведки (кг);

$V_{\text{отр}}$ — объем горной массы природной россыпи (м^3) в контурах отработанного блока;

$Q_{\text{д}}$ — добыча золота из отработанного блока (кг);

$C_{\text{р}}$ — среднее содержание золота в отработанном блоке (г/м^3) по данным геологоразведочных работ;

$K_{\text{н}}$ — коэффициент намыва, $K_{\text{н}} = Q_{\text{д}}/Q_{\text{п}}$;

$K_{\text{р}}$ — коэффициент потери промышленного золота при разведке природной россыпи в результате несовершенства методов разведки и способов разведочного опробования, а также анализа разведочных проб;

$K_{\text{мф}}$ — коэффициент содержания в россыпях мелкой фракции золота ($-0,1 \text{ мм}$), обычно теряемой при использовании мало эффективных технологий извлечения золота в прежние годы, особенно дражным способом. Устанавливается по данным ситового анализа разведочных проб или опробования эфельных отвалов.

К сожалению, только по некоторым россыпным месторождениям в отчетных документах приводятся данные гранулометрического состава вмещающих пород и золота, коэффициенты намыва и потери металла при добыче. В связи с этим в ряде случаев приходится при расчетах ресурсов техногенных россыпей принимать усредненные значения коэффициентов, наиболее характерные для россыпей Хабаровского края. Так, K_n изменяется от 1,1 до 1,4—1,6. Это связано с тем, что при разведке применяются стандартные разведочные сети, далеко не всегда учитывающие резко дискретный характер распределения золота в россыпи, вследствие чего объем реальных запасов золота может быть занижен, а в некоторых случаях и завышен ($K_n \leq 1$). При расчетах прогнозируемых ресурсов россыпей Хабаровского края усредненное значение K_n можно принимать в размере 1,3, учитывая преобладающую глинистость многих крупнообъемных россыпей края.

Потери промышленного золота при разведке, по данным статистики, составляют в среднем 15—30 % за счет необоснованности плотности разведочных сетей, несовершенства методов опробования, анализа разведочных проб и потери пылевидного золота (Крейтер. «Методика разведки месторождений полезных ископаемых», 1962). При расчетах прогнозных ресурсов K_p может быть принят в размере 0,2 (20 %).

Кроме пылевидного золота в разведочном опробовании и при эксплуатации россыпей терялась мелкая и супертонкая фракция (менее 0,1—0,05 мм), вследствие чего эту часть золота следует учитывать при расчетах прогнозных ресурсов. Проведенные опыты показывают, что пробирный анализ занижает содержание золота в 5—25 раз по сравнению с полным анализом [2, 12]. Значительная часть золота остается в отвалах также в сростках с другими минералами (в основном с кварцем и сульфидами). В течение длительного воздействия на техногенные россыпи кислородсодержащих поверхностных вод сульфиды окисляются, из других минералов золото выщелачивается, укрупняется и, таким образом, происходит естественное повышение содержания металла. Величина K_{mf} может быть взята из данных ситового опробования. Косвенно содержание мелкой

фракции увязывается со степенью промывистости золотоносных песков: низкая ($K = 1,3$), средняя ($K = 1,2$), высокая ($K = 1,0$).

Таким образом, первичные запасы природной россыпи могут быть скорректированы тремя коэффициентами: K_n (коэффициент намыва), K_p (несовершенство методов разведки, разведочного опробования и анализа разведочных проб) и $K_{мф}$ (потери мелких фракций золота и в сростках при добыче). Исходя из этого может быть получена расчетная формула прогнозных ресурсов техногенных россыпей:

$$Q_T = Q_n (K_n + K_p + K_{мф}) - Q_d. \quad [1]$$

Следует отметить, что поправочные коэффициенты отражают потери как при разведке, так и при добыче в основном мелкого и пылевидного золота, вследствие чего ресурсы техногенных россыпей обеспечиваются главным образом за счет преобладающего содержания в них золота мелких, тонких и сверхтонких фракций.

В большинстве случаев представляют большие трудности расчеты ресурсов золота отдельно в отвальных комплексах (в собственно техногенных россыпях) и в остаточно-целиковых массивах. Вследствие этого приведенные выше обоснования расчетов (формула 1) предполагают оценку ресурсов золота суммарно в природно-техногенных россыпях (отвальные + остаточно-целиковые комплексы), тем более что при повторной переработке такие россыпи будут представлять собой единый золотороссыпной объект.

При расчетах прогнозных ресурсов техногенных россыпей учитываются разведанные запасы, а также при отсутствии разведки и прогнозные ресурсы по категориям P_{1-2} . Проведенная нами статистическая обработка сопоставления данных прогнозов и проведенной впоследствии разведки показала близость этих значений при некотором превышении запасов по данным разведки в некоторых золотороссыпных узлах Хабаровского края (см. рис. 12).

Среднее содержание золота в природно-техногенных россыпях C_T может быть рассчитано по формуле

$$C_T = Q_T / V_{отр}. \quad (2)$$

При отсутствии данных по объему горной массы отработанного блока ($V_{\text{отр}}$) этот показатель рассчитывался нами по данным маркшейдерских замеров параметров отработанного блока:

$$V_{\text{отр}} = lhm, \text{ м}^3,$$

где l — протяженность россыпи; h — ее мощность (усредненная); m — средняя ширина россыпи. Все показатели в метрах.

7.2. Аналитические расчеты ресурсов техногенных россыпей

На территории Хабаровского края выявлено около 1500 золотоносных россыпей различных структурно-морфологических и генетических типов, преобладающая часть которых отработана. Особенно это касается крупнообъемных россыпей. На балансе из природных россыпей остаются мелкие месторождения с низким содержанием металла и незначительными запасами (десятки, первые сотни кг). Из всего объема техногенных россыпей Хабаровского края 30 % относятся к россыпям с высокой степенью глинистости и значительным содержанием мелкого, тонкого и пылевидного золота. Легко промывистые россыпи составляют 10—15 %; остальные относятся к россыпям средней промывистости со средними значениями потерь золота при отработке. К крупным и уникальным золотороссыпным месторождениям Хабаровского края относятся россыпи долин средних порядков, отработанные преимущественно дражным способом и с объемом горной массы свыше 20 000 000 м³. Их протяженность составляет десятки километров, продуктивность — многие сотни кг на 1 км погонной длины. К таким месторождениям относятся россыпи рек Херпучи, Семи, Сулакиткана, М. Битки, Олга, Ниман, Колчан и другие.

К россыпям среднего масштаба можно отнести большинство месторождений, отработанных также дражным способом, и с объемом промытой горной массы свыше 2 000 000 м³; их протяженность составляет первые километры, продуктивность

100—200 кг на 1 км погонной длины россыпи. Примерами могут служить россыпи таких рек, как Хон, Кайгачан, Б. Бори, Ботоон, Ниламоцит, Тяпка, Оемку и другие.

К малым месторождениям относится большинство россыпей, отработанных гидромеханизированным способом и имеющим объем горной массы менее 2 000 000 м³. Это террасовые россыпи долин средних порядков и долинные низких порядков. Протяженность их от нескольких сотен метров до первых километров. Продуктивность изменяется от 20 до 100 кг на 1 м погонной длины россыпи. Их доля в общем балансе россыпных месторождений края составляет около 18 %.

Нами произведена переоценка ресурсов техногенных россыпей золота в основном первых двух групп, как наиболее крупнообъемных и наиболее перспективных для рентабельной вторичной переработки дражным способом. В ряде случаев для сравнительной характеристики нами выполнены расчеты ресурсов малых техногенных россыпей, с объемом горной массы ниже 2 000 000 м³.

В основном оценивались ресурсы техногенных россыпей, в которых объемы добытого золота из природной россыпи превышали 100 кг. По нашему мнению, этот критерий определяет нижний порог промышленного освоения техногенных россыпей. Всего оценены ресурсы 149 техногенных россыпей.

В зависимости от полноты исходных данных по конкретным отработанным россыпям нами составлены таблицы расчетов ресурсов трех видов. Первая из них (табл. 24) включает расчеты по россыпям с наиболее полными и достоверными данными разведочных и эксплуатационных характеристик (таблица базовых моделей). Из различных информационных источников собраны фактические данные по Q_n , $V_{отр}$, Q_d , C_p и по некоторым поправочным коэффициентам. Полученные данные позволяют с высокой степенью достоверности произвести расчеты техногенных ресурсов наиболее характерных россыпных месторождений золота Хабаровского края, а также получить коэффициенты соотношений объемов добытого золота и соответствующих техногенных ресурсов по конкретным россыпям ($K_{о,р}$). По ряду отработанных россыпей мы располагали ограниченной информацией,

Таблица 24

Перечень расчетных ресурсов техногенных россыпей золота Хабаровского края (базовые модели)

Узел, россыпь, номер на схеме	Среднее содержание Au на массу, г/м ³ (по данным разведки)	Переработано горной массы, тыс.м ³	Запасы Au природной россыпи в отработанных блоках, кг	Добыто Au в отработанных блоках, кг	Коэффициент намыва	Ресурсы техногенной россыпи, кг	K _{о.р}	Год и способ добычи
Бекчиульский								
1. Бекчи	0,26	5862	1524	2180	1,43	762	0,35	1970 г. — Г
2. Заманчивый	0,29	1191	345	359	1,04	173	0,48	
3. Кулибина	0,29	5053	1465	1491	1,02	733	0,49	1977—78 гг. — Г
4. С. Ул	0,23	5338	1228	1511	1,23	614	0,41	1977, 1982—91 гг. — Г, Др
Сумма		17 444	4562	5541		2281		
Белогорский								
5. Ивановский	0,46	271	125	166	1,33	62	0,37	Г
6. Колчан	0,6	11 600	6960	6956	1	3480	0,5	1961—70, 74, 75, 91 гг. — Др, Г
Сумма		11 871	7085	7122		3542		
Даньский								
7. Белая	0,37	3526	1305	1783	1,37	653	0,37	1961—84 гг. — Г
Кербинский								
8. Камакан	0,29	6300	1827	2064	1,13	914	0,44	1899—1975 гг. — Г

Узел, россыпь, номер на схеме	Среднее содержание Au на массу, г/м ³ (по данным разведки)	Переработано горной массы, тыс.м ³	Запасы Au природной россыпи в отработанных блоках, кг	Добыто Au в отработанных блоках, кг	Коэффициент намыва	Ресурсы техногенной россыпи, кг	K _{о.р}	Год и способ добычи
9. Б. Сулаки	0,24	4603	1105	1125	1,02	553	0,49	1973—81 гг. — Г
10. Керби (Гонгрэн)	0,12	2450	294	280	0,95	147	0,52	1974, 84, 90, 91 гг. — Г, Др
11. Керби (Яшкино)	0,1	2685	269	347	1,29	134	0,39	
12. Гангрэн (н.уч.)	0,16	5844	935	695	0,74	467	0,67	1971—73, 81—89 гг. — Др
13. Сулаkitкан	0,34	32 600	11 084	11 407	1,03	5542	0,49	1964—70, 68—77 гг. — Г, Др
14. Ботоон	0,36	9040	3254	3141	0,97	1627	0,52	1936—51, 73—80 гг. — Др, Г
15. Ниламакит	0,25	3480	870	1043	1,2	435	0,42	
16. Семи	0,39	33 449	13 045	15 945	1,22	6522	0,41	1964—89 гг. — Г, Др
17. Бриакан	0,26	6160	1602	2135	1,33	801	0,38	1963—74 гг. — Г
18. Нилан-1	0,23	6920	1592	1942	1,22	796	0,41	1964—77, 84—95 гг. — Г
19. Нульгириккан	0,25	2800	700	832	1,19	350	0,42	Г
20. М. Токолан	0,4	1718	687	804	1,17	344	0,43	Г
Сумма		118 049	37 264	41 760				

Мевачанский								
21. Л. Иктинго	0,21	1440	302	380	1,26	151	0,4	Г
22. Турки	0,26	840	218	158	0,72	109	0,69	Г
Сумма		2280	520	538		260		
Пильда-Лимурийский								
23. Дмитриев-ский	0,4	3664	1465	1758	1,2	733	0,42	1962—71, 91 гг. — Г
24. Троицкий	0,23	10 304	2370	2500	1,05	1185	0,47	1900—32, 1968—74 гг. — Г
25. Б. Бакан	0,3	2296	689	952	1,38	344	0,36	1978—90 гг. — Г
26. Евгеньевский	0,27	1123	303	460	1,52	152	0,33	1975, 77, 81 гг. — Г
27. Покровский	0,29	3372	978	1152	1,18	489	0,42	1939—57 гг. — Г
28. М. Битки	0,28	18 890	5289	7180	1,36	2645	0,37	
29. Б. Бори	0,37	3925	1452	1389	0,96	726	0,52	1961—75, 77, 80, 81, 89—91 гг. Г, ДР
Сумма		43 574	12 546	15 391		6274		
Софийский								
30. Агда-2	0,3	4651	1395	1662	1,19	698	0,42	1965—86 гг. — Г
31. Олга	0,19	21 128	4014	4800	1,2	2007	0,42	1978—89, 90, 91 гг. — Др, Г
32. Канак	0,23	1478	340	492	1,45	170	0,34	1965—74, 81, 89 гг. — Г
33. Учугей-Эльга	0,26	86 740	22 552	24 770	1,1	1131 3	0,47	1978—91 гг. — Г
34. Агды-1	0,3	18 200	5460	6564	1,2	2730	0,42	1876—1899 гг. — Г
35. Таен-Эльга	0,24	17 428	4183	5911	1,41	2091	0,35	1965—73, 77, 80—90 гг. — Г
36. Ниман	0,15	11 816	1772	2466	1,39	886	0,36	1971—89, 91 гг. — Г, Др
37. Олга-Агда	0,21	14 498	3045	3673	1,21	1522	0,41	1960, 67—77 гг. — Др, Г

Узел, россыпь, номер на схеме	Среднее содержание Au на массу, г/м ³ (по данным разведки)	Переработано горной массы, тыс. м ³	Запасы Au природной россыпи в отработанных блоках, кг	Добыто Au в отработанных блоках, кг	Коэффициент намыва	Ресурсы техногенной россыпи, кг	K _{о,р}	Год и способ добычи
38. Агда-Олга	0,27	4223	1140	957	0,84	571	0,6	1972—75 гг. — Др
39. Амакан-Макит	0,26	4200	1092	1502	1,38	546	0,36	
40. Соломатовский	0,3	6720	2016	2067	1,03	1008	0,49	1889—98, 1989—98 гг.—Д
Сумма		191 082	47 009	54 864		2354 2		
Тумнинский								
41. Оемку-Широкий	0,4	7843	3137	3297	1,05	1569	0,48	1965—87, 90, 91 гг. — Г, Др
42. Зимовье	0,48	506	243	319	1,31	121	0,38	1968—75 гг. — Г
43. Каменный	0,3	401	120	172	1,43	60	0,35	Г
44. Ноябрьский	0,29	990	287	281	0,98	144	0,51	Г
45. Оломда	0,4	843	337	565	1,68	169	0,3	1968—76 гг. — Г
Сумма		10 583	4124	4634		2063		

Ургальский 46. Б. Ерик	0,34	3308	1125	1160	1,03	562	0,48	1981—91 гг. — Г
Херпучинский 47. Б. Ваюн	0,32	3330	1066	1792	1,68	533	0,3	1986—88 гг. — Др; 89—90 гг. — Г
48. Томанчи	0,35	1350	473	484	1,02	236	0,49	1979—82 гг. — Др, Г
49. Сунгучан	0,23	1332	306	453	1,48	154	0,34	1961,62,64—70,80—84 гг. — Др
50. Когляхты	0,39	1925	751	853	1,14	375	0,44	1979—87 гг. — Др
51. М. Кайгачан	0,3	4900	1470	1628	1,11	735	0,45	1971—89 гг. — Др, Г
52. Гайфон	0,38	3700	1406	1412	1	703	0,5	1961—70,79 гг. — Др, Г
53. Тальмак Бол.	0,3	19 566	5870	7582	1,29	2935	0,39	1961, 65—68,78—82 гг. — Г
54. Херпучи	0,48	19 409	9316	10 865	1,17	4658	0,43	1961—64, 75—79, 82—83 гг. — Др
55. Хон	0,14	3066	429	290	0,67	214	0,74	1984—88 гг. — Др
56. Хон-2	0,35	2880	1008	1459	1,45	504	0,35	1934—56 гг. — Др
Сумма		61 458	22 095	26 818		11 047		
Чогаро-Удыхинский 57. Муриля (нижн.)	0,28	830	233	292	1,26	116	0,4	1990—91 гг. — Г
Итого		464 005	137 868	159 903		68 973		
Примечание. Способы добычи: Др — дражный; Г — гидравлический.								

включающей только объемы добычи золота и среднее содержание металла в отработанных блоках (табл. 25). В этом случае ресурсы техногенных россыпей определялись путем применения усредненного коэффициента отношений объемов добытого золота и техногенных ресурсов ($K_{o.p}$), установленного при расчетах техногенных ресурсов базовых месторождений и равного 0,44. Вероятные ресурсы рассматриваемых в табл. 25 техногенных россыпей определялись путем умножения объема добычи на 0,44.

В составленной табл. 26 приведены расчеты ресурсов техногенных россыпей северных зон Хабаровского края, отличающихся от россыпных месторождений юга существенно повышенным содержанием золота и высокой продуктивностью. Из кадастров и отчетов получены основные исходные данные по этим россыпям (C_p , Q_d , $V_{отр}$).

Техногенные ресурсы золота рассчитаны по формуле (1). Таким образом, определение ресурсов техногенных россыпей золота северных зон Хабаровского края выполнено прямыми расчетами и их можно считать высоко обоснованными. Следует, однако, заметить, что для многих россыпей северной зоны точные цифры добычи в архивах отсутствуют и в связи с этим условно приняты объемы добычи, равные геологическим запасам, тем более что усредненная величина коэффициента намыва близка к единице (составляет 1,08).

Остались не рассмотренными ресурсы техногенных россыпей Сутарского района ЕАО, где за 100 с лишним лет было добыто 29 780 кг золота (по другим данным, 10—15 т). Эти работы нами не были выполнены из-за отсутствия в архивах исходных данных разведки и эксплуатации по отдельным россыпям. Можно оценить по $K_{o.p}$ вероятные техногенные ресурсы золота района в 6,6 т, однако, по заключению ИКАРПа (В.И. Журнист), ресурсы техногенных россыпей Сутарского района оцениваются ниже (около 4 т). По мнению В.А. Буряка, эксплуатационные потери при гидравлическом способе переработки сутарских россыпей составляли не менее 40 %, т.к. содержание очень мелкого и тонкого золота в них достигало 40—60 %.

Перечень вероятных ресурсов техногенных россыпей золота Хабаровского края (сравнительные модели)

Узел, россыпь, номер на схеме	Среднее содержание золота на массу, г/м ³ (по данным разведки)	Добыто золота в отра- ботанных бло- ках, кг	Вероятные ресурсы техно- генной россыпи, кг	Год и способ отработки
Бекчиулский				
58. Петропавловский	0,41	1926	847	Др, Г
59. Удачный	0,2	338	149	Г
Сумма		2264	996	
Белогорский				
60. Сивук	0,3	524	231	Г
61. Тяпка	0,1	526	231	Др
Сумма		1050	462	
Кербинский				
62. Нангремакит	0,23	1820	801	Г
63. Сивак	0,28	1500	660	Г
64. Алакит	0,26	723	318	Г
65. Воскресеновский	0,2	497	219	1894—1979 гг. — Г
66. Рождественский	0,27	2791	1228	1896—1979 гг. — Г
67. Б. Токолан	0,2	653	287	1983—84 гг. — Др, Г
Сумма		7894	3513	
Мевачанский				
68. Турчик	0,345	1646	724	Г

Узел, россыпь, номер на схеме	Среднее содержание золота на массу, г/м ³ (по данным разведки)	Добыто золота в отра- ботанных бло- ках, кг	Вероятные ресурсы техно- генной россыпи, кг	Год и способ отработки
Пильда-Лимурийский				
69. Подседловский	0,12	1243	547	1937—46 гг. — Др, Г
70. Гуслияковский	0,18	688	303	1936—54 гг. — Г
71. М. Дидбиран	0,2	310	136	1938—47 гг. — Др
72. Детеныш	0,12	295	130	1941—66 гг. — Г
73. Бори-Ср.Ивановский	0,24	1329	585	1944—82 гг. — Др, Г
74. Николаевский	0,5	105	46	1942—73 гг. — Г
75. Джатка	0,15	363	160	1900—24, 68—74 гг. — Г
76. Амуркан	0,42	171	75	1942, 67—93 гг. — Др
77. Петровский	0,2	133	59	1975—80 гг. — Г
78. Дяппе	0,29	129	57	1936—48, 69 гг. — Г
79. М. Жорма	0,2	199	88	1942—43, 66—80 гг. — Г
Сумма		4965	2186	
Софийский				
80. Маврикиевский	0,25	500	220	
81. Агда-3	0,3	25860	11378	1876—99 гг. — Др, Г
82. Канак осн.	0,37	16799	7392	1962 г. — Др, Г
Сумма		43159	18990	
Тахтинский				
83. Террасный	0,33	325	143	1981—82 гг. — Г

Тумнинский				
84. Широкий	0,44	1720	757	Др
85. Горный	0,3	421	185	Др, Г
86. Тунгусский	0,32	239	105	Г
87. Таборный	0,24	257	113	Г
88. Колба	0,41	395	174	1968—76 гг. — Г
89. Озерный	0,23	108	48	Г
90. Л. Джегдаг	0,35	710	312	1966—84 гг. — Г
Сумма		3850	1694	
Херпучинский				
91. Модель	0,4	15 000	6600	1900 г. — Др
92. Успенский	0,26	400	176	1936 г. — Др
93. Безымянный	0,15	376	165	Др, Г
94. В. Уда	0,18	954	420	1948—75 гг. — Г
Сумма		16 730	7361	

Перечень вероятных ресурсов техногенных россыпей золота северных районов Хабаровского края

Узел, россыпь, номер на схеме	Среднее содержание золота на массу, г/м ³ (по данным разведки)	Объем отработанной горной массы, тыс.м ³	Геологические запасы золота в отработанных блоках, кг	Добыто золота в отработанных блоках, кг	Коэффициент намыва	Ресурсы техногенной россыпи, кг	Среднее содержание золота в техногенной россыпи, г/м ³
Даньский							
95. Дань	0,66	1986	1311	1685	1,29	656	0,27
96. Ср. Сафрон	1,15	739	850	566	0,67	425	1,17
97. Б. Сафрон (верх)	1,3	648	842	842	1	421	0,9
98. Б. Сафрон (нижн.)	0,4	99	40	40	1	20	0,27
99. Попутный	0,17	950	162	162	1	81	0,12
100. Муктана	0,7	4114	2880	2892	1	1440	0,48
101. Л. Улюн	0,54	356	192	192	1	96	0,37
102. Пр. Дарья	0,68	1114	758	761	1	379	0,47
103. Варвара	0,59	981	579	574	0,99	290	0,41
104. Пр. Юна	0,74	972	719	745	1,04	360	0,48
Сумма		11 959	8333	8459		4168	
Кет-Капский							
105. Первый	0,31	1425	442	439	0,99	221	0,22
106. Тасс	0,67	1554	1041	950	0,91	521	0,52
107. Тараннах	0,62	2186	1355	1346	0,99	678	0,43
108. Оленек	1,4	433	606	634	1,05	303	0,9

109. Белка	0,71	251	178	143	0,8	89	0,63
110. Лев. Хары-Яаллах	0,24	770	185	189	1,02	93	0,16
111. Буор	0,66	860	568	567	1	284	0,46
112. Крутой	0,6	232	139	162	1,17	70	0,31
113. Юртовый	0,47	439	206	207	1	103	0,32
114. Буор-Салаа	0,47	3283	1543	4243	2,75	772	0,5
115. В. Курунг	0,39	1147	447	442	0,99	224	0,27
116. Хапчаана	1,12	317	355	353	0,99	178	0,78
117. Намысаах	0,83	59	49	49	1	25	0,58
118. Лев. Догуйн	1,11	391	434	430	0,99	217	0,77
119. Пр. Догуйн	1,43	352	503	504	1	252	0,99
120. Догуйн	0,82	1575	1292	1230	0,95	646	0,61
121.Пр. Беспрозванный	2,2	385	847	847	1	424	1,52
122. Беспрозванный	0,81	2442	1978	1986	1	989	0,56
123. Л. Улахан	0,7	4319	3023	3883	1,28	1512	0,28
124. М. Чайдах	0,31	659	204	222	1,09	102	0,19
125. Пр. Хары-Яаллах	0,24	1366	328	326	0,99	164	0,17
Сумма		24 445	15 723	19 152		7867	
Курун-Уряхский							
126. Курун-Урях (нижн.)	0,51	6641	3387	3387	1	1694	0,35
127. Курун-Урях (верх)	0,54	4237	2288	2887	1,26	1144	0,23
128. Водораздельный	2,3	133	306	200	0,65	153	2,38
129. Горелый	0,78	269	210	210	1	105	0,54
130. Крутой	0,78	284	222	222	1	111	0,54
Сумма		11 564	6413	6906		3207	

Узел, россыпь, номер на схеме	Среднее содержание золота на массу, г/м ³ , по данным разведки	Объем отработанной горной массы, тыс.м ³	Геологические запасы золота в отработанных блоках, кг	Добыто золота в отработанных блоках, кг	Коэффициент намыва	Ресурсы техногенной россыпи, кг	Среднее содержание золота в техногенной россыпи, г/м ³
Ланжинский							
131. Золотой-Амбарный	0,6	1680	1008	1008	1	504	0,41
132. Жар	100	44					
133. Огонек	736	324					
134. Пологий	585	257					
135. Вольный	378	166					
136. Асиберган	0,08	2760	221	221	1	111	0,06
Сумма		4440	1229	3028		1406	
Лантарский							
137. Биракачан	0,4	537	215	215	1	108	0,28
Одолинский							
138. Тарыннах	0,93	1361	1266	1266	1	633	0,64
Томптоканский							
139. Угаян (верх)	0,34	92	31	114	3,68	16	0,66
140. Поздний	0,6	225	135	134	0,99	68	0,42
141. Лев.Хайунда	0,84	518	435	434	1	218	0,58
142. Пр.Хайунда	0,5	820	410	406	0,99	205	0,35

143. Веселый	0,27	1529	413	417	1,01	207	0,18
144. Угаян (нижн.)	0,67	2301	1542	1538	1	771	0,46
145. Пр. Томптокан	0,77	1243	957	967	1,01	479	0,52
146. Ср. Томптокан	1,02	560	571	578	1,01	286	0,69
147. Хайунда	0,94	840	790	790	1	395	0,65
Сумма		8128	5284	5378		2645	
Юровский							
148. Оленный	0,35	431	151	151	1	76	0,24
149. Лев. Юровка	0,53	1827	968	1020	1,05	484	0,34
Сумма		2258	1119	1171		560	
ИТОГО		64 692	39 582	45 575		20 594	

При оценке ресурсов и содержания золота в различных granulометрических фракциях отвального комплекса следует иметь в виду обогащение эфелей за счет удаления галечной составляющей горной массы и перехода золота различных классов и генетических типов из объема удаляемой крупнообломочной фракции в эфельную. Величина обогащения эфелей в первом приближении определяется соотношением объемов галей и эфелей и может достигать 2—4 раз. По некоторым наблюдениям, отмечается прямо пропорциональная зависимость между содержанием золота, количеством минералов с уд.в. более 6, объемом эфелей в горной массе и процентом потерь. Так, при опытном опробовании исходных песков и эфелей россыпи Мал.Жорма (Пильда-Лимурийский район) получено соответственно содержание золота: в исходных песках — 388 мг/м^3 , а в эфелях — около $400\text{—}500 \text{ мг/м}^3$ при долевого количестве эфелей в исходной горной массе около 25 %.

Рассчитанные нами ресурсы техногенных россыпей и указанное в них среднее содержание золота относятся к объему всей переработанной горной массы, включая и галевые отвалы. Учитывая существенные обогащения эфелей при грохочении на драгах или дезинтеграции при гидромеханическом способе обработки, следует относить расчетные ресурсы к объему эфелей, т.к. «уход» золота в галечные отвалы составляет в среднем около 3 % первоначального количества в исходных песках. В связи с этим промышленный интерес представляет переработка прежде всего эфельных отвалов техногенных россыпей.

7.3. Оценка ресурсной базы техногенных россыпей Хабаровского края

Основные результаты оценки техногенных россыпей края приведены в табл. 24, 25 и 26. Были рассчитаны все россыпи, отработанные в период 1900—1995 гг. с объемами первичной добычи свыше 100 кг (149 объектов). Результаты освоения природных россыпей в последующие 4—5 лет не могли изменить общего состояния ресурсной базы техногенных россыпных месторождений ре-

гиона ввиду ограниченных объемов добычи золота в этот период, к тому же преимущественно из мелких объектов.

Общие суммарные ресурсы техногенных россыпей края, по нашим расчетам, составляют 124,3 т. Полученную цифру следует рассматривать как оптимальную, в связи с тем что при расчетах были применены усредненные поправочные коэффициенты $K_p = 0,2$ и $K_{мф} = 0,3$ со значительной долей условности и с некоторым занижением (особенно $K_{мф}$). Необходимо еще раз оговорить, что $K_{мф}$ отражает не только данные ситового анализа (т.е. содержание съемного золота фракции менее 0,1 мм), но также и золото в сростках, супертонкое, пылевидное, адсорбированное и коллоидное, т.е. в тех формах, в которых металл не улавливается, как правило, на промышленных установках и может быть определен путем проведения полного анализа — растворением в царской водке с последующим осаждением. Высокая степень извлечения золота указанных фракций достигается гидрометаллургическим способом и менее полно — цианированием.

Основные результаты выполненных работ позволяют:

1) оценить общее состояние ресурсной базы техногенных россыпей региона и вероятные остаточные объемы металла в отработанных россыпных объектах;

2) выделить наиболее продуктивные россыпи в качестве перспективных для первоочередного освоения дражным или гидромеханическим способом;

3) наметить техногенные россыпи с целью производства заверочных опытно-экспериментальных геологоразведочных работ, которые должны быть проведены до освоения соответствующего россыпного объекта. Это связано с определенной условностью аналитических расчетов, а также с возможной высокой неравномерностью распределения остаточного золота в отвальных комплексах.

Ранее в ИГД ДВО РАН (Е.А. Шевелевой) были выполнены расчеты техногенных ресурсов по основным золотороссыпным узлам Хабаровского края путем применения методики Константинова (ИРГИРЕДМЕТ, г. Иркутск). В таблице 27 показаны данные сопоставления оценки техногенных ресурсов, полученные двумя методами. Отмечается общая сходимость на уровне

порядка цифр итоговых результатов в рамках достоверности аналитических методов. Наблюдается сходимость в пределах 72—92 % оценки техногенных ресурсов по россыпным узлам Приохотья, Нижне-Амурского района и в значительной мере по Херпучинскому узлу. Заметные различия расчетных данных по другим узлам связаны, видимо, с неодинаковым количеством принятых к расчетам россыпных объектов, а также с разной степенью обоснования методик Константинова и принятой нами. Исходя из анализа геологических особенностей россыпей и условий их локализации, мы считаем заниженными Е.А. Шевелевой техногенные ресурсы Кербинского, Софийского и отчасти Херпучинского узлов; в свою очередь, техногенные ресурсы Тумнинского узла оказались завышенными. Из россыпей Кербинского, Софийского и Херпучинского узлов соответственно добыто только учтенного золота — 52 т, 115 т, 45 т, а в Тумнинском узле всего около 6 т. Несоответствие между добытыми объемами золота и рассчитанными Е.А. Шевелевой техногенными ресурсами очевидно.

Учетная добыча россыпного золота по Хабаровскому краю на 2000 г. составила около 342 т (по П.Н. Селезеву, около 482 т). Всего по таблицам 24, 25 и 26 рассчитаны техногенные ресурсы 149 объектов с общим количеством добытого из них золота 296 т. Следовательно, рассчитанные нами ресурсы техногенных россыпей составляют около 42 % добытых объемов металла. За рамками наших расчетов остались малые россыпи с общим объемом добытого металла около 46 т.

Среднее содержание съемного золота в техногенных россыпях южных районов края невысокое и изменяется от 0,12 до 0,19 г/м³. В северных районах усредненное содержание около 0,24—0,35 г/м³. В пределах конкретных россыпей колебания более значительные, особенно в техногенных россыпях северных районов (табл. 26). В южных районах содержание золота в техногенных россыпях в среднем в два раза меньше. Следует отметить, что во всех расчетах мы исходили из цифр съемного золота, т.е. того, который учитывался обычным пробирным анализом, лотковым опробованием или в процессе съема с промприборов. Мы указывали, что фактическое содержание металла намного выше за счет мелкого и супертонкого золота.

Таблица 27

Таблица сопоставления результатов оценки ресурсов техногенных россыпей Хабаровского края по методике Константинова (расчеты выполнила Е.А. Шевелева) и по методике, разработанной А.П. Ван-Ван-Е

Золотороссыпной узел, район и зона	По Е.А. Шевелевой			По данным А.П. Ван-Ван-Е		
	Ресурсы техн. рос., кг	Среднее содержание золота, г/м ³		Ресурсы техн. рос., кг	Среднее содержание золота, г/м ³	
		Техн. рос.	Прир. рос.		Техн. рос.	Прир. рос.
Кербинский узел	10 200	0,12	0,28	22145	0,16	0,26
Нижне-Амурский район	23 400	0,19	0,31	16 869	0,16	0,29
Северная зона	22 500	0,24	0,47	20 594	0,35	0,54
Софийский узел	8800	0,7	0,29	42 532	0,12	0,34
Тумнинский узел	18 700	0,23	0,32	3757	0,19	0,33
Херпучинский узел	13 600	0,14	0,21	18 408	0,18	0,23
Всего	97 200			124 305		
<i>Примечание.</i> В суммарном расчете техногенных ресурсов по Нижне-Амурскому району учтены следующие узлы: Бекчиульский, Белогорский, Мевачанский, Тахтинский и Пильда-Лимурийский (см. табл. 24, 25). Северный район включает золотороссыпные узлы Приохотья (северные зоны Хабаровского края) (табл. 26).						

Полученные расчетные данные ресурсов техногенных россыпей являются вероятностными и могут служить для определения возможных запасов, выделения первоочередных объектов под промышленное освоение, а также выполнения предварительных заверочных геологоразведочных работ и опытно-экспериментальных горно-технологических исследований. В качестве первоочередных нами выделяются следующие крупнообъемные техногенные золотороссыпные объекты:

В южных районах края

(в скобках указаны расчетные техногенные ресурсы, кг)

1. В Кербинском узле — Сулакиткан (5542), Ботоон (1627), Семи (6522).

2. В Софийском узле — Учугей-Эльга (11 313), Олга (2007), Агды со всеми отработанными полигонами (14 806), Канак основной (7392).

3. В Белогорском узле — Колчан (3480).

4. В Пильда-Лимурийском узле — Троицкая (1185), М. Битки (2645).

5. В Херпучинском узле — Херпучи (4658), Б. Тальмак (2935), Модель (6600).

В северных районах края

6. В Кет-Капском узле — Буор-Салаа (772), Беспрозванный (989), Л. Улахан (1512).

7. В Даньском узле — Дань (656), Мактана (1440).

8. В Курун-Уряхском узле — Курун-Урях Верхн. и Нижн. (2838).

9. В Ланжинском узле — Золотой Амбарный (504).

10. В Одолинском узле — Тарыннах (633).

11. В Томптоканском узле — Угоян Нижн. (771).

Всего рекомендуются для первоочередного освоения 22 техногенных россыпных месторождения с суммарными расчетными ресурсами золота 83 388 кг. Перечисленные рекомендуемые объекты располагаются в различных геоморфологических и географических зонах, характеризуются разными структурно-морфологическими и гранулометрическими особенностями золотосодержащих отложений, в связи с чем результаты эксплуатационных работ на них послужат критерием дальнейшего освоения рассчитанных в настоящем проекте золотороссыпных техногенных месторождений. Заверочные геологоразведочные работы целесообразно начинать в освоенных районах с развитой инфраструктурой. Предварительные расчеты показывают, что стоимость таких работ на одной техногенной россыпи (включая и опытно-экспериментальные горно-геологические исследования) может составлять 250—400 тыс. руб. Промышленное освоение техногенных месторождений возможно только после проведения указанных работ, о чем свидетельствует неудачный опыт освоения техногенной россыпи Колчан, проводившегося без предварительного изучения состава горной массы, гранулометрии и содержания золота, его распределения в отвальном комплексе.

Таблица 28

**Запасы и ресурсы золота неосвоенных
мелкозалегающих россыпей Хабаровского края**

Золотороссыпной район и узел	Запас, кг	Среднее содержание золота, г/м ³	Прогнозные ресурсы, кг	Суммарное кол-во объектов разведанных и прогнозируемых
<i>Северные зоны</i>				
Юровский	2297	0,32	427	21
Ланжинский	1745	0,66	654	35
Южно-Верхоянский	1332	0,48	1524	25
Девоншинский	—	—	417	8
Лантарский	2345	0,4	907	24
Курун-Уряхский	3874	0,57	779	18
Челасинский	255	0,31	127	9
Одолинский	1018	0,69	444	18
Тонумский	853	0,38	395	19
Кет-Капский	3046	0,47	2287	42
Омнинский	869	0,34	290	10
Даньский	4786	0,59	3422	59
Томптоканский	4055	0,48	247	28
Итого	26 475		11 920	308
<i>Южные зоны</i>				
Бекчиульский + Белогорский	6217	0,21	2327	37
Херпучинский	4227	0,23	4911	38
Пильда-Лимурийский	2837	0,24	6710	53
Тумнинский	1073	0,33	2973	33
Ульбанский	296	0,18	200	4
Софийский	15 195	0,34	1680	26
Кербинский	5724	0,28	9068	70
Мевачанский	777	0,35	2049	22
Итого	36 346		29 978	283
<i>Всего по краю</i>	62 821		41 898	591

В заключение раздела кратко охарактеризуем состояние не освоенных до настоящего времени оставшихся мелкозалегающих природных россыпей Хабаровского края. Как указывалось, подавляющая их часть относится к числу малых россыпей с запасами ниже 100 кг золота и содержанием его в пределах 100—250 мг/м³. Значительная их часть отнесена в забаланс, многие оценены по низким категориям (P₁, P₂). Более продуктивными являются неосвоенные природные россыпи Приохотской зоны, характеризующиеся более высоким содержанием золота. Табл. 28 дает представление о запасах (или ресурсах) неосвоенных природных россыпей и среднем содержании золота в них (суммарные данные по узлам). Из таблицы видно, что резерв природных россыпей невелик и составляет 62 821 кг разведанных запасов и 41 898 кг ресурсов. И те, и другие россыпи в большинстве случаев отрабатываются в настоящее время малыми артелями с ограниченной добычей металла.

На рисунках (картах-схемах; приложение 3) показано географическое положение техногенных россыпей, по которым рассчитывались ресурсы. На них вынесены также контуры основных золотороссыпных узлов, в пределах которых указаны номера техногенных россыпей, соответствующие номерам в табл. 24, 25 и 26. Техногенные россыпи базовых моделей (табл. 24) на картах-схемах выделены жирными цифрами, а россыпи сравнительных моделей и северных зон — обычным шрифтом.

ВЫВОДЫ

Выполненные нами научные и прикладные исследования позволяют сделать ряд важных выводов, основными из которых являются следующие.

1. **Остаточные природные россыпи** Хабаровского края представлены на сегодняшний день малопродуктивными месторождениями с преимущественно низким содержанием металла. Большая их часть отработана и ресурсы золота природных мелкозалегающих россыпей находятся на пределе. Существенная их часть не отвечает современным требованиям рентабельной крупнообъемной промышленной добычи и они в основном являются объектами освоения малыми предприятиями, главным образом вахтовым методом. Достигнутый уровень добычи золота из природных россыпей может сохраниться в течение ближайших 6—10 лет, причем суммарная добыча за указанный период может составить 40—60 т при условии доразведки прогнозных россыпей с получением кондиционных запасов.

2. Выполненные нами аналитические расчеты ресурсов золота **149 техногенных россыпных месторождений** края суммарно определяют вероятную их сырьевую базу в 124,3 т. Рассмотренные техногенные россыпи отличаются рядовым и низким содержанием металла в расчете на всю переработанную горную массу конкретной россыпи. Однако, учитывая то, что

при дезинтеграции природной россыпи остаточное золото концентрируется в основном в эфелях, следует ожидать фактического повышения содержания металла в них до 2—3 раз (в зависимости от соотношения эфелей и гали в отвальном комплексе). По некоторым наблюдениям, в гаях остается только около 3 % золота от первоначальных запасов. По этой же причине разработку техногенных россыпей следует начинать с освоения эфельных отвалов.

3. Учитывая высокую **дискретность** распределения золота в техногенных россыпях, необходимо перед их эксплуатацией выполнить минимально обоснованный объем выборочных геологоразведочных работ, результаты которых позволят оценить экономическую целесообразность (рентабельность) разработки конкретной россыпи. В связи с тем что в техногенных россыпях могут преобладать тонкие, пылевидные, субмикроскопические и адсорбированные фракции (менее 0,05 мм), параллельно с проведением выборочных геологоразведочных работ необходимо выполнить комплекс технологических исследований по определению полного содержания золота, а также степени извлекаемости металла современными промышленными способами и соответствующей аппаратурой.

4. В качестве первоочередных для освоения выделяются 13 техногенных россыпей в узлах южных районов края с суммарными расчетными ресурсами, 70,7 т и 9 россыпей в северных зонах с ресурсами 8,5 т. Россыпи северных зон при меньших ресурсах по сравнению с россыпями южных районов отличаются более высокой продуктивностью и повышенным содержанием золота.

5. При активном освоении техногенных россыпных месторождений суммарная добыча золота из остаточных природных и техногенных россыпей может достичь к **2010 г. 10—12 т в год.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной монографии автор счел важным соединить элементы фундаментальных и научно-прикладных исследований с целью решения практических задач. Первые из них являются базовыми и представляют собой теоретическую основу для достижения стратегических целей обоснования, с одной стороны, прогнозных факторов, а с другой — разработки методов оценки ресурсов различных геоблоков региона, существенно различающихся условиями формирования золотоносных россыпей.

Автор не ставил задачу разработки всеобъемлющих концепций формирования россыпных месторождений и ограничился рассмотрением этой сложной проблемы только применительно к конкретному региону. Следует отметить, что, несмотря на огромное количество выполненных в этом направлении исследований, в каждом конкретном случае приходится исследовать целый ряд генетических факторов формирования россыпей, обусловленных историей геологического развития, особенностями геоморфологии, характером связи с россыпеобразующими источниками и т.п. Большинство этих особенностей представлены в тексте, таблицах и рисунках монографии, но некоторые детали учитывались автором дополнительно при прогнозной оценке конкретного россыпного узла.

При выполнении исследований и формировании монографии автор стремился к доступности изложения при одновременной обоснованности научных положений и факторов в связи с тем, что работа предназначалась для широкого круга пользователей. Работы подобного профиля должны иметь высокую степень наглядности для возможного использования их в прикладных целях, в том числе и как вариант подобных исследований в других регионах. В связи с этим автор посчитал целесообразным включить приложения 1, 2 и 3.

Совершенно очевидно, что монография не затрагивает всех аспектов формирования золотоносных россыпей, особенно на уровне детальных факторов локализации золотоносных песков. Это связано с тем, что подобные обобщения не могут отразить всего многообразия генетических особенностей локализации конкретных россыпей и, как правило, выделяются лишь обобщенные сквозные, в некоторой мере универсальные характеристики. Собственно, на это указывают и основоположники науки о россыпях Ю.А. Билибин и Н.А. Шило.

На наш взгляд, значение представленных в монографии исследований заключается еще и в том, что в ней разрабатываются принципы обобщения и анализа огромных массивов информации геологоразведочных и эксплуатационных работ, отраженной в многочисленных отчетах, сводках, балансах и т.п. В большинстве своем эта информация не обобщается и не доходит до заинтересованных пользователей и только в редких случаях этот конкретный богатый материал используется для решения научно-прикладных задач и теоретических обобщений.

Автор надеется, что представленная работа явится еще одним шагом в решении сложной, но крайне актуальной проблемы воспроизводства сырьевой базы золота Хабаровского края.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ УЧАСТКОВ ВОЗМОЖНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ РОССЫПЕЙ В ПРЕДЕЛАХ ЗОЛОТОРОССЫПНЫХ УЗЛОВ И РАЙОНОВ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

Масштаб 1: 1000 000



Границы золотороссыпных узлов



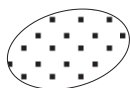
Золотороссыпные месторождения (в основном мелкозалегающие)



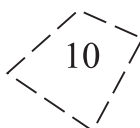
Рудные месторождения золота



Рудопроявления золота



Зоны повышенной рассеянной золотоносности коренных пород, а также повышенной концентрации рудопроявлений золота



Границы участков возможного формирования глубокозалегающих россыпей различных генетических (промышленных) типов. Номера участков соответствуют номерам прогнозируемых участков в таблицах

Перечень перспективных золотороссыпных узлов и районов Хабаровского края на выявление глубокозалегающих россыпей и их прогнозируемых ресурсов

№ участка в прил. 1	Золотороссыпные узлы, районы	Ареалы и структуры аккумуляции золота	Возможный тип (модель) глубокозалегающих россыпей	Прогнозируемые ресурсы
ЦЕНТРАЛЬНЫЕ И ЮЖНЫЕ ЗОНЫ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ				
1	Софийский район	Бассейны р.Олга (а); Олгакон и Акишма (б)	Петровский, яснополянский	4,0
2	Иорикский узел	Бассейн р. Бим и Ерик		3,0
3	Кербинский район	Западное обрамление Эворон-Тугурской впадины, бассейн р. Семи (руч. Косовановский, Кремень, Орого и др.); долина р. Керби (руч. Дайкан, Угли-Каглин, Б. Хевлюк и др. на выходе во впадину)	Петровский, яснополянский (возможно нагиминский)	44,0
4	Эворон-Тугурский пояс	Бассейн р. Ассыни	Титовский	4,0
5а	Бекчи-Улский узел	Восточный борт Ул-Лонгарийской впадины (руч. Кулибина, Эватак, Веселый и др.); бассейн р. Бекчи	Нагиминский (частично джелтулакский)	17,0
5б		Водораздел руч. Малахта (правый приток р. Ул) и руч. Лонгари (впадает в залив Рейнеке)	Петровский, джелтулакский	3,0
6а	Белогорский узел	Тывлинская впадина в бассейне р. Сивук (руч. Б.Тисса, Уки, Новый)	Петровский, нагиминский	12,0
6б		Водораздел Чля-Орельской и Тывлинской впадин	Петровский, джелтулакский	4,0

6в		Северо-восточное обрамление Нижне-Амурской впадины	Нагиминский, петровский	12,0
7а	Херпучинский район	Устьевые части рек Херпучи и Сомня	Желтулакский, петровский	6,0
7б		Долина р.М.Ваюн, а также нижние части долин рек Ваюн, Почель, Сунгачан на выходе в Усть-Амгунскую впадину	Титовский, желтулакский	21,0
7в		Приустьевые части р. Гайфон: водораздел долины р. Кайгачан и р. Амгунь	Нагиминский, петровский, желтулакский	3,0
8а	Пильда-Лимурийский район	Бассейн рек Пильда (руч.Дмитриевский, Николаевский, Евгеньевский); Дидбиран (руч. М. Дидбиран, Подседловский, Детеныш, Детьш, Дорожный, Неизвестный, Извилистый, Цинковый)	Желтулакский, яснополянский (возможно нагиминский)	9,0
8б		Бассейн р. Лимури (руч. М. Жорма, Амуркан); р. Дяппе (руч. Блудный); р. Дали		8,0
8в		Бассейн р.Битки и его правых притоков		7,0
9	Средне-Амурский пояс	Восточное обрамление Средне-Амурской впадины, Сюмнюрский участок	Нагиминский	9,0
10	Сутарский район	Правобережье р. Сутара (между руч. Ерничный и р. Талагач); водораздел руч. Михайловский и Кадетский (уч. Нагорный) и другие россыпи глубоких долин сев.зоны депрессии	Желтулакский, в приустьевых частях депрессий возможно нагиминский	9,0
11	Мало-Хинганский район	Древние долины на террасах р. Амур (реки Хлебная и Туловчихинская)	Желтулакский	5,0

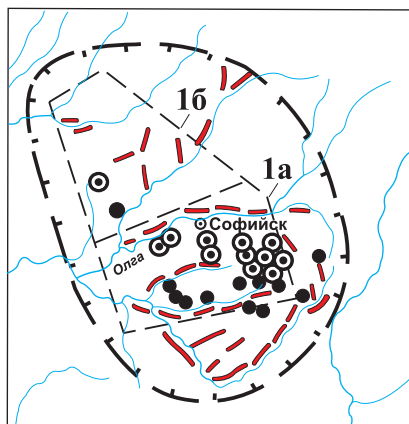
№ участка в прил. 1	Золотороссыпные узлы, районы	Ареалы и структуры аккумуляции золота	Возможный тип (модель) глубокозалегающих россыпей	Прогнозируемые ресурсы
ЦЕНТРАЛЬНЫЕ И ЮЖНЫЕ ЗОНЫ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ				
12	Депрессии западных предгорных зон Центрально-Сихотэ-Алинского поднятия	Сквозная долина рек Тормасу и Сооли	Яснополянский, (частично нагиминский)	8,0
13		Межгорные депрессии Дурминского (13-а) и Березовского (13-б) узлов	Петровский, титовский, яснополянский	4,0
СЕВЕРНЫЕ ЗОНЫ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ				
14–15. Шевли-Гербиканский район				
14	Гербиканский узел	Устьевые депрессии рек Урми, Тохикан и среднее течение р.Гербикан. террасы и склоны указанных рек в средних частях их долин	Нагиминский, яснополянский	4,2
15	Шевлинский узел	Депрессии устьевых зон правых притоков р. Шевли; водоразделы и плато	Джелтулакский, нагиминский	3,0
16–17. Удыхынский район				
16	Нижне-Удыхынский узел	Водоразделы и склоны левых притоков р. Уда; депрессии их устьевых зон	Нагиминский, джелтулакский	3,0
17	Верхне-Удыхынский узел	Водоразделы и склоны ручьев верховья р. Удыхын (Эльга, Кукур и др.)	Джелтулакский, яснополянский	3,5
18	Лантарский район	Сквозная долина рек Лантарь и Таймень	Нагиминский (в обособленных депрессиях указанных долин)	7,0

19	Тунумский узел	Придолинные депрессии сочленений рек Тунум и Батомга с их притоками (межгорные депрессии)	Нагиминский, петровский	5,0
20	Кет-Капский узел	Приустьевые депрессии р. Онне и ее правых притоков. Зона сочленения р. Бол.Аим и Ярмарка Хапчана. Также водоразделы	Нагиминский, джелтулакский	6,0
21	Даньский (Верхне-Учурский) узел	Водоразделы и приустьевые депрессии р. Учур и его притоков. Погребенные коры выветривания, палеодолины	Джелтулакский, яснополянский	2,0
22	Иотканский (Тас-Юряхский) узел	Приустьевые депрессии зон сочленения р. Мая с ее правыми притоками	Нагиминский, джелтулакский	6,0
23. Курун-Уряхский район				
23а	Югоренокский узел	Приустьевые депрессии р. Юдома и ее левых притоков; водораздельные плато и склоны	Нагиминский, яснополянский	4,0
23б	Усть-Ловийский узел	Устье р. Лови и Юдомы; верхние террасы и водоразделы	Яснополянский, джелтулакский	3,0
23в	Горбийский узел	Водораздельные плато и склоны долин	Джелтулакский	3,5
24. Уракский (Юровский) район				
24а	Усть-Чачикский узел	Депрессии поймы р. Охота, ее притоков и проток	Нагиминский	6,0
24б	Лукпурский узел	Депрессии приустьевых зон рек Чильчикан, Лукпур и Урак	Нагиминский	3,0
25. Ланжинский район				
25а	Усть-Кухтуйский узел	Пойменные депрессии приустьевой зоны р. Кухтуй	Нагиминский	7,0
25б	Усть-Ульбейский узел	Приустьевые депрессии рек Ульбея, Ульберикан и их притоков	Нагиминский	8,0

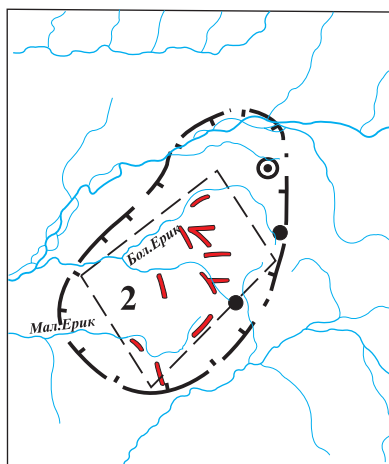
№ участка в прил. 1	Золотороссыпные узлы, районы	Ареалы и структуры аккумуляции золота	Возможный тип (модель) глубокозалегающих россыпей	Прогнозируемые ресурсы
26. Верхне-Юдомский (Саха-Эльгинский) район				
26а	Хайриндя-Акачанский узел	Устьевые депрессии правых притоков р. Юдома; водораздельные плато и увалы	Нагиминский, яснополянский, желтулакский (палеодолины и коры выветривания)	7,0
26б	Бургаглинский узел		Нагиминский, яснополянский, желтулакский (палеодолины и коры выветривания)	3,0
26в	Верхне-Майский узел	Приустьевые депрессии правых притоков р. Мая; водораздельные плато	Нагиминский, яснополянский, желтулакский (палеодолины и коры выветривания)	3,0
Всего				279,2

1. ЗОЛОТОРОССЫПНЫЕ РАЙОНЫ И УЗЛЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЮЖНОГО РЕГИОНОВ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

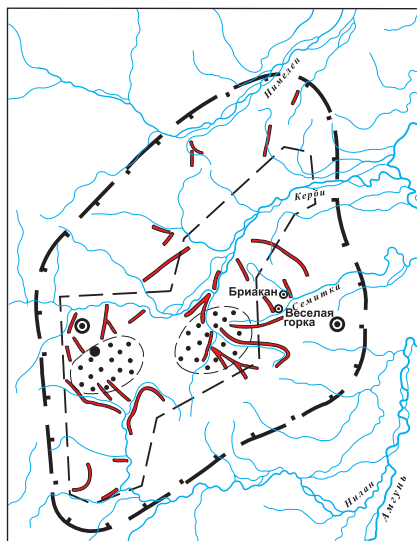
1. Софийский район



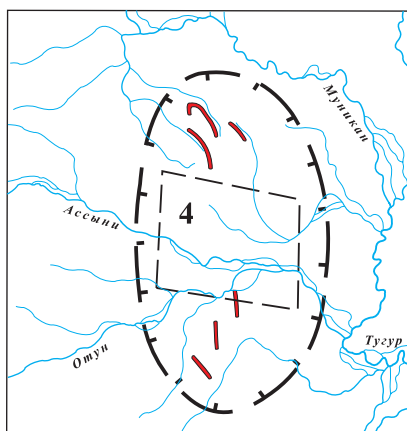
2. Йорикский узел



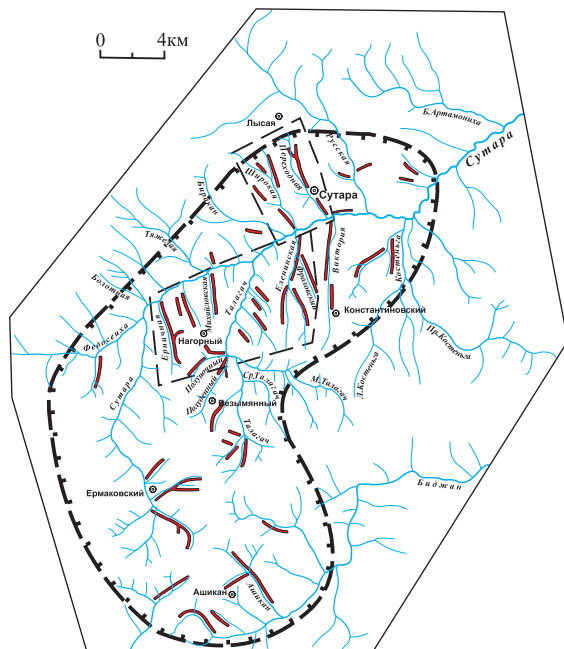
3. Кербинский район



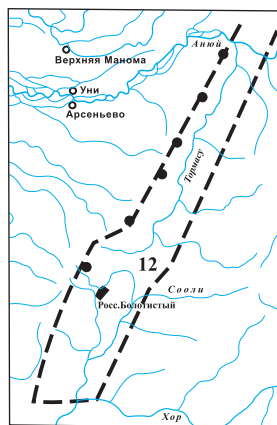
4. Эворон-Тугурский пояс



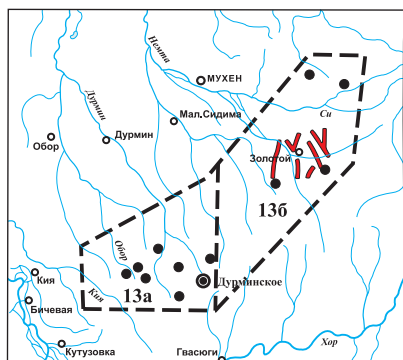
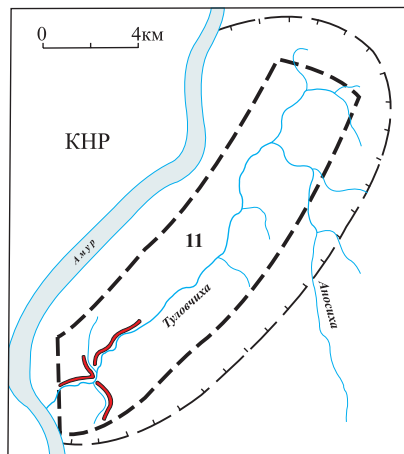
10. Сутарский район



12,13. Депрессии западных предгорных зон Центрально-Сихотэ-Алинского поднятия

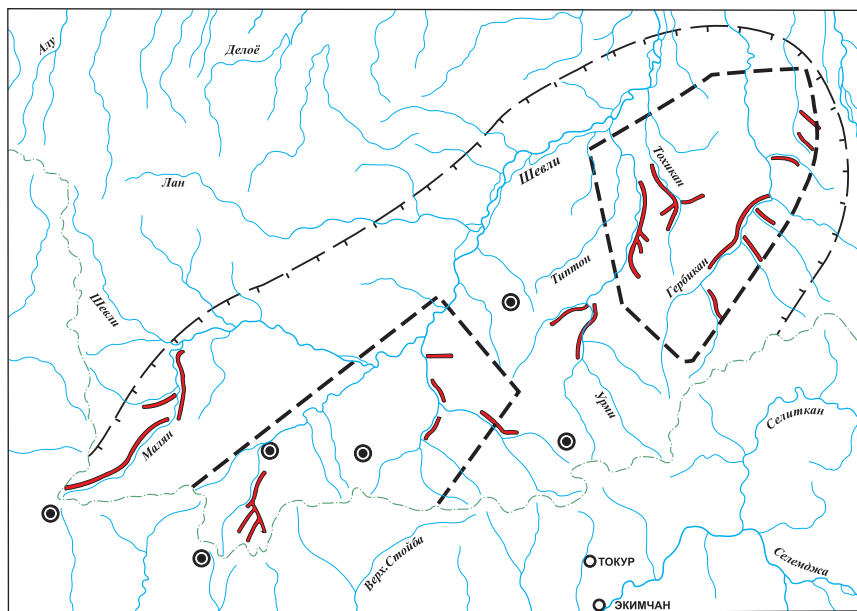


11. Мало-Хинганский район

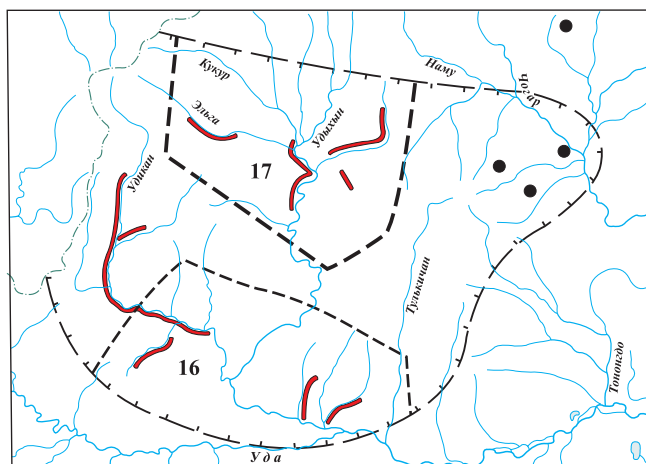


I. ЗОЛОТОРОССЫШНЫЕ РАЙОНЫ И УЗЛЫ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

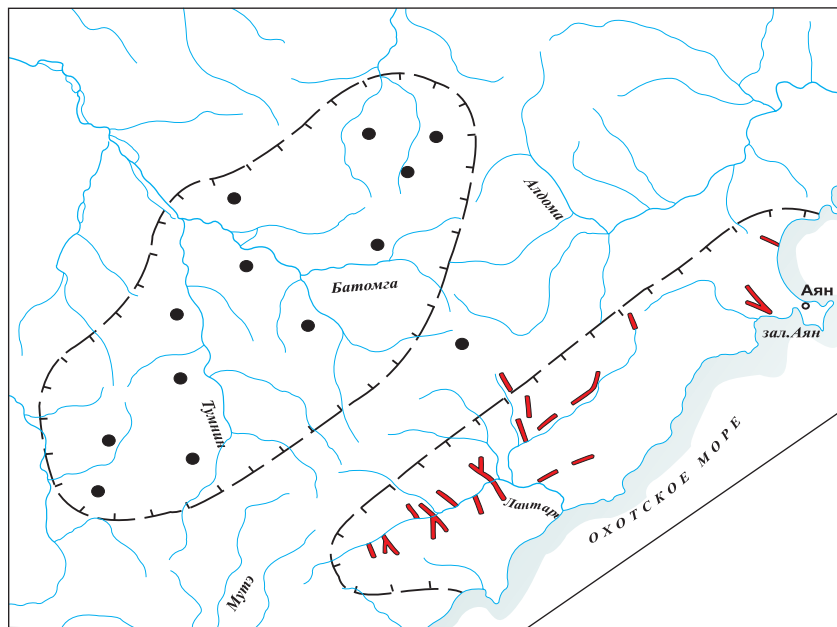
14-15. Шевли-Гербиканский район
14. Гербиканский узел, 15. Шевлинский узел



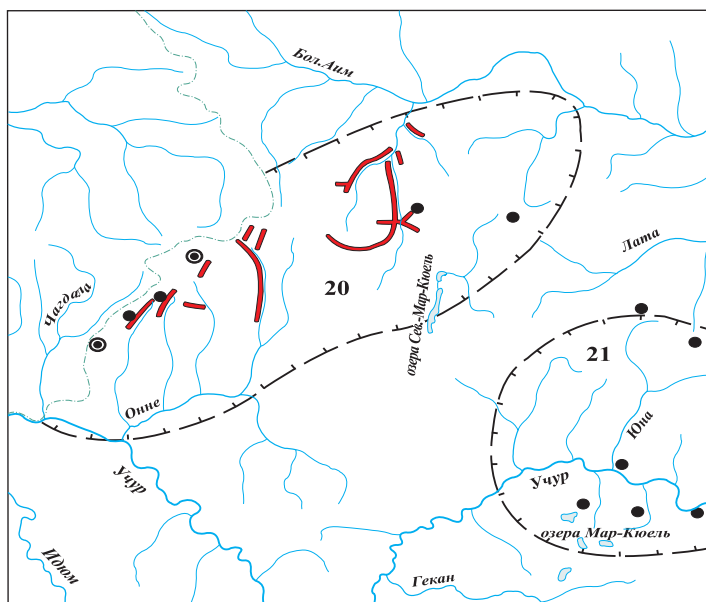
16-17. Удыхынский район
16. Нижне-Удыхынский, 17. Верхне-Удыхынский



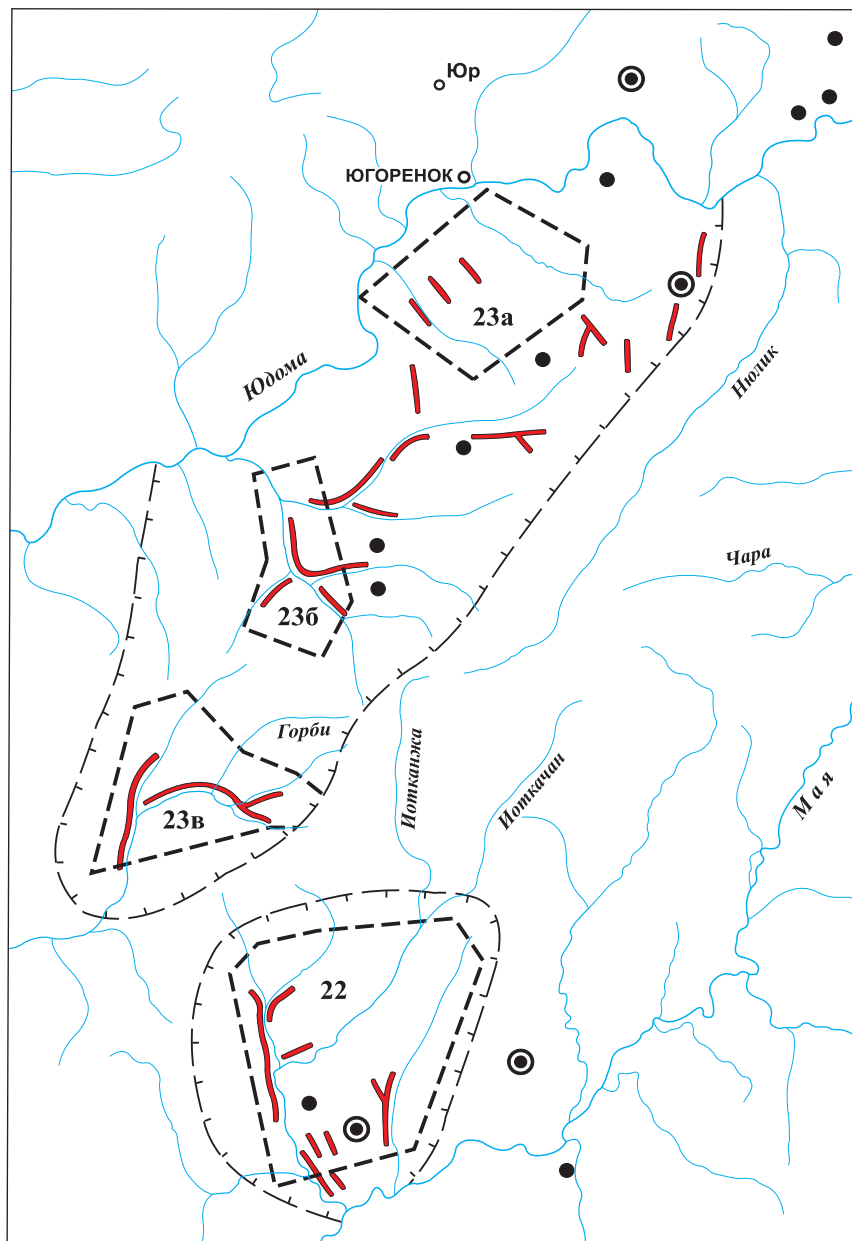
18. Лантарский район, 19. Тунумский узел



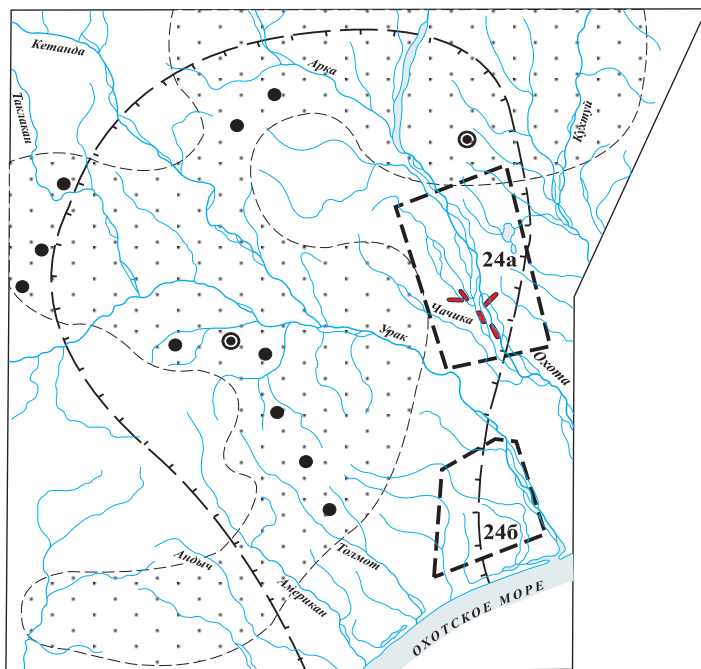
20. Кет-Капский, 21. Даньский (Верхне-Учурский) узлы



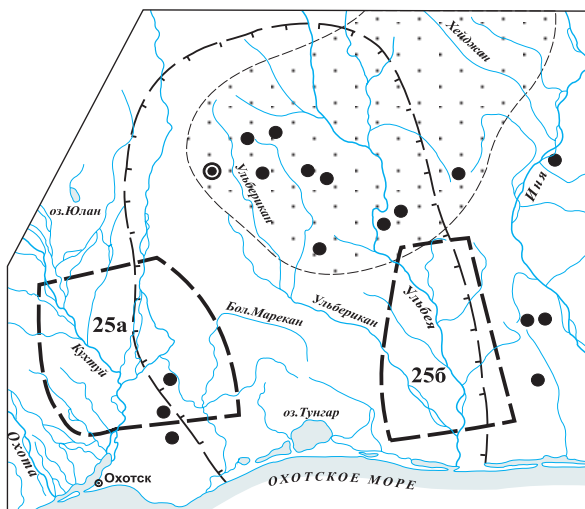
22. Иотканский (Тас-Юряхский) узел
 23. Курун-Уряхский: 23а. Югоренокский узел,
 23б. Усть-Ловийский узел, 23в. Горбийский узел



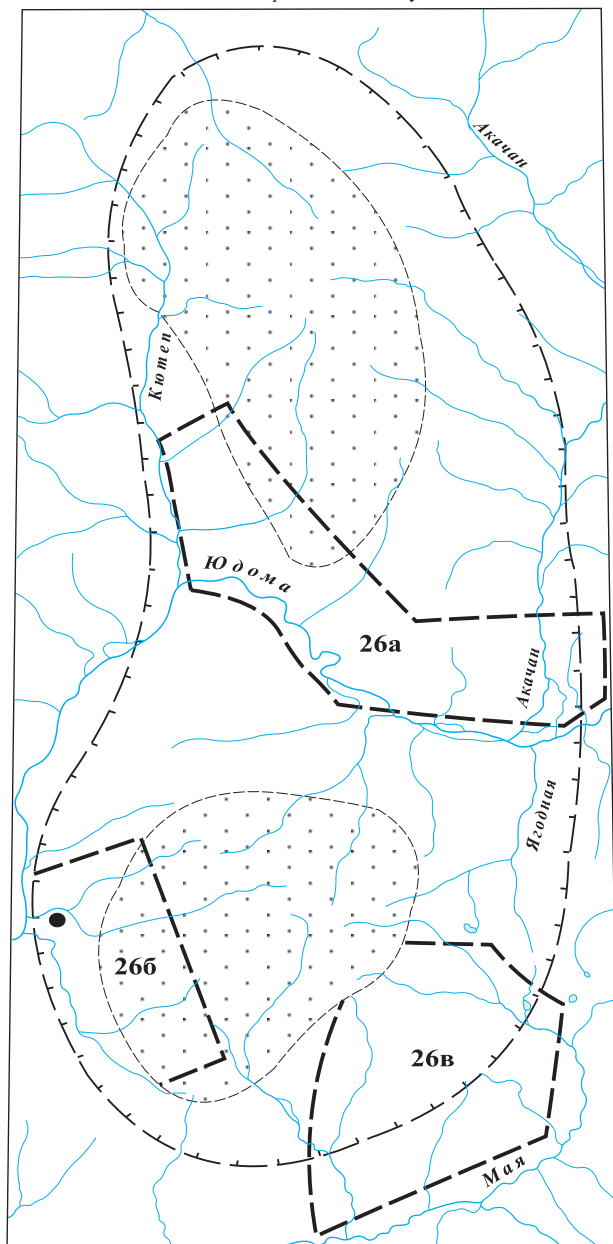
24. Уракский (Юровский) район:
24а. Усть-Чачикский узел, 24б. Лукпурский узел



25. Ланжинский район:
25а. Усть-Кухтуйский узел, 25б. Усть-Ульбейский узел



26. Верхне-Юдомский (Саха-Эльгинский) район:
 26а. Хайриндя-Акачанский узел, 26б. Бургаглинский узел,
 26в. Верхне-Майский узел



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

МОДЕЛИ ТИПОВЫХ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ ЗОЛОТОРОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Перечень основных моделей средне- и глубокозалегающих россыпных месторождений золота

1. Хабаровский край

Пильда-Лимурийский район

Месторождение Амуркан
Месторождение руч. Цинкового
Месторождение руч. Извилистого
Месторождение р. Дидбиран
Месторождение руч. Дмитриевского
Месторождение руч. Евгеньевского
Месторождение р. Дяппе
Месторождение р. Бори

Херпучинский район

Месторождение Мало-Ваюнское
Месторождение Северное
Месторождение Майское
Месторождение Гайфон

Кербинский район

Месторождение р. Семи

Софийский район

Месторождение Олга

Белогорский район

Месторождение Кулибина
Месторождение р. Бекчи

Курун-Уряхский узел

Месторождение Курун-Урях

II. Амурская область

Месторождение руч. Ельничного
Месторождение Тында Солонцовского поля
Проявления Средне-Нюкжинского поля
Месторождение Первомайское
Месторождение Нагима
Месторождение Петровское
Месторождение Ясная Поляна
Месторождение Некля

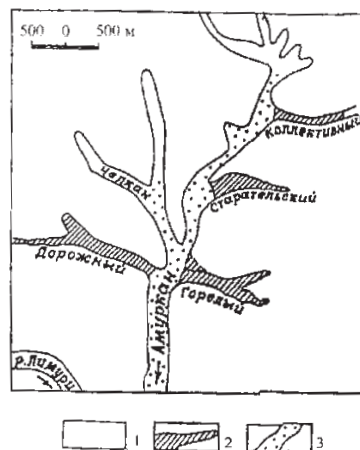
ГРУППА 1

**Модели глубокозалегающих
золотороссыпных месторождений
различных морфоструктур
ограниченных глубин (12—20 м)**

***А. Россыпные месторождения
средневысотных внутригорных
морфоструктур долин I—III порядков
(Пильда-Лимурийский район)***

СХЕМА СТРОЕНИЯ СРЕДНЕ- И ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩЕЙ РОССЫПИ р. АМУРКАН

План бассейна р.Амуркан

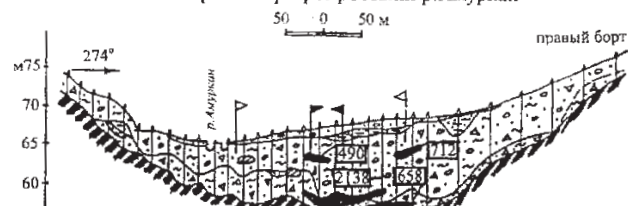


Условные обозначения к плану
1-флишодные нижнемеловые отложения. 2-отработанные малоглубинные россыпи. 3-глубокозалегающие россыпи

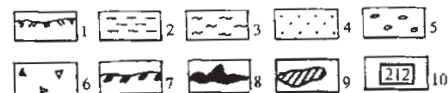
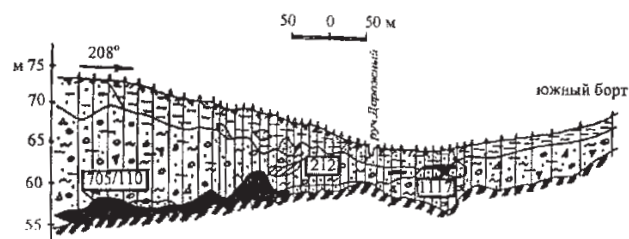
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

L (км)	H Глубина (м)	M Ширина(м)	l (м)	m (м)	h (м)	C _{ср} (у.е.)
До 7000	5-20	200-500	сотни	100-300	3-20	200-2138 705

Поперечный разрез россыпи р.Амуркан



Поперечный разрез россыпи руч. Дорожный



Условные обозначения к разрезам
1-почвенно-растительный слой. 2-ил. 3-глина. 4-песок. 5-гравий. 6-щебень. 7-флишодные отложения нижнего мела. 8-промышленные россыпи. 9-некондиционные россыпи. 10-средние содержания золота

СХЕМА СТРОЕНИЯ ЗОЛОТОРОСЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦИНКОВОГО (план узла и условные обозначения к разрезам на предыдущей схеме)

россыпь руч. Цинкового

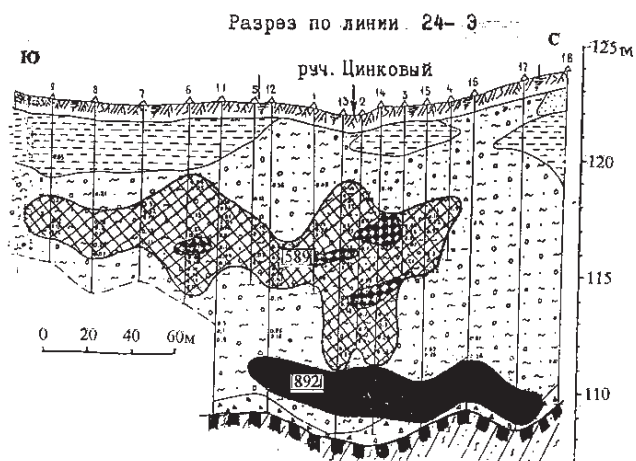
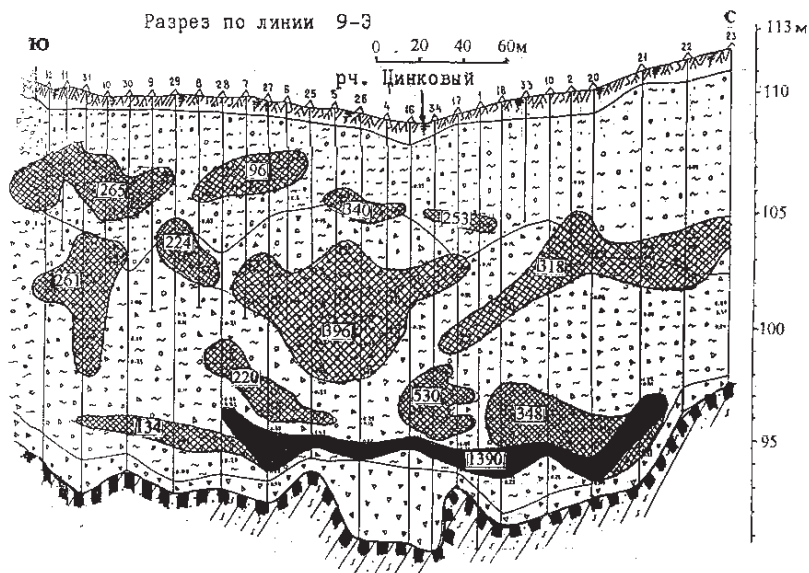
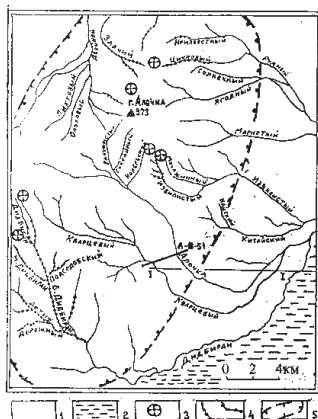


СХЕМА СТРОЕНИЯ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ РУЧЬЯ ИЗВИЛИСТОГО (глубокозалегающая многоярусная россыпь) По данным «Приморзолото» и ДВИМСа

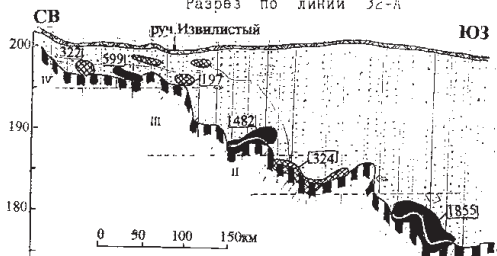
План Дидбиран-Алочкинского узла



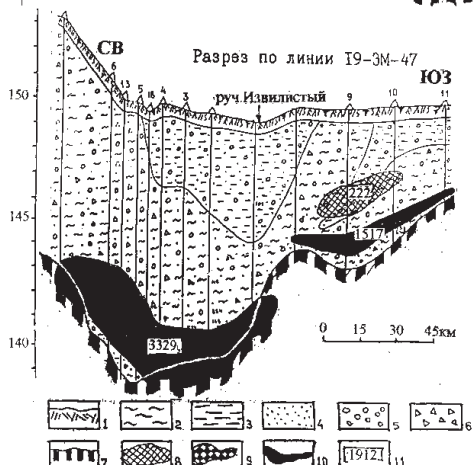
- 1-флишoidные отложения K_1
- 2-заболоченные участки
- 3-золоторудные м-я
- 4-россыпные м-я золота
- 5-контурь Дидбиран-Алочкинского узла

Россыпь руч. Извилистого

Разрез по линии 32-А

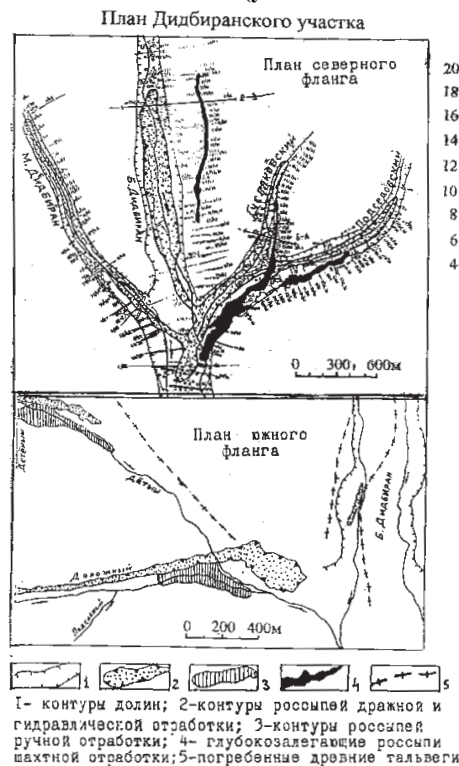


Разрез по линии 19-3М-47



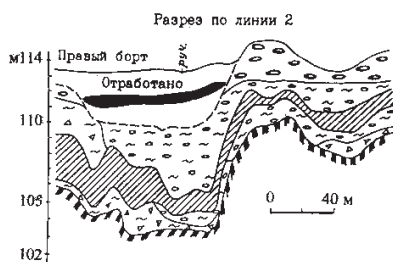
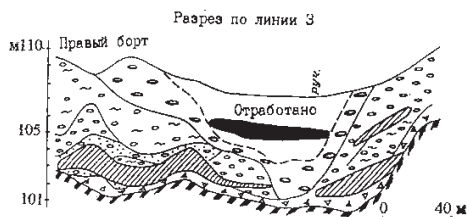
- 1-почвенно-растительный слой
- 2-глина
- 3-ил
- 4-песок
- 5-гравий
- 6-щебень
- 7-флишoidные отложения нижнего мела
- 8-некондиционные россыпи
- 9-кондиционные малоуглубинные россыпи
- 10-кондиционные россыпи
- 11-средние содержания золота (mg/m^3)

СХЕМЫ СТРОЕНИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ ДИДБИРАНСКОГО УЧАСТКА (условные обозначения к разрезам см. рис.)



МОДЕЛЬ ЗОЛОТОРОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДМИТРИЕВСКОГО (составлена по материалам «Приморзолото»)

Лилейная русловая и террасовая двухъярусная россыпь
с относительно неравномерным распределением золота



План россыпи ручья Дмитриевского

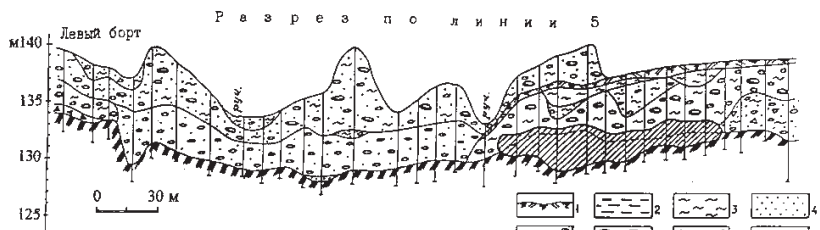
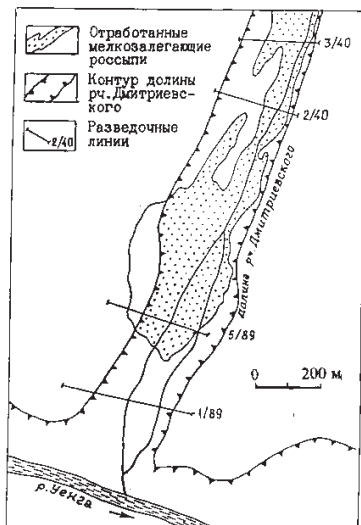


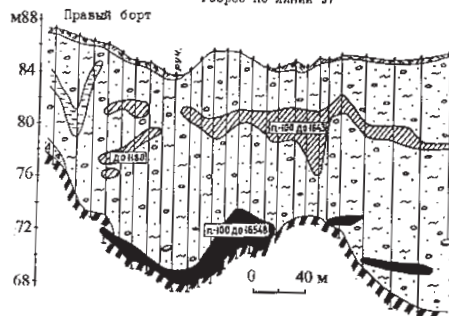
СХЕМА СТРОЕНИЯ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩЕЙ РОССЫПИ руч. ЕВГЕНЬЕВСКОГО (Пильда-Лимурийский район)

Линейная протяженная долинная двухъя-
русная россыпь с резко неравномерным
распределением золота

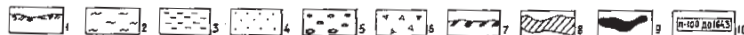
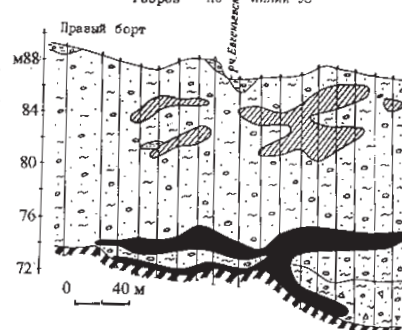
План россыпи руч.Евгеньевского



Разрез по линии 97



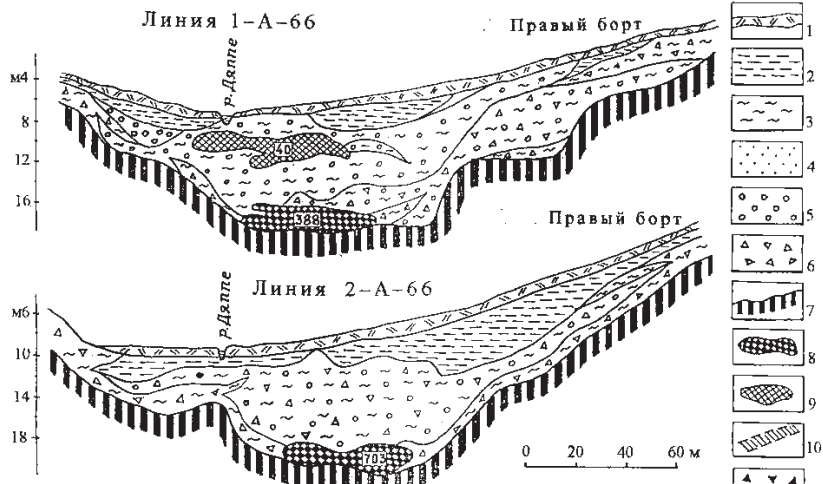
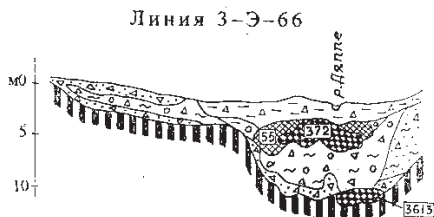
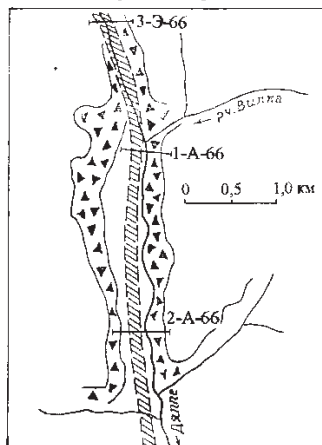
Разрез по линии 96



1-почвенно-растительный слой. 2-глина. 3-ил. 4-песок. 5-гравий. 6-щебень. 7-нижнемеловые флювиальные от-
ложения. 8-малоглубинные россыпи. 9-глубокозалегающие россыпи. 10-колебания концентраций золота (мг/м^3)

**СОКРАЩЕННАЯ МОДЕЛЬ
РОССЫПИ р. ДЯПЕ**
(по Г.Д. Малых, Т. Тищенко)
1967 г.

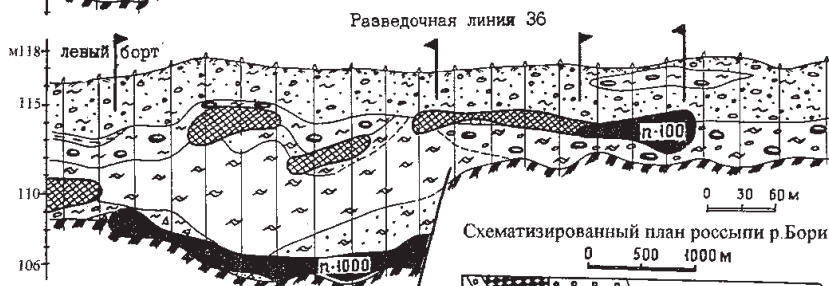
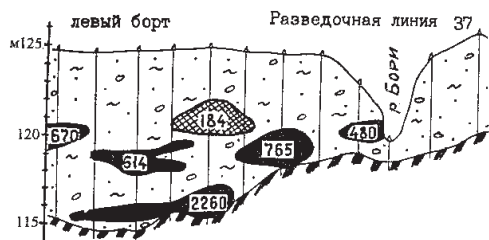
План россыпи р. Дяпе



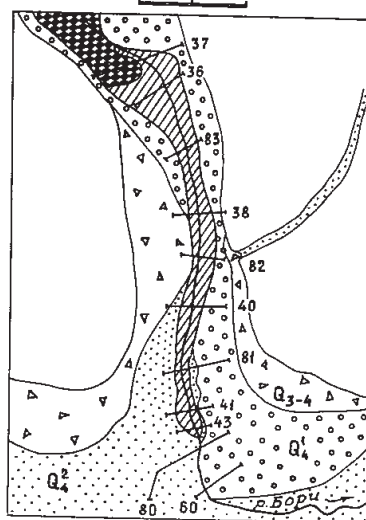
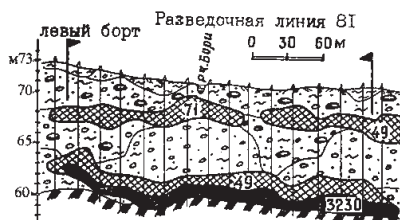
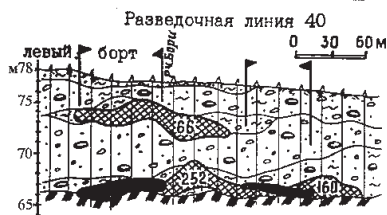
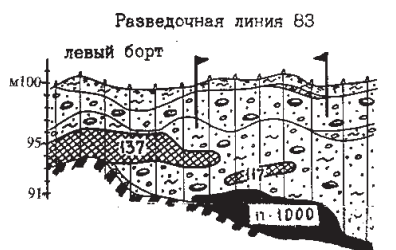
1-торф; 2-ил; 3-глина; 4-песок; 5-гравий; 6-щебень; 7-дислоцированные флиш-идные позднемезозойские отложения; золотороссыпные залежи; 8-кондиционные, 9-забалансовые; 10-зона распространения мелко- и глубокозалегающих россыпей; 11-делювиально-пролювиальные отложения подножий склонов; 12-разведочные линии; 13-средние содержания золота в залежах (мг/м^3)

СХЕМА СТРОЕНИЯ ЗОЛОТОРОСЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ р. БОРИ

По материалам
«Приморзолото»



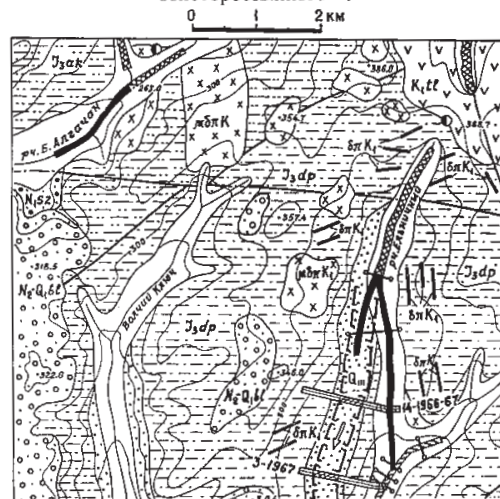
Схематизированный план россыпи р.Бори
0 500 1000 м



1-жерновые флишодные отложения нижнемелового возраста. 2-пролювиальные отложения подножий склонов. 3-аллювиальные отложения верхнего голоцена. 4-аллювиальные отложения нижнего голоцена. 5-полоса развития мелко- и мелкозалегающих россыпей. 6-разведочные линии. 7-отработанные мелкозалегающие россыпи.

***Б. Модели золотороссыпных месторождений
смещенных долин и террасоувалов
межгорных равнин
(Верхнее и Среднее Приамурье)***

Геологическая карта Нимогинского
золотороссышного поля



Поперечный литологический разрез
Линия № 14 - 1966-67г.г.



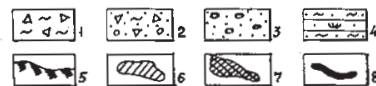
СХЕМА СТРОЕНИЯ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩЕЙ РОССЫПИ руч. ЕЛЬНИЧНОГО НИМОГИНСКОГО ЗОЛОТОРОССЫШНОГО ПОЛЯ

(по А.П. Сорокину и В.Д. Гловову)

Условные обозначения к геологической карте:



Условные обозначения к разрезу



1-глины и илы со щебнем. 2-галечники, суглинки, пески со щебнем. 3-галечники, пески. 4-позднемиоценовые отложения: каолинизированные пески, алеуриты, глины. 5-коренные породы плотика. Содержания золота: 6-до 100 мг/м³, 7-100-200 мг/м³, 8-свыше 200 мг/м³

СОКРАЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ТЫНДА-СОЛОНЦОВСКОГО ЗОЛОТОРОССЫПНОГО ПОЛЯ

(по А.П. Сорокину и В.Д. Глову)

Русловые и террасово-увальные мелко- и глубокозалегающие россыпи с прерывисто-неравномерной золотоносностью

Верхне-Тындинский участок – 1

Разведочная линия 4



Титовский участок - 2

Разведочная линия I

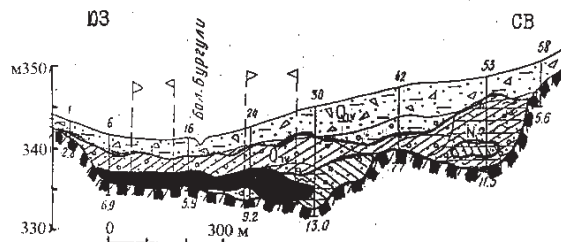
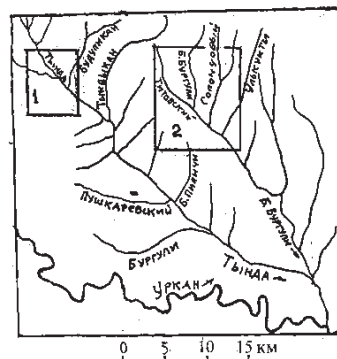


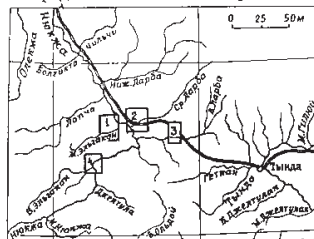
Схема расположения участков



1-песок. 2-гравий. 3-щебень. 4-валуны. 5-глина. 6-ил. 7-каолинизация. 8-неогеновые отложения. 9-коренные породы. Золотоносные залежи: 10-до 100 мг/м³, 11-100-200 мг/м³, 12- свыше 200 мг/м³. 13-буровые скважины.

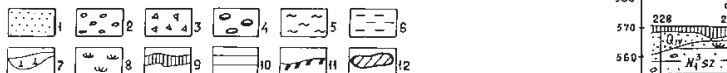
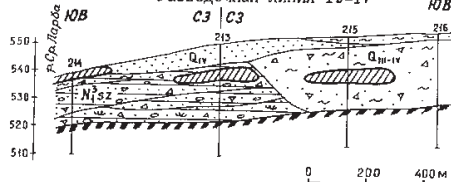
СХЕМА ПОГРЕБЕННОЙ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ СРЕДНЕ-НЮКЖИНСКОГО ПОЛЯ **Составлена по материалам А.П. Сорокина и В.Д. Глотова, 1993 г.**

Схема расположения
 золотороссыпных полей
 Средне - Нюкжинского района



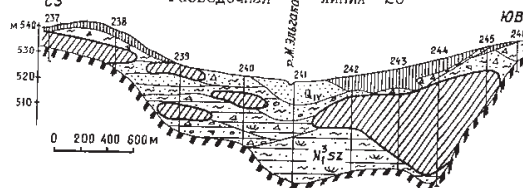
Золотороссыпные поля: 1-Усть-Мало-Эльгаканское, 2-Усть-Средне-Ларбинское, 3-Верхне-Ларбинское, 4-Эльгаканское

Усть-Средне-Ларбинское поле
 Разведочная линия 19-17

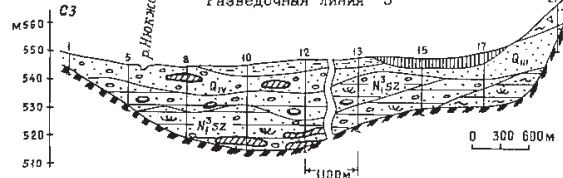


1-пески. 2-гравий. 3-щебень. 4-валуны. 5-глина. 6-ил. 7-прослой льда. 8-каолинизация. 9-торф. 10-древний аллювий. 11-коренные породы. 12-золотоносные залежи (знаки-до 100 мг/м³)

Усть-Мало-Эльгаканское поле
 Разведочная линия 20

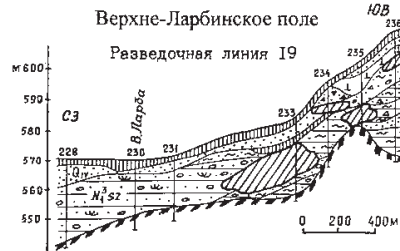


Эльгаканское поле
 Разведочная линия 3



Верхне-Ларбинское поле

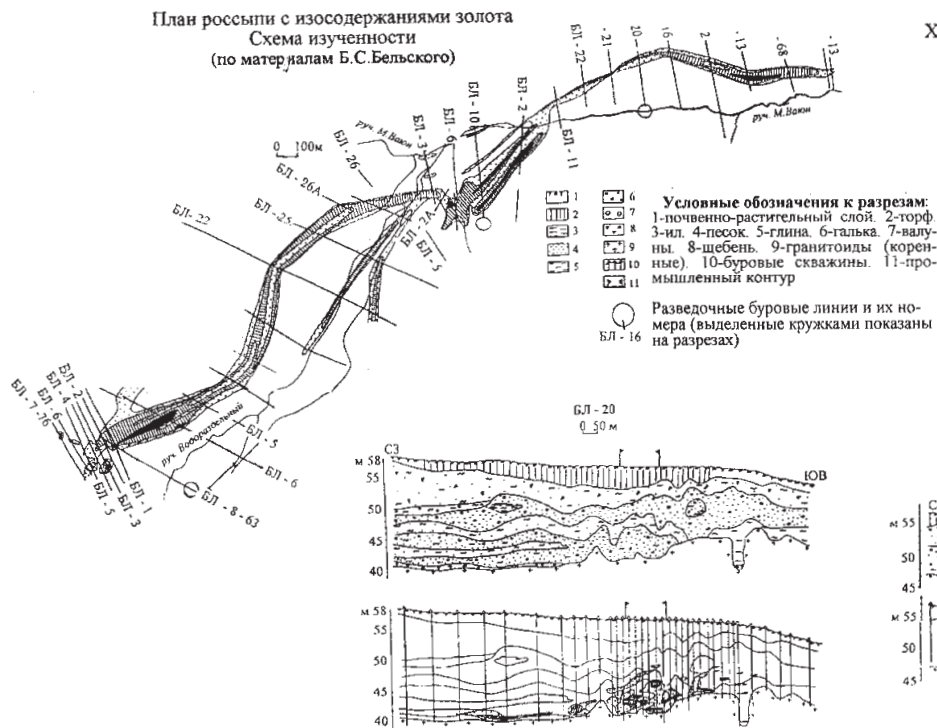
Разведочная линия 19



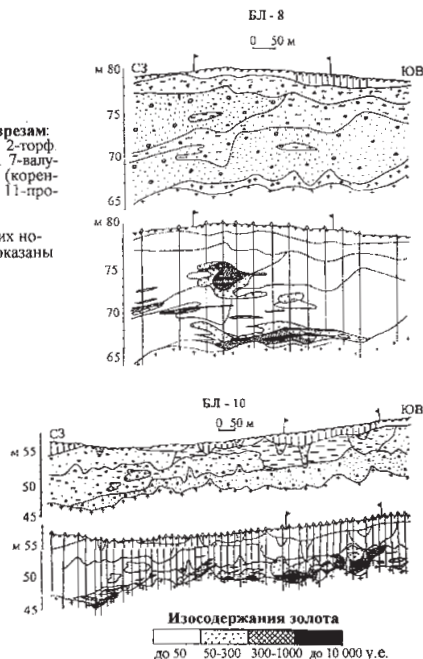
***В. Модели совмещенных мелко-
и глубокозалегающих золотороссыпных
месторождений, в т.ч. приустьевых зон
(Херпучинский, Кербинский, Софийский
и Джалиндинский районы)***

СХЕМА СТРОЕНИЯ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩЕЙ РОССЫПИ р. МАЛЫЙ БАЮН (пролювиально-аллювиальная долинная, многоструйная)

План россыпи с изосодержаниями золота
Схема изученности
(по материалам Б.С.Бельского)



Поперечные литологические разрезы
Характер распределения содержания золота
(по материалам Б.С.Бельского)



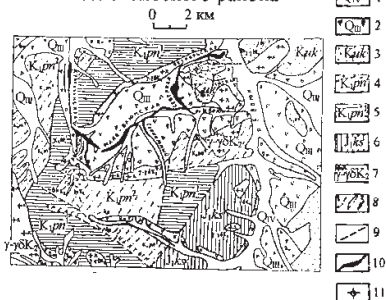
МОДЕЛЬ ЗОЛОТОРОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ руч. СЕВЕРНОГО

Проллювиально-аллювиальная долинная многоструйная глубокозалегающая россыпь

План россыпи с изосодержаниями золота
(фрагмент, южная часть)
Схема изученности
(по материалам В.А.Зайцева)

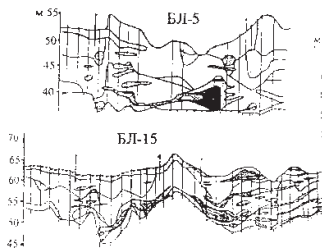


Схематическая геологическая карта
южной части Херпучинского
золотоносного района

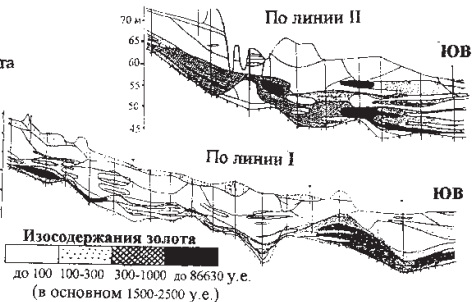


Условные обозначения на геологической карте:
 1-*Сверетчинская система*: 1-*современный отход-пески*, 2-*отходная глина*, валуны; 2-*Фортановская-пески*, супесь, гравий, валуны, суглинки; *Меловая система*: 3-*Фортановская свита-песчаники*, алевролиты, проston туфо-песчаники; 4-*Июльская свита (верхняя подсистема)-полимиктовые песчаники* с прослоями алевролитов и глинистых сланцев; 5-*Июльская свита (нижняя подсистема)-глинистые сланцы*, алевролиты с прослоями песчаников и пачками их ритмичного переслаивания; 6-*Киселевская свита-песчаники*, алевролиты, глинистые сланцы, реже известняки, с прослоями известняков, алевролитов, сланцев; 7-*Подпесчанская свита-песчаники*, алевролиты, диориты (уэ) Дайки. 8-а) гранодиорит-порфиры (уот Кз); б) диоритовые порфиры (уи Кз); 9-тектонические нарушения. 10-россысы золота. 11-рудопоявления золота: 1) Октябрьское, 2) Сунгаичанское

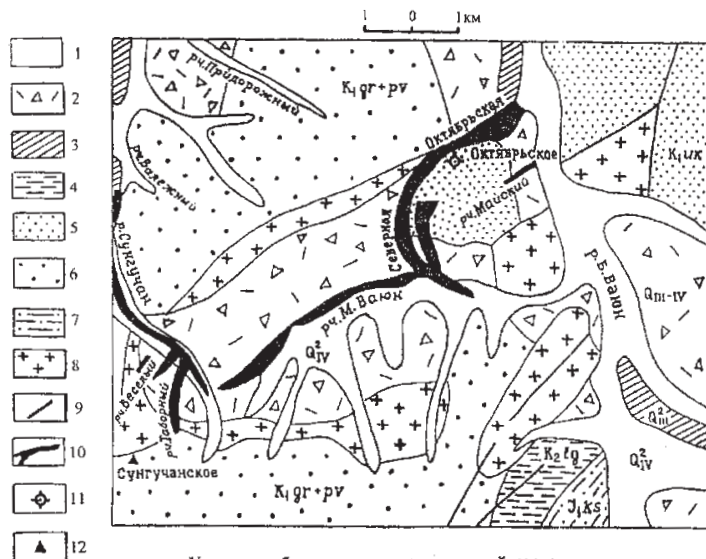
Поперечные литологические разрезы
Характер распределения содержаний золота



Продольные литологические разрезы
Характер распределения содержания золота



Схематическая геологическая карта
(по материалам А.А.Волкова, 1991 г.)

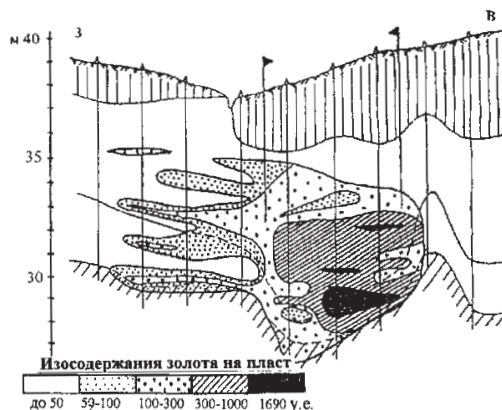


Условные обозначения к геологической карте

Четвертичная система: 1-глины, пески, торфяники (Q_{IV}), 2-щебень, дресва, глина, суплики (Q_{IV}); 3-гравийники, галечники, поски, глины (Q_{IV}); 4-ларгасинская серия (K₂g)-песчанники, алевролиты, кремнисто-углистые сланцы. 5-уктурская свита (K₁lk)-песчанники, алевролиты. 6-горюнская, пионерская, тиванская свиты (K₁gr-rv)-песчанники, алевролиты, гравелиты. Юрская система: 7-хислевская свита (J₁ks)-песчанники, алевролиты, конcretion известковистых алевролитов. Интрузивные образования: 8-Маловановский массив. Граниты (YK₂), габродiorиты (YBk₂), их порфировые разности (YBk₂). 9-тектонические нарушения. 10-росяппы золота. 11-отработанные месторождения золота, 12-рудопровление золота

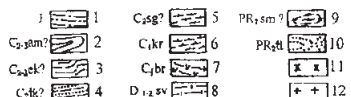
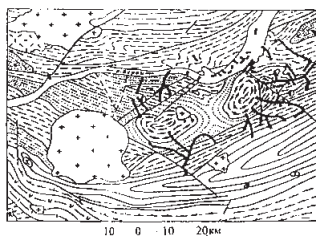
СХЕМА СТРОЕНИЯ ДОЛИННОЙ СРЕДНЕЗАЛЕГАЮЩЕЙ РОССЫПИ руч. МАЙСКОГО

Поперечный профиль (БЛ-0)



МОДЕЛЬ ЗОЛОТОРОСЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ р. СЕМИ Техногенная (аллювиальная долинная) мелкозалегающая россыпь

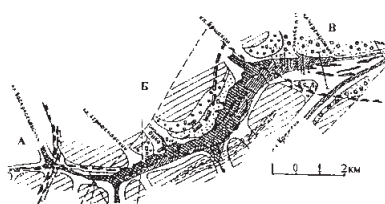
Схематическая геологическая карта
Кербинского золотоносного района
(по материалам Л.В. Эйриша)



Условные обозначения к геологической карте

Юрская система: 1-песчаники, алевролиты, конгломераты, туфиты, кремни. Каменноугольная система: 2-амурская свита – сланцеватые песчаники и алевролиты, фидилитизированные глинистые сланцы, 3-кимчанская свита – фидилитизированные глинистые сланцы, песчано-глинистый флиш, сланцеватые песчаники, седиментационные брекчи; 4-токурская свита – сланцеватые песчаники с прослоями фидилитизированных графитистых сланцев и микрокварцитов; 5-сагурская свита – фидилитизированные глинистые кварц-серпент-графитистые, кварцево-слоистые сланцы, метапесчаники; 6-крестовая свита – алевролиты, кремнисто-глинистые сланцы, спилиты, диабазы и их туфы, известняки; 7-бериндская свита – диабазы, диабазовые порфиры, кремнистые породы, алевролиты, конгломераты, известняки. Девонская система: 8-сиаховская свита – песчаные алевролиты, глинистые сланцы, сланцеватые известняки. Протерозойская система: 9-самырская свита – графит-слоидно-кварцевые сланцы, слоистые кварциты; 10-талинская свита – сланцевые метапесчаники, кварцево-слоистые и графитистые сланцы. Интрузивные породы: 11-гранодиориты и кварцевые диориты; 12-граниты биотитовые; 13-гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры; 14-разрывные нарушения: а) установленные, б) предполагаемые; 15-рудопроявления золота; 16-россыпные месторождения золота.

Положение россыпи р.Семи в плане
(с элементами геологических и неоструктур)
(по материалам Ю.П.Ципукова)



Структура техногенной россыпи р.Семи

1-2-3-4

Техногенные комплексы рыхлых отложений различных способов отработки: 1-гидравлического, 2-дражного, 3-остаточно-ципочного комплексы (забалансовые запасы), 4-линии на продольном разрезе



Строение россыпи р.Семи
в продольном и поперечном разрезе



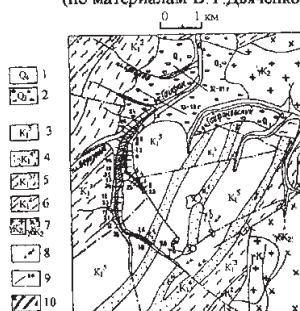
Почвенно-растительный слой
Ил
Песок
Галька, гравий
Древесва
Золотоносный
пласт
Коренные породы

Условные обозначения к плану

Современная пойма
Террасовые комплексы позднечетвертичного возраста
Террасовые комплексы среднечетвертичного возраста
Нерасчлененные озерно-аллювиальные карстово-осадочные отложения
Коренные борты долины
Тектоническое нарушение, к которому приурочены дислокация коры выветривания
Прочие разломы
Граница распространения золото-сульфидно-кварцевых оруденения
Граниты неотектонических блоков
Зоны тонкокристаллической золото-сульфидной минерализации
Отработанный россыпь
Целиковая россыпь в долине
Золотоносные пласты во впадине: А-поднимавшийся блок, Б-стабилизированный блок, В-стабилизированный блок, С-стабилизированный блок
Участок максимальной продуктивности
Разведочные линии

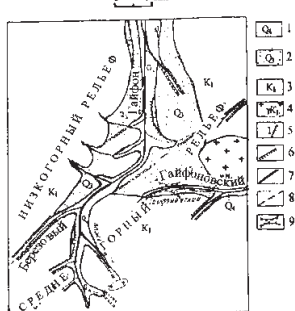
СХЕМА СТРОЕНИЯ ЗОЛОТОРОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ руч. ГАЙФОН (русловая многоструйная среднезалегающая россыпь)

Схематическая геологическая карта
бассейна ручьев Гайфон – Гайфоновский
(по материалам В.Т. Дьяченко)



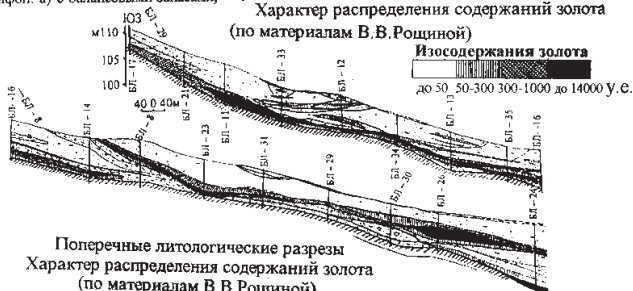
Условные обозначения к геологической карте
Четвертичная система: 1-пойменные отложения. Глины, пески, мелкие гальчинки. 2-речные террасы нерасчлененные. Глины, суглинки. Меловая система: 3-нерасчлененные отложения-тонкое переслаивание алевролитов, глинистых сланцев, песчанников. 4-мелкозернистые песчанники. 5-грубое переслаивание алевролитов и песчанников. 6-среднезернистые полимиктовые песчанники. Интрузивные породы: 7-а) г-биотитовые граниты мелкозернистые, б) г-гранодиориты среднезернистые. 8-дайки гранодиоритов, диоритовых порфиров, лампрофиров (К₂). 9-линии буровых скважин и их номера. 10-россыпь ручья Гайфон: а)-с балковскими запасами, б)-с забалансовыми

Схематическая геоморфологическая карта
бассейна ручья Гайфон

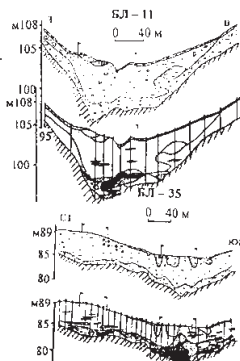
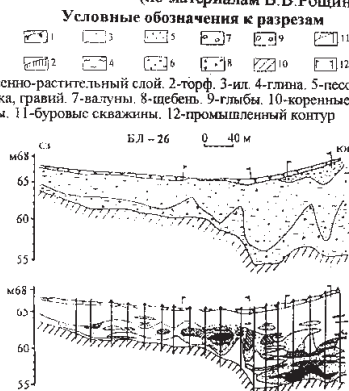


Условные обозначения к геоморфологической карте
1-русловые аллювиальные отложения. Пески, гальки, валуны. 2-речные террасы (котловинно-образная долина). 3-песчанники, алевролиты. 4-граниты. 5-первая надпойменная терраса. 6-бровка террасы. 7-тектонические долины. 8-предполагаемые нарушения. 9-сквозная долина

Продольный литологический разрез по линии А-Б
Характер распределения содержания золота
(по материалам В.В. Рошиной)



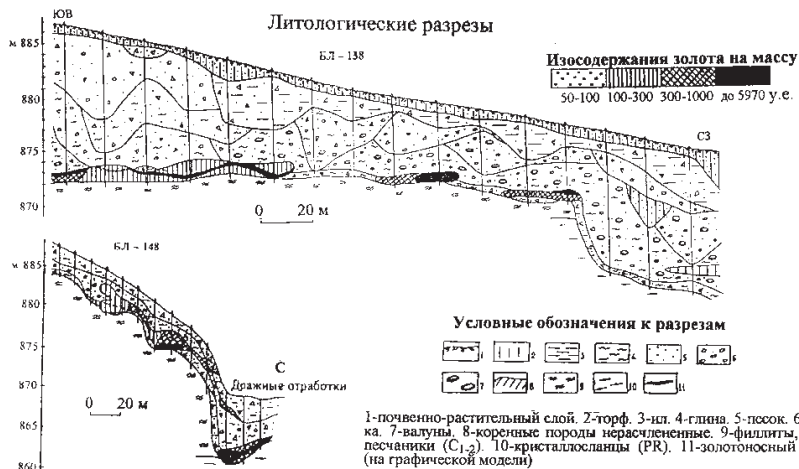
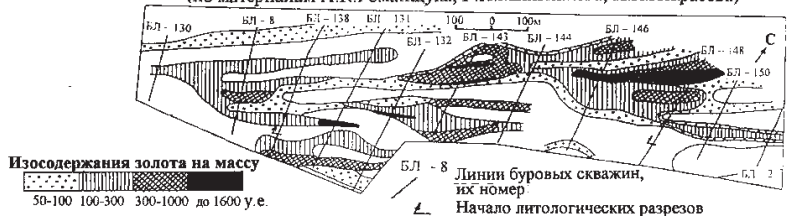
Поперечные литологические разрезы
Характер распределения содержания золота
(по материалам В.В. Рошиной)



МОДЕЛЬ ЗОЛОТОРОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ р. ОЛГА **Аллювиальная террасовая многоструйчатая мелкозалегающая россыпь**



План россыпи с изосодержаниями золота. Схема изученности (по материалам А.К. Романцука, Г.Н. Мыльниковой, Н.К. Некрасова)



**СХЕМА СТРОЕНИЯ ЗОЛОТОРОССЫПНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ПЕРВОМАЙСКОГО»
ДЖАЛИНДИНСКОГО УЗЛА
(глубокозалегающая россыпь)**



Условные обозначения к разрезам



5522 максимальное содержание по разрезу

Геоморфологическая схема
(по материалам Савватеева А.С., 77г.)



ГРУППА 2

**Модели зон неотектонической
активизации и грабенообразных
структур повышенной глубинности**

*Г. Модели золотороссынных
месторождений зон поздненеогеновой
активизации, в т.ч. «клавишных» структур
(Бекчи-Улский район)*

СХЕМА СТРОЕНИЯ ДОЛИННОЙ И ТЕРРАСОВОЙ СРЕДНЕ- И ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩЕЙ РОССЫПИ р. КУЛИБИНА

Геолого-геоморфологическая карта
месторождения р. Кулибина
(по материалам Е.П.Заремского)

500 0 500м

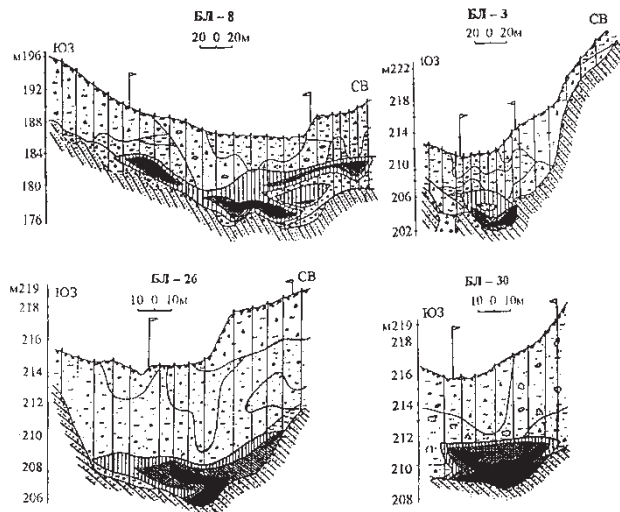


Условные обозначения к геоморфологической карте

- Флювиальные формы рельефа**
- _{IV} Поймы, низкие (до 3 м) надпойменные террасы
 - ▨ Террасы
 - ▤ Озерно-аллювиальная равнина
- Денудационные формы рельефа**
- ▧ Денудационные шлейфы
 - ▩ Склоны обвално-осыпного сноса
 - Склоны делювиального накопления

- Склоны делювиального сноса
- ▨ Поверхности денудационного выравнивания
- ▤ Гранодиориты
- ▧ Андезиты
- ▩ Россыпи с балансовыми запасами
- Буровые линии, их номера
- Геологические границы

Поперечные литологические разрезы
Характер распределения содержания золота

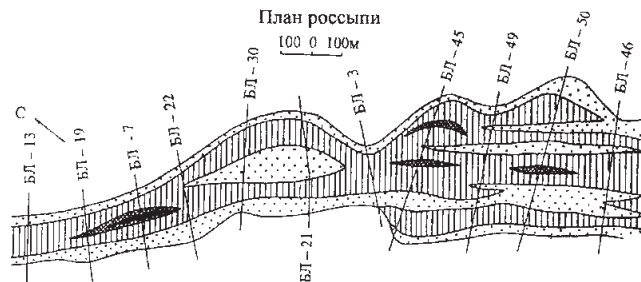


Условные обозначения к разрезам

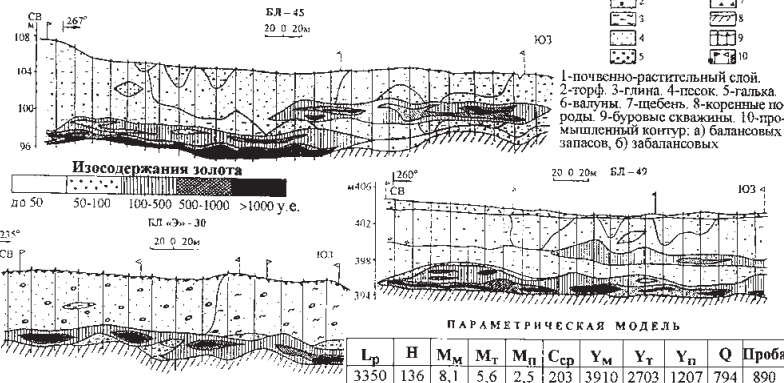
- 1-почвенно-растительный слой. 2-галка. 3-а) валуны, б) глыбы. 4-песок. 5-щебень. 6-глина. 7-коренные породы.
- 8-промышленный контур. 9-скважины.

СХЕМА СТРОЕНИЯ ДОЛИННО-УВАЛЬНОЙ СРЕДНЕ- И ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩЕЙ РОССЫПИ р. БЕКЧИ

Геоморфологическая карта
месторождения р. Бекчи
(по материалам Е.П. Заремского)



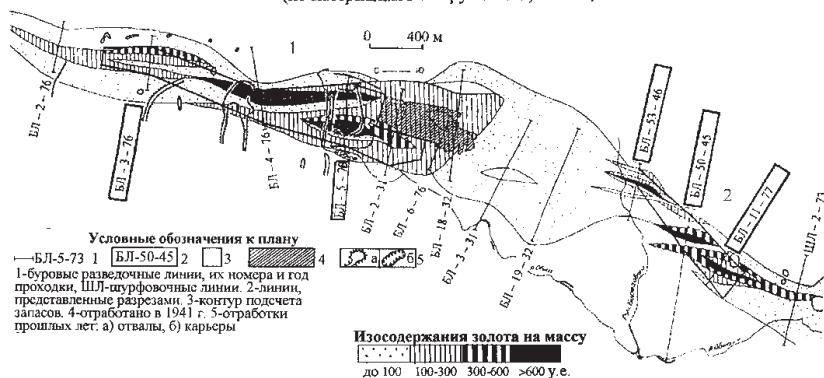
Поперечные литологические разрезы
Характер распределения содержания золота
(по материалам Е.П. Заремского)



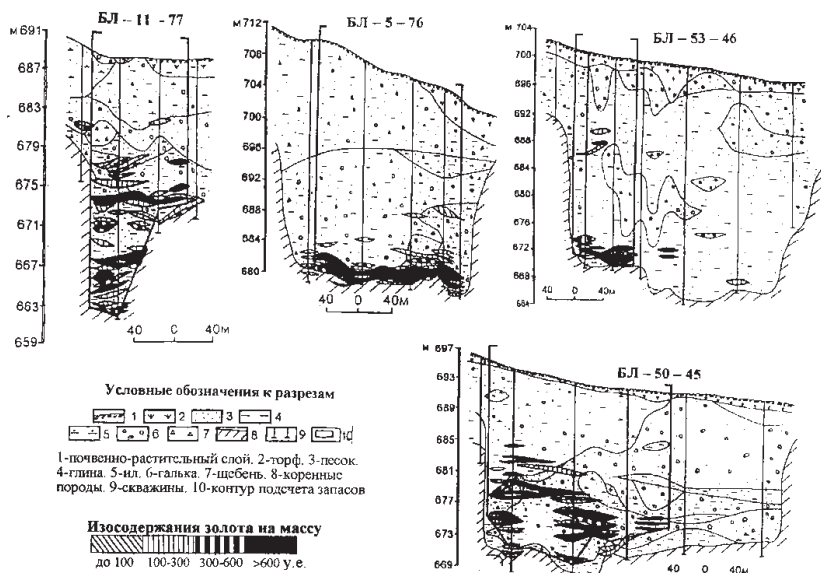
*Д. Модели золотороссыпных
месторождений грабенообразных
структур повышенной глубинности
(Верхнее Приамурье, Приохотье)*

МНОГОПЛАСТОВАЯ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩАЯ РОССЫПЬ ПЕТРОВСКАЯ (пролювиально-аллювиальная)

План россыпи с изосодержаниями золота. Схема изученности
(по материалам Н.Б. Трубинкова, 1980 г.)

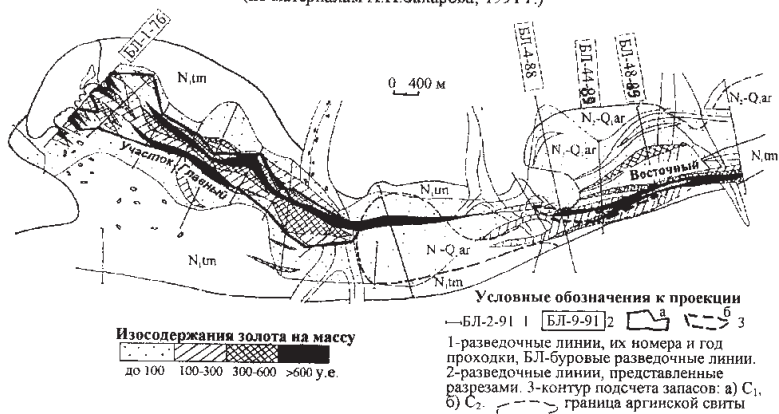


Поперечные литологические разрезы. Характер распределения содержаний золота

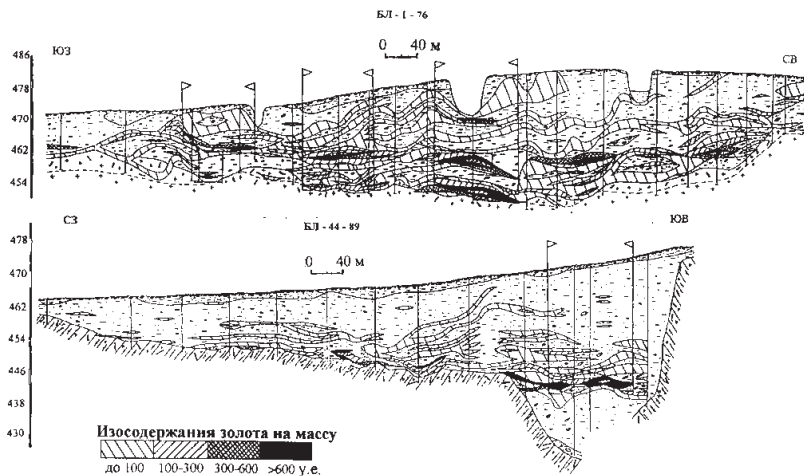


МОДЕЛЬ ЗОЛОТОРОСЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЯСНАЯ ПОЛЯНА **Аллювиально-делювиальная глубокозалегающая многопластовая россыпь в** **верхнемиоценовых и плиоцен-нижнечетвертичных отложениях**

Проекция изосодержаний золота на горизонтальную плоскость
 (по материалам А.П.Захарова, 1991 г.)

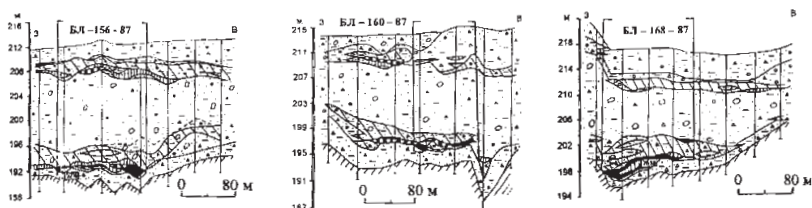


Поперечные литологические разрезы. Характер распределения содержаний золота



МОДЕЛЬ ЗОЛОТОРОСЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ р. НЕКЛЯ **Аллювиальная долинная современная ленточная двухпластовая** **глубокозалегающая россыпь**

Поперечные литологические разрезы. Характер распределения содержаний золота
 По материалам С.П.Смирнова

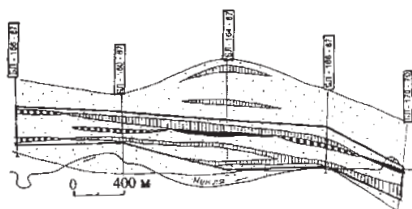
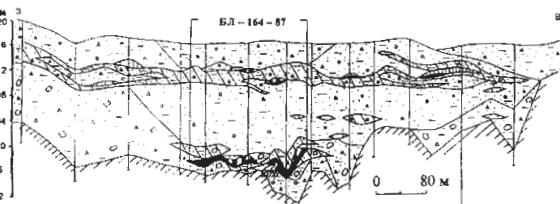


Условные обозначения к разрезам

- Почвенно-растительный слой
- Щебень
- Коренные породы
- Ил
- Песок
- Глина
- Галька
- Буровые скважины
- Контур балансовых запасов

10735 Максимальное содержание по разрезу

Изосодержания золота на пласт
 до 200 200-500 600-800 >800 у.е.



Условные обозначения к плану

БЛ-156-87 1 БЛ-83-93 2 3

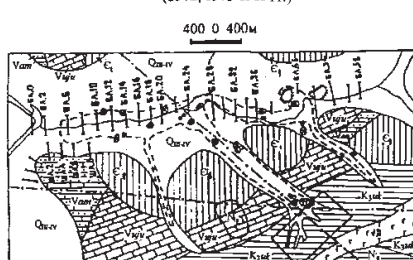
1-буровые разведочные линии, их номера и год проходки, 2-буровые разведочные линии, представленные разрезами, 3-контур подсчета запасов.

Изосодержания золота на пласт
 до 200 200-500 500-800 >800 у.е.

СХЕМА СТРОЕНИЯ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩЕЙ РОССЫПИ р. КУРУН-УРЯХ

Аллювиальная долинная многопластовая

Схема разведанности месторождения
(1972, 1978-1983 гг.)



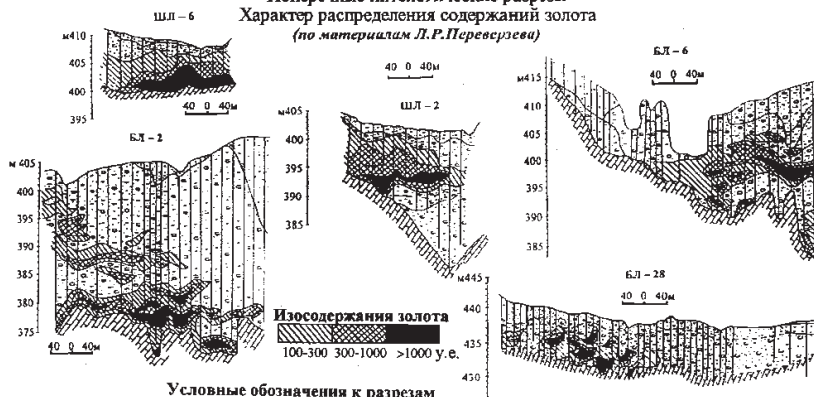
Условные обозначения к схеме разведанности

- Аллювиальные галечники, гравийники, пески
- Нижнекамбийские отложения. Алевролиты, песчанники, прослой известняков
- Усть-ходомская свита. Доломиты, песчанники, алевролиты, известняки
- Аимская свита. Песчанники, алевролиты, известняки
- Усть-кербинская свита. Песчанники, алевролиты
- Дайки габбро, габбро-диабазов
- Разведочные линии: БЛ-буровые, ШЛ-шурфовочные
- Галечные отвалы
- Контур старых выработок
- Террасовидные уступы I-го эрозионного цикла
- Контур рудопроявления Малюкха

План россыпи с изосодержаниями золота. Схема изученности
(по материалам Л.Р.Переверзева)



Поперечные литологические разрезы
Характер распределения содержаний золота
(по материалам Л.Р.Переверзева)



Условные обозначения к разрезам

- | | | | |
|---|---|----|----|
| 1 | 5 | 9 | 13 |
| 2 | 6 | 10 | 14 |
| 3 | 7 | 11 | |
| 4 | 8 | 12 | |

1-почвенно-растительный слой. 2-лед. 3-торф. 4-ил. 5-глина. 6-песок. 7-галечка.
8-щебень. 9-валуны. 10-глыбы. 11-алевролиты. 12-гнейсы. 13-диориты.
14-промышленный контур

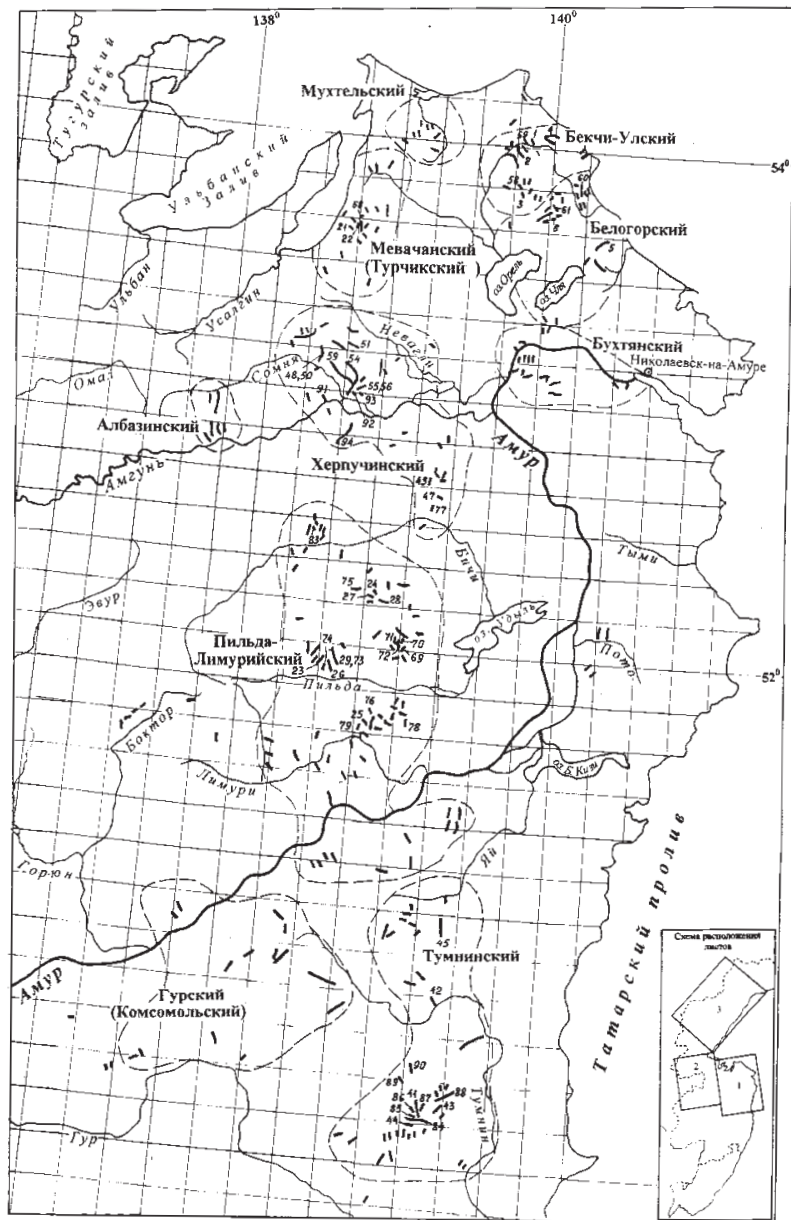
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**РАСПОЛОЖЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА
ХАБАРОВСКОГО КРАЯ**

КАРТА ОСНОВНЫХ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ РОССИЙСКИХ МЕСТРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

0 15 30 км

Лист 1

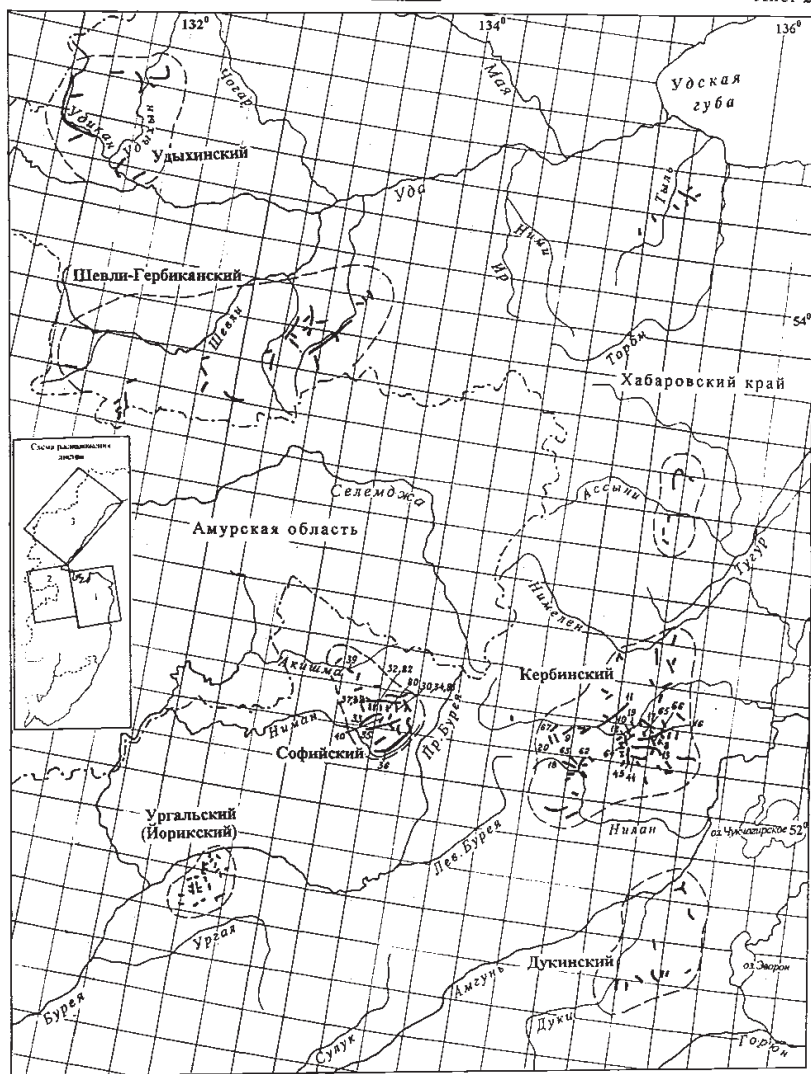


Золотороссыпные районы, их название, номера россыпей по таблицам 24 и 25

КАРТА ОСНОВНЫХ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПНЫХ МЕСТОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

0 15 30 км

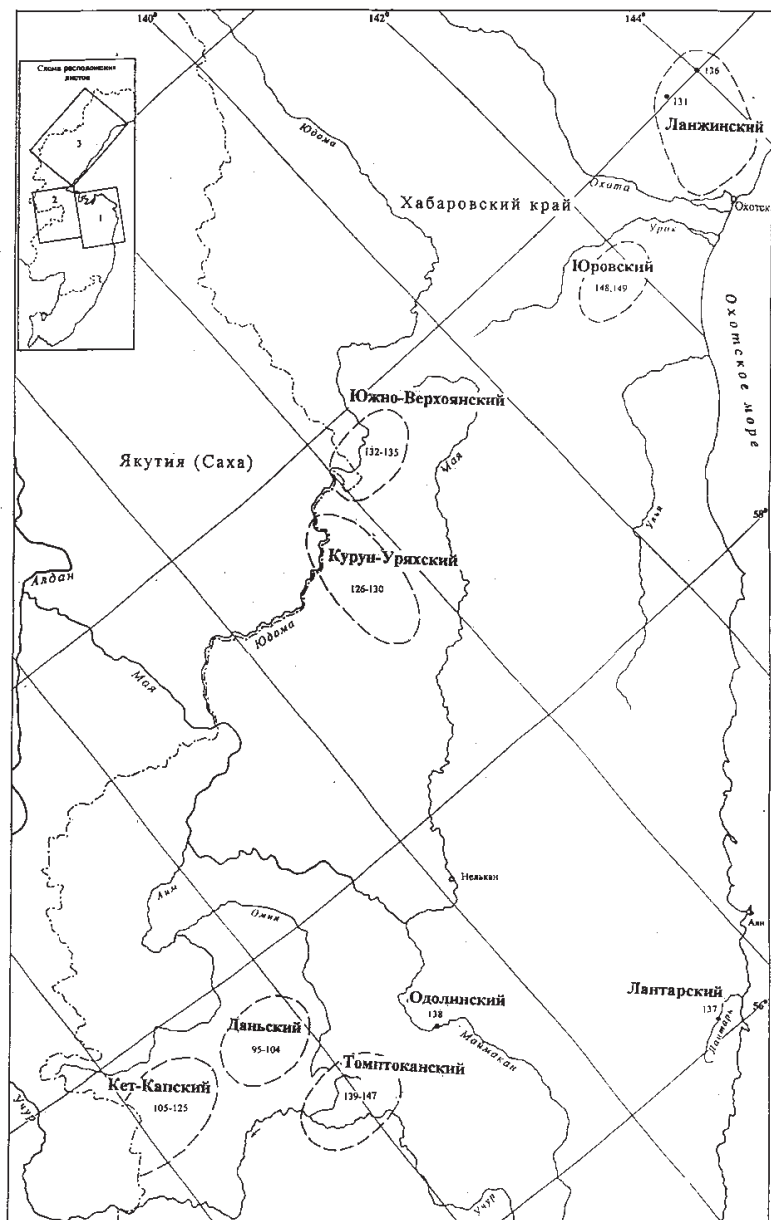
Лист 2



Золотороссыпные районы, их название, номера россыпей по таблицам 24 и 25

КАРТА ОСНОВНЫХ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПНЫХ МЕСТРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

Лист 3



(125-131) Золотороссыпные районы, их название, номера россыпей по таблице 26

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Атлас* основных золотороссыпных месторождений юга Дальнего Востока и их горно-геологические модели. — Изд-во «Антар», 2000. Отв. исполнители А.П. Сорокин, А.П. Ван-Ван-Е. — 335 с.

2. *Билибин Ю.А.* Основы геологии россыпей. — М.: ГОНТИ, 1938. — 495 с.

3. *Ван-Ван-Е А.П.* Геолого-промышленные типы россыпей золота Дальнего Востока//Россыпи, источники, их генезис и перспективы. — Якутск, 2000. — С. 152—156.

4. *Ван-Ван-Е А.П.* К проблеме древних и погребенных россыпей золота Дальнего Востока//Россыпи, источники, их генезис и перспективы. — Якутск, 2000. — С. 156—160.

5. *Ван-Ван-Е А.П.* Морфотектоника, структуры аккумуляции и продуктивность россыпей золота Дальнего Востока//Добыча золота. Проблемы и перспективы. — Хабаровск, 1997. — Т. 3. — С. 424—430.

6. *Ван-Ван-Е А.П., Орлова Т.А. и др.* Атлас многофакторных моделей золоторудных месторождений Дальнего Востока. — Изд-во ДВИМСа, 2000. — 225 с.

7. *Ван-Ван-Е А.П.* Эволюция мезокайнозойских сводово-глыбовых поднятий и морфоструктур в связи с формированием золотороссыпных месторождений//Добыча золота. Проблемы и перспективы. — Хабаровск, 1997. — Т. 3. — С. 430—437.

8. *Ван-Ван-Е А.П.* Проблемы комплексной переработки золотосодержащих россыпей Дальнего Востока//Доклады Межд. сов. «Экологические проблемы и новые технологии комплексной переработки минерального сырья». — Т. IV. — М., 2002. — С. 175—178.

9. *Ван-Ван-Е А.П.* Основные принципы прогнозирования глубокозалегающих россыпей золота и особенности их разработки в Дальневосточном регионе//Доклады Межд. сов. «Экологические проблемы и новые технологии комплексной переработки минерального сырья». — Т. III. — М., 2002. — С. 125-133.

10. *Ван-Ван-Е А.П.* Экономические аспекты инвентаризации месторождений полезных ископаемых в рыночных условиях// Материалы I Межд. конф. «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». — М.: Изд-во РУДН, 2002. — С. 277—279.

11. *Волярович Г.П.* Типы месторождений золота и закономерности их размещения на Дальнем Востоке//Золоторудные формации Дальнего Востока. — М.: Наука, 1969. — С. 7—35.

12. *Желнин С.Г.* Условия формирования и некоторые особенности геологии погребенных россыпей золота Востока Азии// Проблемы геологии россыпей. — Магадан, 1971. — С. 49—57.

13. *Казакевич Ю.П.* Погребенные россыпи и особенности их поисков//Проблемы континентального россыпеобразования//Материалы IV Всесоюз. совещ. по геологии россыпей. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. — Т. 1. — С. 1—13.

14. *Мамаев Ю.А., Ван-Ван-Е А.П. и др.* Проблемы рационального освоения золотороссыпных месторождений Дальнего Востока (геология, добыча, переработка). — Владивосток: Дальнаука, 2002. — 200 с.

15. *Моисеенко В.Г., Эйриш Л.В.* Золоторудные месторождения Востока России. — Владивосток: Дальнаука, 1996. — 350 с.

16. *Сорокин А.П.* Морфоструктуры и кайнозойские россыпи золота Приамурья. — М.: Наука, 1990. — 105 с.

17. *Сорокин А.П., Гловов В.Д.* Золотоносные структурно-вещественные ассоциации Дальнего Востока. — Владивосток: Дальнаука, 1997. — 300 с.

18. *Флёров И.Б., Кальченко С.С. и др.* Экзогенные месторождения золота //Геологическое строение СССР. Закономерности размещения полезных ископаемых. — Ленинград, 1989. — Т. 10, 11. — С. 397—414.

19. *Худяков Г.И.* Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. — М.: Наука, 1977. — 256 с.

20. *Чемеков Ю.Ф.* Неотектоника Дальнего Востока СССР. — Рига: Изд. АН Латв. ССР, 1961. — С. 231—236.

21. *Шило Н.А.* Основы учения о россыпях. — М.: Наука, 1981. — 383 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ	8
ГЛАВА 2 КРАТКИЙ ОЧЕРК МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА	13
ГЛАВА 3 НЕОТЕКТЕНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ, МОРФОСТРУКТУРЫ, ОРОГРАФИЯ И ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА	30
3.1. Эволюция мезокайнозойских сводово-глыбовых движений и морфоструктур в связи с формированием золотороссыпных месторождений	34
3.2. Морфотектоника, структуры аккумуляции и продуктивность россыпей золота Дальнего Востока	45
3.3. Орография и история формирования рельефа	50
ГЛАВА 4 ТИПИЗАЦИЯ ЗОЛОТОРОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	57
4.1. Генетические классификации россыпей	57
4.2. Геолого-промышленная классификация золотороссыпных месторождений	70
4.3. Типизация глубокозалегающих россыпей золота	91
4.4. Возраст золотоносных россыпей юга Дальнего Востока	95

ГЛАВА 5	
СВОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РОССЫПНОЙ	
ЗОЛОТОНОСНОСТИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ.....	107
5.1. Россыпная золотоносность Буреинской области	108
5.2. Нижне-Амурская область	115
5.3. Центральнo-Сихотэ-Алинская область (южные	
районы Хабаровского края).....	118
5.4. Приохотская область.....	118
5.5. Попутная металлоносность золотороссыпных	
месторождений юга Дальнего Востока	119

ГЛАВА 6	
ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ОСВОЕНИЯ	
ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА	
ХАБАРОВСКОГО КРАЯ.....	144
6.1. Методика прогнозирования и поисковые критерии	144
6.2. Оценка ресурсов золота разведанных средне-	
и глубокозалегающих россыпных месторождений.....	166
6.3. Региональная прогнозная оценка перспектив выявления	
глубокозалегающих россыпей и оценка вероятных ресурсов	
золота.....	169
6.4. Основные принципы проведения	
поисково-разведочных работ с целью выявления	
глубокозалегающих россыпей на прогнозируемых	
участках.....	176
6.5. Прогнозная карта перспектив выявления	
глубокозалегающих россыпей масштаба 1:1 000 000	179
6.6. Модели типовых глубокозалегающих россыпей	180

ГЛАВА 7	
ОЦЕНКА РЕСУРСНОЙ БАЗЫ ТЕХНОГЕННЫХ	
РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА	
ХАБАРОВСКОГО КРАЯ.....	183
7.1. Методика оценки ресурсов техногенных	
россыпей золота	183
7.2. Аналитические расчеты ресурсов	
техногенных россыпей.....	187
7.3. Оценка ресурсной базы техногенных	
россыпей Хабаровского края	202

ВЫВОДЫ	209
--------------	-----

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	210
-----------------	-----

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Схемы расположения прогнозируемых участков возможного формирования глубокозалегающих россыпей в пределах золотороссыпных узлов и районов Хабаровского края.....	213
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Модели типовых глубокозалегающих золотороссыпных месторождений южной части Дальнего Востока.....	227
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Расположение перспективных природно-техногенных россыпных месторождений золота Хабаровского края	258
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	262

CONTENTS

INTRODUCTION	5
CHAPTER 1	
FORMULATING THE PROBLEM.....	8
CHAPTER 2	
BRIEF SUMMARY OF GOLD METALLOGENY IN THE RUSSIAN FAR EAST SOUTHERN PART	13
CHAPTER 3	
NEOTECTONIC MOVEMENTS, MORPHOSTRUCTURES, OROGRAPHY AND RELIEF FORMATION HISTORY	30
3.1. Evolution of mesocainozoic arched-block movements and morphostructures in connection with gold placer deposits formation	34
3.2. Gold placers morphotectonics, accumulation structures and productivity in the Far east.....	45
3.3. Orography and relief formation history	50
CHAPTER 4	
GOLD PLACER DEPOSITS TYPIFICATION.....	57
4.1. Placers genetic classifications.....	57
4.2. Geological and commercial classification of gold placer deposits	70
4.3. Deep-seated gold placers typification.....	91
4.4. Gold bearing placers age in the far east south	95

CHAPTER 5	
CONSOLIDATED CHARACTERISTICS OF PLACER GOLD	
CONTENT IN THE Khabarovsk Territory	107
5.1. Placer gold content of the Bureya region.....	108
5.2. Lower Amur region	115
5.3. Central Sikhote-Alin region (southern areas	
of the Khabarovsk territory.....	118
5.4. Priokhotsk (okhotsk-related) region.....	118
5.5. Accompanying metalliferous properties of gold placer deposits	
in the Far East south	119
CHAPTER 6	
PROGNOSTIC EVALUATION OF PERSPECTIVES	
FOR DEVELOPMENT OF Khabarovsk Territory	
DEEP-SEATED GOLD PLACERS	144
6.1. Forecasting methodical instructions and prospecting criteria.....	144
6.2. Evaluation of explored middle- and deep-seated placer	
deposits resources of gold.....	166
6.3. Regional prognostic evaluation of deep-seated placers	
revealing perspectives and probable gold resources evaluation	169
6.4. Main principles of prospecting works realization with the view	
of deep-seated placers revealing in the prognostic areas	176
6.5. Prognostic map 1:1000 000 of deep-seated placers revealing	
perspectives (Appendix 1)	179
6.6. Models for typical deep-seated placers (Appendix 2.....	180
CHAPTER 7	
EVALUATION OF THE Khabarovsk Territory	
TECHNOGENE GOLD PLACER DEPOSITS RESOURCE BASE.....	183
7.1. Methodical instructions for technogene gold placers	
resources evaluation.....	183
7.2. Technogene placers resources analytic estimations.....	187
7.3. Evaluation of the Khabarovsk territory technogene	
placers resource base	202
CONCLUSION.....	209
REFERENCES	210
APPENDIX 1	213
APPENDIX 2	227
APPENDIX 3	258



Анатолий Петрович Ван-Ван-Е

РЕСУРСНАЯ БАЗА ПРИРОДНО- ТЕХНОГЕННЫХ ЗОЛОТОРОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Режим выпуска «стандартный»

Редакторы текста *Е.И. Кит, А.Н. Сытдыкова*
Компьютерная верстка и подготовка
оригинал-макета *И.А. Вершинина*
Дизайн серии *Е.Б. Капралова*
Зав. производством *Н.Д. Урбушикина*

Подписано в печать 19.02.2010. Формат 60×90/16.
Бумага офсетная № 1. Гарнитура «Times».
Печать офсетная. Усл. печ. л. 17,0. Тираж 1000 экз.
Изд. № 2148. Заказ 7835

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»
ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

*Оригинал-макет подготовлен в издательстве
«Горная книга»*

Отпечатано в ОАО «Военное издательство»
Филиал «Типография Военного издательства»
125319 Москва, Б. Коптевский проезд, д. 16
тел. 8(499)152-17-50, 152-39-11

119991 Москва, ГСП-1, Ленинский проспект, 6,
издательство «Горная книга»; Издательство МГТУ
тел. (495) 236-97-80; факс (495) 956-90-40;
тел./факс (495) 737-32-65



К ♦ Н ♦ И ♦ Г ♦ И

ИЗДАТЕЛЬСТВА МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО
УНИВЕРСИТЕТА
И ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»

можно приобрести

- ♦ в киоске Издательства МГГУ (м. «Октябрьская»-кольцевая, Ленинский просп., 6, главный корпус, 2-й этаж);

заказать

- ♦ через систему «Книга—почтой»; заказы в произвольной форме направляйте:

по адресу: **119991 Москва, ГСП-1, Ленинский
проспект, 6, Издательство МГГУ;**

по телефонам: **(495) 236-97-80,
(495) 737-32-65;**

по факсам: **(495) 956-90-40,
(495) 737-32-65;**

по e-mail: **info@gornaya-kniga.ru**

**Распространение книг осуществляют
Издательство МГГУ, издательство «Горная книга»**

**Подробная информация размещена
на сайте www.gornaya-kniga.ru**

СТРУКТУРА АССОЦИАЦИИ «МИР ГОРНОЙ КНИГИ»



*ГИАБ является
ведущим
научно-практическим
журналом
в области горных наук,
геологии, экономики
добывающих отраслей,
высшего горного
образования
и смежных наук*

ГОРНЫЙ

ИНФОРМАЦИОННО- АНАЛИТИЧЕСКИЙ БЮЛЛЕТЕНЬ (ГИАБ)

Индекс Роспечати 46466
Индекс Прессы России 20983

*ГИАБ внесен в список
периодических научных изданий,
рекомендуемых ВАК Минобразования
и науки России для публикации
научных работ соискателей ученой
степени кандидата и доктора наук*

Публикуемые в ГИАБ материалы содержат:

- ♦ статьи ученых высшей школы, НИИ, зарубежных специалистов, руководителей горных предприятий и инженеров;
- ♦ полные тексты докладов ученых на симпозиумах, конференциях, совещаниях;
- ♦ обзоры по защищенным диссертациям в области горного дела и смежных наук;
- ♦ аннотации и рецензии на новые книги в области горного дела;
- ♦ публицистические, исторические и литературные материалы.

ГИАБ освещает работу семинаров ежегодного симпозиума «Неделя горняка».

Периодичность издания 12 номеров в год. Объем каждого номера 424 страницы.

С 2004 г. ГИАБ выпускается в книжном формате, в твердом переплете.

Распространение ГИАБ — преимущественно по подписке.

Возможен предварительный заказ отдельных номеров ГИАБ, выпускаемых в текущем году, а также заказ номеров прошлых лет (с 1992 г.).

По заявкам организаций издаются тематические и региональные выпуски ГИАБ, препринты (брошюры), являющиеся официальным приложением к бюллетеню.

**ПОДПИСКУ И ПРОДАЖУ
ОТДЕЛЬНЫХ НОМЕРОВ
ОСУЩЕСТВЛЯЕТ
ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ГОРНАЯ КНИГА»**

*Заявки
с обратным адресом
направляйте по адресу:
119991 Москва,
ГСП-1, Ленинский пр., д. 6,
«Горная книга»*



*Организована подписка
на отдельные выпуски ГИАБ*

Индекс Роспечати 32777

*По вопросам подписки,
получения экземпляров ГИАБ
и издания отдельных выпусков можно также
обращаться по телефонам (495) 236-97-80,
737-32-65; по факсу (495) 956-90-40
или по e-mail: info@gornaya-kniga.ru*