

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ РЕСУРСНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОБЛЕМ ПРИ ОТРАБОТКЕ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА

З.Г. Мирзеханова¹, Г.С. Мирзеханов², В.С. Литвинцев²

¹ФГБУН Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000

²ФГБУН Институт горного дела ДВО РАН, ул. Тургенева 51, г. Хабаровск; e-mail: lorp@ivep.as.khb.ru

Поступила в редакцию 2 апреля 2014 г.

Показаны особенности формирования ресурсно-экологических проблем на протяжении 150-летней истории россыпной золотодобычи на Дальнем Востоке России. Выявлены тенденции их изменения в связи со сменой технологии эксплуатации месторождений. Определено значение техногенных образований отработанных россыпей как источника извлечения драгоценного металла.

Ключевые слова: россыпные месторождения золота, ретроспективный анализ, ресурсно-экологические проблемы, перспективы отработки, Дальний Восток России.

ВВЕДЕНИЕ

Добыча россыпного золота является традиционной отраслью экономики Дальнего Востока практически с момента начала освоения этой территории. В течение более чем вековой истории из россыпей юга Дальнего Востока извлечено около 1500 т ценного металла и, несмотря на тревожные прогнозы относительно исчерпаемости запасов золота россыпных месторождений, их освоение будет продолжаться. В перспективных планах региона сохранится сырьевая направленность экономики, а данный тип природопользования останется одним из доминирующих.

По запасам и прогнозным ресурсам драгоценного металла регион занимает лидирующие позиции, поэтому от эффективной эксплуатации его месторождений во многом зависит развитие экономики страны. Освоение россыпных месторождений, неизбежно сопровождается экологическими издержками, которые проявляются в виде локальных, но глубоких преобразований природной среды. Факт этот бесспорный, хорошо изученный на протяжении длительной истории эксплуатации россыпных объектов, не всегда однозначный в выводах относительно причин, их формирующих, а также конструктивных мероприятий, направленных на решение ресурсно-экологических проблем. Исследователи солидарны в основных своих выводах и отмечают:

а) однократная отработка природной россыпи не позволяет полностью извлечь золото, потери его существенны. Количество оставленного металла (плотики, бортовые и остаточные целики) или потерянного при промывке песков (эфельные и галечные отвалы, илы) достигает от 10 до 150 и более % от его объема в первичной россыпи [4, 6, 11–13 и др.].

б) повторная многократная отработка техногенной россыпи усугубляет степень воздействия на окружающую среду, расширяя спектр и остроту экологических проблем.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Известно, что существует тесная корреляционная связь между способом отработки месторождений, величиной потерь ценного компонента и глубиной преобразования природных комплексов. Эта связь наиболее очевидна при неоднократной эксплуатации одних и тех же месторождений, что традиционно для многих россыпных объектов. Выявление особенностей формирования ресурсно-экологических проблем при освоении россыпных месторождений, свойственных определенным историческим периодам развития этого вида хозяйственной деятельности, отличающихся технологическими параметрами эксплуатации, представляется важным с точки зрения как переоценки отработанных объектов, так и оптимизации системы управления россыпной золотодобычей.

Одним из наиболее значимых методов исследования, позволяющим выявить причинно-следственные связи в пространственно-временном аспекте в системе «технология отработки – потери – экологические проблемы», является ретроспективный анализ.

Ретроспективный анализ – это особый метод познания, в отличие от других он относится к абстрактно-логическому методу исследования и служит составной частью анализа любой деятельности по признаку времени. Он широко применяется в различных областях знания, направлен на выявление недоиспользованных резервов и упущенных возможностей. Его результаты нередко используются в разработке прогнозов хозяйственной деятельности и составлении планов развития, поскольку ретроспективный анализ дает возможность видеть перспективу, учитывая сложившиеся тенденции с их промахами и достижениями.

В контексте обозначенной проблемы он направлен на изучение тенденций формирования ресурсно-экологических проблем, сложившихся за весь период развития россыпной золотодобычи. Задачи ретроспективного анализа в исследовании формирования ресурсно-экологических проблем на разных этапах освоения россыпных месторождений золота на юге Дальнего Востока связаны с:

- 1) определением тенденций развития россыпной золотодобычи с конца XIX века по настоящее время;
- 2) диагностикой ресурсно-экологических проблем;
- 3) геоситуационным анализом функционирования этого вида деятельности, позволяющим выявить специфику формирования экологических проблем в пределах различных временных интервалов, отличающихся технологическими схемами разработки месторождений.

Геоситуационный (проблемный) анализ применяется для формализации единства природных и социально-экономических процессов в окружающей среде, которое выражается в их пространственно-временном взаимодействии, он предусматривает выделение экологических проблем и экологических ситуаций, их картографирование для принятия конструктивных решений.

Более чем полуторауговековой период эксплуатации россыпных объектов Дальневосточного региона отличался закономерной сменой технологии их отработки, что обусловило неоднократный возврат золотодобывающих предприятий к одним и тем же объектам (табл. 1, рис. 1). При этом технологические потери полезного компонента на каждом предшествующем этапе отработки обеспечивали рентабельное освоение объекта на последующем, усугубляя

экологическую обстановку на эксплуатируемой территории.

В рамках ретроспективного анализа весь период эксплуатации золотосодержащих объектов условно разбит на 4 этапа, которые отличаются технологическими схемами добычи, ресурсными потерями, особенностями воздействия на окружающую среду. Понятно, что границы временных отрезков не могут быть четкими, они определяются многими факторами, которые были свойственны социально-экономическому и политическому развитию страны.

1. Этап открытий и начало эксплуатации россыпных объектов Дальнего Востока охватывает период 1850–1920-е годы. Его начало связывают с появлением первых сведений о нахождении знаков золота в бассейне р. Амур (экспедиции инженеров М.И. Кованько и Н.Г. Меглицкого) [1].

2. Этап активной эксплуатации россыпных объектов на советском Дальнем Востоке, начала старательского движения, внедрения драг и гидромеханизированных способов разработки – начало 30-х–конец 60-х годов XX века.

3. Этап внедрения полнолитражных драг и гидромеханизированных способов разработки – 70-е–80-е годы XX века.

4. Современный этап: начало 90-х XX века – настоящее время – полный переход к частной форме производства, перевооружения технологического и доводочного оборудования.

Каждый из этих этапов имеет свои особенности, обусловленные социально-экономическими требованиями, которые определили характер и способы освоения россыпных месторождений. В зависимости от применяемой технологии каждый исторический этап отработки россыпных месторождений золота характеризовался определенной величиной сырьевых потерь, а также определенным спектром экологических проблем. Использование геоситуационного анализа позволило провести ранжирование экологических проблем, согласно их проявлению в том или ином компоненте географической оболочки. Сочетание экологических проблем и интенсивность их проявления зависят от характера эксплуатации россыпного объекта.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Ресурсно-экологические проблемы первого этапа отработки россыпных месторождений

На первом этапе разработки предусматривалась организация полного цикла обеспечения производственной деятельности – от геолого-разведочных до социально-бытовых. Расчет с работниками осуществлялся независимо от результата работ (повременная

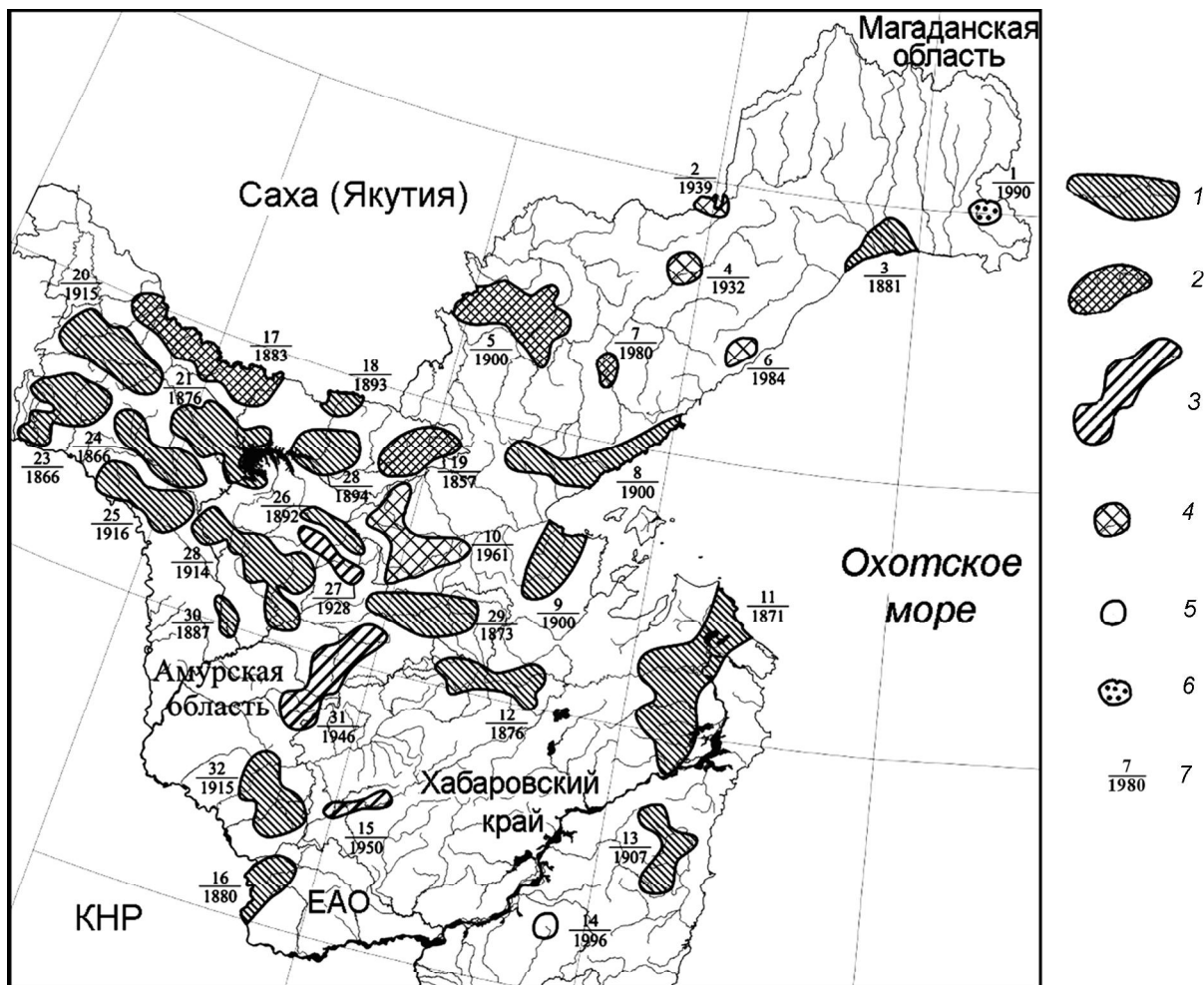


Рис. 1. Временные этапы освоения золотороссыпных объектов юга Дальнего Востока.

Золотороссыпные районы, в пределах которых месторождения отрабатывались: 1 – на всех четырех этапах, в настоящее время отрабатываются; 2 – на всех четырех этапах, в настоящее время не отрабатываются; 3 – на 2, 3, 4 этапах, в настоящее время отрабатываются; 4 – на 2, 3, 4 этапах, в настоящее время не отрабатываются; 5 – только на 4 этапе, в настоящее время отрабатываются; 6 – только на 4 этапе, в настоящее время не отрабатываются; 7 – в числителя номер (см. табл. 1) россыпного района (узла, поля), в знаменателе – год начала разработок россыпного месторождения.

плата). Применялся также золотничный (старательский) и хищнический (одионый) способы.

В эксплуатацию вовлекались богатые и очень богатые россыпи со средними содержаниями золота в песках 6.9–10 г/т (не менее 20 г/м³). В последующем стали разрабатываться менее богатые россыпи с содержаниями золота до 2.5 г/т (не менее 5 г/м³). Вскрыша производилась вручную. Золотоносные пески перевозились на промывочный прибор, который представлял собой бочечное устройство из листового перфорированного железа, который быстро изнашивался. Постепенно, из-за дороговизны доставки материала на прииски, бочечные устройства заменялись «кулибинками», это – типичные шлюзы-колоды, которые изготовлялись на местах из дерева. Только в конце XIX века на Дальнем Востоке начали применять гидравлический

способ промывки и драги. Так первая многочерпаковая паровая драга с черпаками 70 л была приобретена в 1894 г. Верхне-Амурской компанией в Голландии для разработки россыпей рек Гиллой, Брянта, Уруша. Эта драга под названием «Первенец» приступила к работам 28 мая 1897 г. на р. Уруша. Гидравлический способ разработки впервые был применен в 1900 г. на прииске «Геннадиевском» по кл. Афанасьевскому.

Ежегодная добыча золота в Приморской области (Приморский и Уссурийский горные округа) за период с 1895 по 1915 гг. в среднем составляла от 126.6 до 181.2 пудов. В 1896 г. здесь золотодобычей занимались десять объединений, главными из них были товарищество «Ельцов и Левашов» и Амгунская золотопромышленная компания. Они добывали 77.7 % общего количества золота в области.

В начале XX века основной объем добычи золота давали Администрация по делам Охотской золотопромышленной компании, предприятие промышленника Г.И. Генрихсена, Амурское золотопромышленное общество, Амгунская золотопромышленная компания, Ново-Удильское золотопромышленное товарищество. Они использовали новейшую технику и технологии при хозяйском способе организации работ. В этот период наибольшее распространение имели золотопромывальные устройства двух типов: с неподвижным грохотом – ручные и конные бутары; с подвижным – бочечные машины, шлюзы, начиная с «американок» и кончая «кулибинками».

В 1912 г. на всех приисках Дальнего Востока работал 21 паровой двигатель, а в 1913–1924 гг. один из них – на драге и один – на экскаваторе. Дrajные работы велись на Александровском прииске золотопромышленником Аксентьевым в 1912–1913 гг. На приисках Нижне-Урканском и Ефимьевском Амурского округа работал экскаватор. Пески загружались в вагонетки (16 шт.), которые паровозом доставлялись к двухбочечной золотопромывальной машине (с двигателем 20 л. с.).

На прииске Сомнительный (р. Большой Ульдегит) в Зейском горном округе добыча золота осуществлялась гидравлическим способом. Длина водоводной канавы со плотками при разности отметок высот 64 м составляла 15.5 км.

Наблюдаемый с 1901 г. дефицит минерального сырья заставляет многие компании вовлекать в разработку как новые целиковые участки, в том числе и бортовые, так и отвалы прежних разработок. Это – Нижнеивановский, Нижнедмитриевский, Верхнедмитриевский, Васильевский, Иликанский, Леоновский и многие другие прииски. «Она (Джалонская группа), подобно Джалтинской группе, настолько выработана, что взять здесь можно еще лишь кое-что, промывая отвалы и прирезывая борты...» [1, с. 407)]. Такова судьба большинства приисков Приамурских горных округов к началу XX века после 25–30-летних интенсивных разработок. Содержания золота во вновь прирезаемых бортовых целиках и перемываемых отвалах были достаточно высокими: не менее 3.5 г/м^3 – в целиках и от 1 до 3 г/м^3 – в отвалах.

Общий объем добычи золота за этот период составил по Приамурским горным округам 281.5 т и дополнительно за счет скупки изъятия у нелегалов и расхитителей 68 т [9]. В начале Первой мировой войны в мире резко сократилась добыча золота, в т. ч. и в России. Если в 1915 г. удельный вес России в мировой добыче составлял 6 %, то в 1921 г. – десятые доли процента. При недостатке рабочей силы и оборудо-

вания золотопромышленники, стремясь сохранить прибыли на прежнем уровне, уменьшали объемы геолого-разведочных работ и хищнически отрабатывали наиболее богатые участки месторождений. В 1914 г. было добыто максимальное количество золота (65.5 т), однако уже в 1917 г. объем добычи сократился в 3.5 раза. Довоенного уровня Россия достигла только в 1932 г.

Таким образом, техническое несовершенство драг, некачественное исполнение «кулибинок», отсутствие высокотехнологичных улавливающих материалов обуславливали достаточно высокие потери золота на стадии промывки песков, с одной стороны, а с другой – применяемые кондиции позволяли оставлять бортовые целики с достаточно высокими содержаниями. Согласно расчетам, с учетом эфельности песков и средних содержаний золота в первичных песках и перемываемых отвальных образованиях, потери (T_n) на этом этапе значительно превышали уровень 30 %.

$$T_n = C_{\text{од}} (1-3 \text{ г/м}^3) \times \Xi_n (0.9) / C_n (5.8 \text{ г/м}^3) = 16-47 \%,$$

где $C_{\text{од}}$ – содержание золота в отвалах, г/м^3 ; Ξ_n – эфельность песков, долях; C_n – средние содержания золота в исходных песках г/м^3 .

Рассмотренный этап характеризовался крайне экстенсивным подходом к освоению территорий золотодобычи. В разработку были вовлечены значительные площади. К концу первого этапа границы нарушенных земель практически определились и в целом соответствуют современному состоянию. В последующем необходимость повторного освоения отработанных россыпей неизбежно усугубляла экологическую обстановку внутри этих территорий.

Несмотря на значительные площади, затронутые россыпной золотодобычей, используемая технология была относительно современной, простой, и влияние на компоненты окружающей среды прослеживалось больше в пространственном отношении. Спектр экологических проблем затрагивал геолого-геоморфологические, водные, почвенные, биотические и ландшафтные комплексы (табл. 2). Глубина трансформации их в связи с преобладанием ручного труда незначительна.

Ресурсно-экологические проблемы второго этапа обработки россыпных месторождений

Второй этап в истории золотодобычи начинался с глубокого застоя, политического и экономического кризиса Дальневосточного региона, связанного с гражданской войной и японской интервенцией. К 1922 г. золотодобыча постепенно медленно возвращалась в прежнее активное русло, и Советское государство предприняло ряд мер, ориентированных на восстановление важной для страны отрасли. Хотя недра республики были объявлены собственностью государст-

Таблица 1. Этапы освоения россыпных районов и способы разработки.

Наименование золотосносного района, узла, поля	Этапы освоения									
	1 этап: 1850–1920-е годы		2 этап: начало 30-х–конец 60-х годов XX века		3 этап: 70-е–80-е годы XX века		4 этап: начало 90-х XX века–настоящее время		Состояние в настоящее время	Отработаны
	Начало разработок	Способы отработки	Средние содержания металла	Период, способы отработки	Средние содержания металла	Период, способы отработки	Средние содержания металла	Период, способы отработки		
Хабаровский край и ЕАО										
1. Кавинский										
2. Огонеский (Жаровский)										
3. Ланжинский (Охотский)	1881* (до 1829 г)	Ручной	До 250 г/м ³ *	Продолжались до конца 20-х гг. XX в.	Возобновились в 1984 г.	Гидравл., подземный	Возобновились до 2004 г.	Гидравл., подземный	До 5 г/м ³	Отработаны
4. Курун-Уряхский										
5. Учурский р. Улахан-Чайдах	р. Сутама 1900 г. р. Учур, р. Маймакан 1914 г.	Ручной	3,7–5,3 г/м ³	1932–1956 гг. ручной, гидравл. подземный	около 10 г/м ³	Возобновились в 1984 г. ручной, гидравл., подземный	Продолжались	Продолжались	1–3 г/м ³	Отработаны
6. Тукчинский										
7. Одолинский	1880 г.									
8. Джуджурский (Прибрежный)	1900 г.	Ручной	3–40 г/м ³ отработаны							
9. Тором-Тыльский	1900 г.	Ручной	1,0–10 г/м ³							
10. Удской (Чогаро-Удыхинский)										
11. Амгуно-Нижнеамурский	1871 г.	Ручной, гидравл., дражный	2–20 г/м ³ * 0,5–10,0 г/м ³	1931 г., гидравл.	Около 10,0 г/м ³	Возобновились в 80-е гг. Гидравл.	Продолжались	Продолжались Гидравл., дражный	1–3 г/м ³	Отработаны
12. (Бурейский) Нимано-Софийский	1876 г.	Ручной, гидравл.	От 3,0 до 50,0 г/м ³ *	Гидравл., дражный				Продолжались Гидравл., дражный		Отработаны
13. Тумнинский	1907 г.	Ручной	5–10 г/м ³ *	Ручной, гидравл., дражный				Продолжались Гидравл.		Отработаны
14. Соолин-Анойский										
15. Гуджал (Нони)-Яуинский										
16. Сутарский	1880–1889 гг.	Ручной	0,7–40 г/м ³ *	Гидравл.				Продолжались Гидравл., мини-драги	1995 г. гидравл. более 3 г/м ³ *	Отработаны

Таблица 1. (Продолжение).

Амурская область 17. Илово-Ильинский	1883– 1891 гг.	Ручной, гидравл.	5–17 г/м ³	Гидравл.	Продолжались	Продолжались	Обраба- таны
18. Верхнетокский	1893 г.	Ручной, ямный	4–12 г/м ³ (до 100 г/м ³)	Продолжались* 1950–1973 – участки зак- рыты. Ручной, желобами	1973 г. Гидравл.	Продолжались Гидравл.	Обраба- тываются
19. Купури-Майский	1857 г. первые находки			Продолжались. С 1952 г. закрыты. Ручной	1985 г. Продолжались	Продолжались	Обраба- таны
20. Нюкжинский	1915 г.	Ручной	13 г/3 (до 60 г/м ³)*	Продолжались. С 1952 г. закрыты. Ручной		Возобновились с 1984 г. Дражный	Обраба- тываются
21. Дамбукинский	1876 г.	Ручной, дражный, гидравл.	10 г/м ³ (до 50 г/м ³)*, Дражный- г/м ³	Гидравл., дражный	Продолжались	Продолжались	
22. Бомнакский (Суджарский)	1894 г.	Ручной	6.0 г/м ³ *	1950 г. добыча прекратилась	С 1973 г. возобновились Гидравл.	Продолжались Гидравл.	
23. Уруша- Ольдойский	1866** 1867– 1870 гг.	Ручной, первая драга	3.2–13 г/м ³ * 0.8–1.3 г/м ³	Ручной, гидравл., дражный	Продолжались	Продолжались Гидравл.	Обраба- тываются
24. Джалинда- Урканский	1866– 1867 гг.	Ручной	6 г/м ³ *	Ручной, гидравл., дражный	Продолжались	Продолжались Гидравл.	Обраба- тываются
25. Тыгда- Улунгинский	1916 г.	Ручной	3.9–5.2 г/м ³	Гидравл., дражный	Продолжались	Продолжались Гидравл.	
26. Унья-Бомский	1892 г.	Ручной	1.5–250 г/м ³ *	Ручной, гидравл.	Гидравл. около 1 г/м ³	Продолжались Гидравл.	Обраба- тываются отдельные участки обраба- танных россыпей
27. Норский (Гуксинско-Нора- Эгорский)				1928–1941 гг. Ручной, ямный, гидравл.	Продолжались Гидравл.	Продолжались Гидравл.	Обраба- тываются
28. Октябрьский	До 1914 г.	Ручной, ямный		1934–1934 гг. ** Гидравл., *** дражный	Более 1 г/м ³	Продолжались Гидравл.	Обраба- тывались в неболь- шом объеме
29. Селемджинский	1873– 1894 гг.	Ручной, гидравл. дражный	1–200 г/м ³ *	Гидравл., дражный	Продолжались	Продолжались Гидравл., дражный	Обраба- тываются
30. Шимановский (Сиваглинский)	1887 г.	Ручной, гидравл.	0.4–2.5 г/м ³	Продолжались	Продолжались	Продолжались Гидравл.	Обраба- тываются
31. Северотуран- ский (Ульминский)				1946 г. Гидравл.	Продолжались	Продолжались Гидравл.	Обраба- тываются
32. Ивановский (Архаринский)	1915 г.	Ручной, ямный	Около 10 г/м ³	Гидравл.	Продолжались	Продолжались Гидравл.	Обраба- тываются

Примечание. Гидравл. – гидравлический способ отработки золотоносной россыпи, * – отвалы перемывались – содержания от 1–2 г/м³, ** – сведения у разных авторов различаются [7, 9, 10, 14], *** – использовались так называемые сухопутные драги или бочечные грохота [2, 7].

Таблица 2. Изменение экологических проблем на разных этапах отработки россыпных месторождений.

Группы экологических проблем	Экологические проблемы на разных этапах отработки россыпных месторождений золота			
	I этап	II этап	III этап	IV этап
А – атмосферные	Не выражены	1. Загрязнение приземных слоев атмосферы пылью, оксидами С, S, N. N.	1. Загрязнение приземных слоев атмосферы пылью, оксидами С, S, N, соединениями Pb.	1. Загрязнение приземных слоев атмосферы пылью, оксидами С, S, N, соединениями Pb.
Б – биотические	1. Фрагментарное уничтожение растительного покрова. 2. Усиление фактора беспокойства для диких животных.	1. Полное уничтожение растительного покрова. 2. Уничтожение уникальных растительных формаций. 3. Увеличение заносных (адвентивных) видов. 4. Сокращение численности диких животных. 5. Усиление фактора беспокойства для диких животных. 6. Трансформация нерестилищ.	1. Полное уничтожение растительного покрова. 2. Уничтожение уникальных растительных формаций. 3. Смещение границ высотных поясов. 4. Уничтожение видов, занесенных в Красные книги. 5. Увеличение заносных (адвентивных) видов. 6. Деградация оленьих пастбищ. 7. Сокращение численности диких животных. 8. Усиление фактора беспокойства для диких животных. 9. Трансформация нерестилищ.	1. Полное уничтожение растительного покрова. 2. Уничтожение уникальных растительных формаций. 3. Смещение границ высотных поясов. 4. Уничтожение видов, занесенных в Красные книги. 5. Увеличение заносных (адвентивных) видов. 6. Деградация оленьих пастбищ. 7. Сокращение численности диких животных. 8. Усиление фактора беспокойства для диких животных. 9. Трансформация нерестилищ.
В – водные	1. Загрязнение поверхностных вод взвешенными частицами.	1. Зарегулирование и перераспределение поверхностного стока. 2. Загрязнение поверхностных вод взвешенными частицами, нефтепродуктами, хоз. бытовыми стоками. 3. Загрязнение поверхностных и подземных вод ртутью. 4. Изменение природного гидрологического режима и условий питания водотоков.	1. Зарегулирование и перераспределение поверхностного стока. 2. Загрязнение поверхностных вод взвешенными частицами, нефтепродуктами, хоз. бытовыми стоками. 3. Загрязнение поверхностных и подземных вод ртутью, реагентами для осветления вод. 4. Изменение природного гидрологического режима и условий питания водотоков. 5. Изменение насыщенности кислородом поверхностных вод.	1. Зарегулирование и перераспределение поверхностного стока. 2. Загрязнение поверхностных вод взвешенными частицами, нефтепродуктами, хоз. бытовыми стоками. 3. Понижение уровня грунтовых вод. 4. Изменение природного гидрологического режима и условий питания водотоков. 5. Изменение насыщенности кислородом поверхностных вод. 6. Загрязнение поверхностных и подземных вод реагентами для осветления вод.

Г – геолого-геоморфологические	1. Формирование элементов техногенного рельефа.	1. Формирование техногенного рельефа. 2. Вынос на дневную поверхность глубокозалегающих горных пород. 3. Активизация эрозийных и склоновых процессов.	1. Формирование техногенного рельефа, 2. Вынос на дневную поверхность глубокозалегающих горных пород. 3. Активизация эрозийных и склоновых процессов, рост курумов и осыпей.	1. Формирование техногенного рельефа. 2. Вынос на дневную поверхность глубокозалегающих горных пород. 3. Активизация эрозийных и склоновых процессов, рост курумов и осыпей.
Ж – пирогенные	1. Усиление пожароопасности	1. Усиление пожароопасности. 2. Увеличение площади гарей.	1. Усиление пожароопасности. 2. Увеличение площади гарей.	1. Усиление пожароопасности. 2. Увеличение площади гарей.
К – климатические	Не выражены.	Не выражены	1. Изменение микроклимата. 2. Глубокая водно-тепловая мелиорация речных долин.	1. Изменение микроклимата. 2. Глубокая водно-тепловая мелиорация речных долин.
Л – ландшафтные (комплексные)	1. Трансформация речных ландшафтов 2. Снижение эстетической привлекательности ландшафтов.	1. Уничтожение первичных ландшафтов речных долин. 2. Формирование техногенных ландшафтов. 3. Снижение эстетической привлекательности ландшафтов. 4. Формирование аazonальных природных комплексов.	1. Уничтожение первичных ландшафтов речных долин. 2. Формирование техногенных ландшафтов. 3. Снижение эстетической привлекательности ландшафтов. 4. Формирование аazonальных природных комплексов.	1. Уничтожение первичных ландшафтов речных долин. 2. Формирование техногенных ландшафтов. 3. Снижение эстетической привлекательности ландшафтов. 4. Формирование аazonальных природных комплексов.
М – криогенные	Не выражены.	Не выражены.	1. Увеличение глубины сезонного протаивания грунтов. 2. Формирование техногенных таликовых зон.	1. Увеличение глубины сезонного протаивания грунтов. 2. Формирование техногенных таликовых зон. 3. Нарушение режима многолетней мерзлоты на склонах.
П – почвенные	1. Трансформация почвенного покрова.	1. Уничтожение почвенного покрова. 2. Загрязнение почвогрунтов ртутью. 3. Активизация эрозийных процессов. 4. Изменение реакции почвенной среды в сторону более высоких значений рН.	1. Уничтожение почвенного покрова. 2. Загрязнение почвогрунтов ртутью. 3. Активизация эрозийных процессов. 4. Изменение реакции почвенной среды в сторону более высоких значений рН.	1. Уничтожение почвенного покрова. 2. Загрязнение почвогрунтов ртутью. 3. Активизация эрозийных процессов. 4. Изменение реакции почвенной среды в сторону более высоких значений рН.
Т – геохимические	Не выражены.	1. Ртутное загрязнение компонентов ландшафтов.	1. Вторичное ртутное загрязнение компонентов ландшафтов на участках использования амальгамации.	1. Вторичное ртутное загрязнение компонентов ландшафтов на участках использования амальгамации. 2. Поступление в геохимический перенос веществ-коагулянтов.

ва, частным предпринимателям было оставлено право аренды приисков. Законом, принятым в 1921 г., вновь вернулось право на свободное обращение золота. Также были приняты декреты о льготном кредитовании золотодобычи с целью привлечения частных предпринимателей.

Для развития золотодобывающей промышленности в составе Государственного АО «Союззолото» в 1933 г. созданы тресты «Приморзолото» в г. Хабаровске и «Амурзолото» в г. Свободном. Вся деятельность по округам Дальневосточного региона контролировалась вышеназванными трестами. Активизировались геолого-разведочные работы, которые увенчались открытием ряда богатейших россыпей. Повышенное внимание уделялось переоценке золотоносных площадей, отработка которых ранее велась бессистемно. До середины 60-х годов XX века в эксплуатацию были переданы запасы по 13 россыпям и 5 крупным дражным полигонам [9].

В 1937 г. Советский Союз обогнал по добыче золота США и Канаду и занял второе место в мире [18]. В конце 50-х – начале 60-х годов были созданы первые прииски на Чукотке, и с этого периода золотодобывающая промышленность Дальнего Востока начала развиваться ускоренными темпами.

Несмотря на достигнутые успехи, у дальневосточных золотодобытчиков не хватало финансовых средств на приобретение усовершенствованных технических средств, и только в начале 40-х годов начали появляться скреперы, экскаваторы с паровым двигателем, трактора, позднее широкое распространение получили малолитражные драги (50 литровые, так называемые «Гномы»). Число драг к концу 50-х годов выросло до 34, из них 20 драг – малолитражных [9]. Использовались также и горные комбайны – малолитражные драги на гусеничном ходу.

Несмотря на новые открытия, внедрение драг и гидравлик, процент извлечения золота оставался достаточно низким. Так, например, на гидравликах «при существующих способах промывки он составлял 79.1–85.5 %» [3, с. 60]. Таким образом, потери при промывке грунтов составляли около 15–20 %. Существенны были потери и в плотике, что связано с техническими возможностями малолитражных драг и тракторной техники. К концу этого этапа постепенно малолитражные драги (50-литровые) начали заменяться полнолитражными (210-литровые), интенсивно шло внедрение гидромеханизированных установок (ГМУ). Наряду с этим с целью повышения извлечения мелкого золота официально было разрешено использование амальгамирования непосредственно на драгах и ГМУ. Последние годы этого этапа характери-

зовались многочисленными инновациями. Они были направлены на улучшение технических свойств приборов, позволяющих увеличить производительность, и на разработку технологий улучшения обработки золотосодержащих шлихов и концентратов. Однако лучшим способом уменьшения потерь стала повторная отработка отвалов драгами. Причем низкие содержания золота в отвалах компенсировались производительностью драг по немерзлым грунтам. Ориентировочно общая добыча россыпного золота в пределах южной части Дальнего Востока за эти годы могла составить 340–350 т [3]. Несмотря на расширение механизации производства в виде увеличения гидравлик с естественным напором воды, паровых драг, ручной метод оставался главенствующим вплоть до конца 30-х годов XX столетия. Так, на примере Амурской области видно, что только к 50-м годам XX века доля золота, добытого с использованием драг и гидравлических установок, стала существенной и достигла 2/3 от общего объема добычи [3]. Динамика добычи золота по Амурской области с использованием данных, приведенных у П.Ю. Афанасьева, Н.Б. Трубникова [3], обобщена и представлена в диаграмме (рис. 2).

В Амурской области удельный вес дражной добычи увеличился с 24.2 % в 1950 г. до 70.5 % в 1967 г. В 1950 г. в «Амурзолото» работало 38 драг (из них 30 с черпаками на 50 л), в 1957 г. – 34 (20 на 50 л), в 1967 – 29 (8 на 50 л, 10 на 250 л). Переработка горной массы за этот период увеличилась с 8.6 до 16.8 млн м³. В 1950 году добыча золота осуществлялась также 12 «гидравликами» с естественным напором воды, однако в дальнейшем их количество уменьшалось в связи с вводом в эксплуатацию



Рис. 2. Динамика добычи золота в Амурской области по способу отработки.

малолитражных драг. Расширилась область применения гидромеханизированных установок (ГМУ) на базе паровых двигателей (1950 г.), бензиновых (до 1959 г.), с 1959 г. – на базе электродвигателей. В 1967 г. из 19 ГМУ семь были оснащены землесосами ЗГМ-2М. На Северо-Востоке шлюзовые приборы заменяются конвейерно-скрубберными шлюзовыми цельнометаллическими приборами ГСП-14, МПД-2.5, МПД-6, появляются стакеры Е.И. Богданова.

Техническое перевооружение производства и особенно введение технологии, связанной с амальгамированием, в значительной степени расширили спектр и глубину проявления экологических проблем. К традиционным проблемам, характерным для первого этапа, добавилось химическое загрязнение грунтов и поверхностных вод, нарушение криогенного режима, загрязнение нижних слоев атмосферы (табл. 2).

Ресурсно-экологические проблемы третьего этапа отработки россыпных месторождений

Третий этап освоения россыпных месторождений относительно короткий, но яркий. Горные управления реорганизованы в ГОКи, укрупняются старательские артели, прекращается вольнопринимательский способ. Интенсивно происходит техническое совершенствование производства, в том числе перевооружение горнодобывающей техники, внедряются полнолитражные 250- и 380-литровые электрические драги, что повышает производительность труда в золотодобывающей промышленности на 45 %. В 1.3 раза возрос объем разработки россыпных месторождений с применением шагающих экскаваторов-драглайнов, фронтальных погрузчиков – в 2.4 раза. Начинается перевооружение горного производства. На этом этапе впервые маломощные отечественные бульдозеры Т-100, Т-130 (170) начали заменяться мощными и производительными импортными бульдозерами «Катапилляр» и «Камацу» и Т-330 отечественного производства. Внедряются гидроэлеваторные приборы ПГШ, ПГБ, ГЭП с двухстадийной дезинтеграцией металла, производительные землесосные установки. В целом техническое и технологическое перевооружение позволило более полноценно извлекать металл из приплотиковых участков, мерзлых грунтов. В результате существенно уменьшились потери на стадии вскрыши торфов.

Активно велись разведочные работы, что позволило существенно пополнить минерально-сырьевую базу. Следует отметить, что вовлекаемые на этом этапе в разработку россыпи также характеризовались довольно высокими содержаниями золота. Так, например, в Хабаровском крае на долю россыпей с содержаниями от 2 до 5 г/м³ и более 5 г/м³ приходи-

лось, соответственно, 14.2 и 46 % от общего количества россыпей. В богатейших золотоносных районах Амурского, Буреинского и Зейского округов наряду с разработкой вновь выявляемых богатых россыпей разрабатывались и остаточные целиковые участки россыпей, отработанные в дореволюционное время.

Аналогично предшествующим этапам в это время потери металла в достаточно больших количествах происходили как еще на стадии подготовки песков, так и во время их промывки. Изучение и разбраковка отработанных россыпей позволила выделить более 150 россыпных объектов с ожидаемыми содержаниями золота в гале-эфельных отвалах не менее 300 мг/м³ и суммарными прогнозными ресурсами более 60 т.

По данным разных авторов, технический уровень данного этапа обеспечивал извлечение 47–84 % полезного компонента [11, 12, 15, 16 и др.]. В среднем потери могли превышать 20 % порог, что обуславливало присутствие в гале-эфельных отвалах достаточно высоких, приемлемых для повторной отработки, содержаний золота. Несмотря на то, что этот этап хоть и более короткий по времени, он является наиболее продуктивным: общая добыча россыпного золота в Амурской области, Хабаровском крае, включая Сахалин и Приморье, по неполным данным, превысила 400 т, в том числе только на долю Амурской области приходится более 240 т.

В экологическом отношении в пределах временного интервала данного этапа продолжалось расширение новых площадей, вовлекаемых в разработку, и дальнейшее углубление воздействия на окружающую среду в виде появления новых экологических проблем. В обобщенном виде спектр экологических проблем, характерных для этого этапа, представлен в таблице 2.

Положительным моментом в экологическом отношении следует считать запрет амальгамирования золота, хотя артели продолжали неофициально использовать амальгамацию непосредственно на ШОУ. Ужесточение экологических требований привело к совершенствованию технологических схем отработки. Они предусматривали обязательное обеспечение промывки песков только на оборотной воде, использование различных флокулянтов и коагулянтов для очистки воды и т. д. При этом следует подчеркнуть, что оценка влияния флокулянтов и коагулянтов на компоненты окружающей среды осталась за рамками научных исследований, поэтому однозначно судить об их роли в улучшении экологической обстановки не приходится. Немногочисленные публикации свидетельствуют об обратном эффекте, носящем затяжной характер [8].

Ресурсно-экологические проблемы четвертого этапа отработки россыпных месторождений

Четвертый этап – это этап перестройки и децентрализации золотодобывающей отрасли, этап формирования нового поколения недропользователей. Он выделялся процессами коммерциализации в этой сфере природопользования, захватом и перераспределением золотороссыпных и золоторудных объектов, распадом объединений «Амурзолото», «Приморзолото», созданием ООО (ТОО), ЗАО и т. д. Так, например, в Хабаровском крае в этот период действовало от 19 до 30, в Амурской области от 40 до 100 крупных и мелких, реорганизованных (бывшие артели, объединения) и вновь созданных золотодобывающих предприятий.

Многие мелкие предприятия очень скоро не выдержали конкуренции, предпринимательского риска и развалились, другие продолжают работать в настоящее время. Несмотря на появление в золотодобывающих предприятиях «непрофессиональных» кадров, объем россыпной золотодобычи держался на должном уровне. Известные геолого-разведочные экспедиции прекратили работу вследствие отсутствия финансирования. В Амурской области они определенное время сохранялись, позднее вошли в состав крупных предприятий – недропользователей, так было удобнее выживать. Крупные и средние предприятия имели собственные геолого-разведочные группы, которые восполняли минерально-сырьевую базу.

Характерной особенностью этого этапа является вовлечение в отработку россыпей в пределах известных золотоносных районов за счет доразведки остаточных целиковых участков отработанных россыпей, перевода в кондиционные запасы некондиционных объектов и разведки россыпей в новых районах.

Технические средства и оборудование, используемые в современных условиях, мало чем отличаются от таковых третьего этапа. Это – те же гидролеваторные промывочные приборы ПГШ-50,75, драги, землесосные установки. Однако основной акцент производственники начали делать на повышение производительности приборов (приборы ГТМ-3, ППМ-5 Магаданского механического завода с производительностью от 100 до 250 м³/час) и усложнение их конструктивных особенностей с целью повышения извлечения золота, в том числе мелкого и тонкого. Широко начали использовать доводочное оборудование в виде центробежных концентраторов как российского, так и зарубежного производства. Здесь следует отметить, что более полное извлечение золота уже стало для недропользователей необходимостью рентабельной отработки. Особенности комплектации промывочных

приборов (промывочных линий) позволяют довести уровень извлечения золота до 98 % [5]. Однако достаточно высокая стоимость дополнительного оборудования, потери времени при перестановках сложно сконструированных приборов не всегда позволяют их внедрять в производство, и поэтому многие предприятия сохранили традиционное технологическое оборудование времен 60-х годов XX века, что неизбежно приводит к высокому уровню потерь металла.

Использование тяжелой техники на вскрышных работах способствует снижению потерь полезного компонента в плотике. В целом расчетные технологические потери в зависимости от геологических и физико-механических особенностей россыпей в настоящее время не превышают 10–15 %, однако фактически они, как правило, существенно выше. Отмечено, что в период с 2004 по 2012 гг. ежегодные потери золота достигают 4–6 тонн [17]. Характерной чертой этого этапа также является появление на рынке многообразия автомобильной, бульдозерной и другой спецтехники (погрузчики, экскаваторы) как импортного, так и отечественного производства. Это позволяет недропользователям подбирать новые, более рентабельные способы разработки месторождений. Например, автотранспортно-бульдозерный способ вскрыши с экскаваторно-погрузочным способом подачи песков или автотранспортно-экскаваторный способ вскрыши с минимизацией использования бульдозерной техники обеспечивают более высокую производительность труда.

ВЫВОДЫ

Несмотря на широкие технические возможности, привлечение новых технологий, тенденция снижения россыпной золотодобычи с каждым годом усиливается вследствие истощения минерально-сырьевой базы золотоносных регионов. К настоящему времени показатели россыпной добычи понизились, например, в Хабаровском крае с 6 до 3.3 т, в Амурской области с 10.7 до 7 т. Прирост запасов значительно опустился.

Изменение условий освоения месторождений в аспекте смены собственности, уменьшение финансирования научных исследований привело к сокращению программ, ориентированных на изучение ресурсно-экологических проблем россыпной золотодобычи в новых экономических условиях. Однако общая тенденция их формирования позволяет сделать следующий вывод: чем ниже технологические потери извлечения полезного компонента, обеспеченные использованием тяжелой техники и технологии с привлечением химических реагентов, тем шире спектр экологических проблем и выше степень их проявле-



Рис. 3. Ресурсно-экологические проблемы, возникающие при освоении россыпных месторождений золота.

ния (табл. 2, рис. 3). Кроме того, повторная обработка россыпи усугубляет степень воздействия на окружающую среду, расширяя спектр и остроту экологических проблем. Следует надеяться, что последующий этап освоения россыпей и техногенных образований будет ориентирован на формирование технологических решений, обеспечивающих как снижение потерь, так и экологических издержек.

Учитывая то обстоятельство, что снижение запасов ценного металла, определяемых за счет их прироста вследствие открытия новых россыпных месторождений золота, с каждым годом становится очевиднее, данные ретроспективного анализа формирования ресурсно-экологических проблем в различные периоды освоения россыпных объектов позволяют рассматривать отработанные россыпные месторождения как потенциальные источники извлечения металла. Их особенностью является также то, что большинство техногенных россыпей являются комплексными, что, безусловно, может способствовать повышению эффективности их освоения.

К сожалению, перспективы техногенных образований отработанных месторождений не оценены. Проблема изучения, геолого-экономической оценки, постановки на госбаланс и разработки техногенных россыпей сложная, требует дифференцированного

подхода к объектам различных масштабов, к оценке потенциала «лежалых» и «текущих» хвостов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анерт Э.Э. Богатство недр Дальнего Востока Хабаровск-Владивосток: АО «Кн. дело», 1928. 932 с.
2. Афанасьев П.Ю. Зейское золото. Начало; Дальняя Тайга // История геологических исследований и развития горного промысла в Верхнем Приамурье. Благовещенск, 2001. С. 141–175.
3. Афанасьев П. Ю., Трубников Н.Б. Виток золотой спирали. Из истории золотодобычи на юге Российского Дальнего Востока. Благовещенск, 2008. 384 с.
4. Быховский Л.З., Спорыхина Л.В., Цветкова К.В. Техногенные месторождения России: проблемы учета и освоения: Материалы XIV междунар. совещ. «Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения» Новосибирск: Изд-во «Апельсин», 2010. С. 141–148.
5. Замятин О.В., Маньков В.М. Совершенствование технологий обогащения песков россыпных месторождений // Современные методы оценки технологических свойств труднообогатимого и нетрадиционного сырья благородных металлов и алмазов и прогрессивные технологии их переработки: Материалы междунар. совещ. Иркутск, 13–17 сентября 2004 г. М.: Альтекс, 2004. С. 89–91.
6. Кавчик Б.К., Пятаков В.Г. Геологическое строение техногенных россыпей и его влияние на выбор способа отработки // Золотодобыча. Информ.-рекламный бюлл. ИРГИРЕД-

- МЕТ. 2010. № 135. С. 14–19.
7. Кириллов В.Е., Афанасьев П.Ю. На золотых промыслах Дальней России. К истории золотодобычи на юге Российского Дальнего Востока. Благовещенск, 2003. 272 с.
 8. Кондратьева Л.М. Экологический риск загрязнения водных экосистем. Владивосток: Дальнаука, 2009. 299 с.
 9. Лешков В. Г., Бельченко Е.Л., Гузман Б.В. Золото российских недр М.: АО «ЭКОС», 2000. 628 с.
 10. Малюшин В.П. Золотодобывающая промышленность Амурской области в прошлом и настоящем // История геологических исследований и развития горного промысла в Верхнем Приамурье. Благовещенск, 2001. С. 118–140.
 11. Мирзеханов Г.С. Условия формирования, принципы прогноза и оценки ресурсов техногенных образований отработанных россыпей золота (на примере юга Дальнего востока): Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. Хабаровск, 2005. 46 с.
 12. Мирзеханов Г.С., Мирзеханова З.Г. Ресурсный потенциал техногенных образований россыпных месторождений золота. М.: МАКС Пресс, 2013. 288 с.
 13. Мирзеханова З.Г., Дебелая И. Д., Мирзеханов Г.С. Оценка полноты и комплексности извлечения полезных компонентов в россыпях (Хабаровский край) // Тихоокеан. геология. 1992. № 1. С. 154–158.
 14. Сорокин А.П., Готов В.Д. Золотоносные структурно – вещественные ассоциации Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1997. 301 с.
 15. Тарасова Т.Б., Маньков В.М., Пешкова С.А. Оценка содержания мелкого и тонкого золота в россыпях различных генетических типов и возможности его извлечения (на примере месторождений республики Бурятия) // Добыча и переработка золота и алмазосодержащего сырья / Сб. науч. трудов к 130-летию института «Иргиредмет». Иркутск, 2001. С. 328–346.
 16. Парий А.С., Амосов Р.А. Технологическое опробование россыпей с мелким и тонким золотом // Горн. журн. 1998. № 5. С. 33–41.
 17. Петунина О.Н., Бондаренко В.П., Черкасов А.Д. Динамика и тенденции изменения состояния сырьевой базы твердых полезных ископаемых по данным Государственного баланса запасов полезных ископаемых (2004 – 2011 годы) // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2012. № 4. С. 43–55.
 18. Потемкин С.В. Горная наука и совершенствование разработки вечномерзлых россыпей Северо-Востока. Магадан: Магадан. кн. изд-во, 1973. С. 37–40.

Рекомендована к печати И.Ю. Рассказовым

Z.G. Mirzekhanova, G.S. Mirzekhanov, V.S. Litvintsev

Retrospective analysis of formation of resource-ecological problems in gold placers development

The paper is devoted to the peculiarities of formation of resource-environment problems for over 150-year history of placer gold mining of Russian Far East. The tendencies of their changes in connection with change of technology of exploitation are identified. The significance of technogenic formation of developed gold placers as source of precious metal is determined.

***Key words:* gold placers, retrospective analysis, resource-ecological problems, perspectives of old placers development, Far East of Russia.**