

УДК 553.45.04 (571.65)

Экономический потенциал освоения техногенных отходов горно–добывающих предприятий Северо–Востока России*

¹Гальцева Н.В., ¹Горячев Н.А., ¹Шарыпова О.А.

¹ Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН (СВКНИИ), Магадан

Рассмотрены преимущества и недостатки освоения техногенных золото- и оловосодержащих отходов горных производств в старопромышленных регионах Северо-Востока России. На примере Магаданской области выполнена оценка влияния на социально-экономическое развитие вовлечения в промышленную отработку техногенных золотосодержащих объектов. Определены условия, благоприятствующие и способствующие активному вовлечению техногенных отходов в хозяйственный оборот.

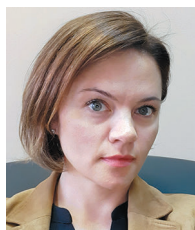
Ключевые слова: техногенный комплекс; отходы горных производств; золото; олово; региональная экономика; Магаданская область.



ГАЛЬЦЕВА Наталья Васильевна, заместитель директора по науке, заведующая лабораторией истории и экономики, доктор экономических наук



ГОРЯЧЕВ Николай Анатольевич, главный научный сотрудник лаборатории петрологии, изотопной геохронологии и рудообразования, доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН



ШАРЫПОВА Ольга Анатольевна, старший научный сотрудник лаборатории истории и экономики, кандидат экономических наук

Для регионов интенсивной эксплуатации недр характерно формирование большого количества техногенных образований, формируемых в результате длительной добычи полезных ископаемых с учетом несовершенства ранее используемых техники и технологий, особенно в первые десятилетия отработки месторождений. В результате многократной эксплуа-

тации одних и тех же объектов в отвалах переработки снижается среднее содержание полезного компонента, однако благодаря их доступности и отсутствию необходимости вскрышных работ, они представляют большой интерес для добывающих предприятий малого и среднего бизнеса. Современная ценовая конъюнктура на сырьевых рынках способствует повышенному интересу к техногенным объектам даже с низкими содержаниями полезного компонента, которые находятся в невостребованном фонде.

На Северо-Востоке России на фоне высокой отработанности выявленных ранее россыпных месторождений золота все активнее поднимается вопрос о переработке отвалов образовавшихся (так называемых техногенных) россыпей как серьезном резерве для увеличения объемов добычи минерального сырья.

К преимуществам таких техногенных "месторождений" относятся:

- расположение их в районах с развитой промышленной и транспортной инфраструктурой;
- наличие в непосредственной близости горно-добывающих и перерабатывающих мощностей;
- возможность отработки открытыми карьерами без вскрыши;
- горная масса готова к промывочному процессу;
- мобильность и доступность используемых технологий;
- наличие в отходах горных производств не только ранее добываемого ресурса, но и попутных, не извлекавшихся компонентов, многократно повышающих эффективность отработки отходов.

* Исследование выполнено при частичной поддержке гранта Правительства Магаданской области "Потенциал развития минерально-сырьевого комплекса Магаданской области: геология, экономика, экология".

Наряду с преимуществами, существует ряд сложностей и проблем при отработке отходов месторождений:

- официальная трактовка отходов горных производств как "техногенные месторождения" обуславливает необходимость лицензирования объектов, аналогично вновь открытым месторождениям, их разведки, с прохождением в дальнейшем длительной и дорогостоящей процедуры оформления;
- объемы хвостохранилищ (отходы горных производств) с течением времени нередко существенно уменьшаются за счет миграции русла рек и действия паводковых вод, и чем дольше эти отходы не вовлекаются в отработку, тем больше стратегического сырья безвозвратно теряется;

Преобладание преимуществ в освоении техногенных объектов над недостатками обуславливает необходимость проведения оценки эффективности вовлечения их в хозяйственный оборот в регионах интенсивной эксплуатации недр.

Ресурсы и содержание металлов в техногенных отвалах Магаданской области

В Магаданской области за более чем 90-летнюю историю отрасли объем добытого золота составляет свыше 3000 т, в том числе порядка 2800 т извлечено из россыпей (рис. 1) [1].

В результате, по разным оценкам специалистов, образовано от 500 до 1500 млн м³ и более так называемых техногенных отходов, в которых сосредоточено от 250 до 1000 т золота со средним содержанием от 0,1 до 1,0 г/м³.

В первые годы золотодобычи все прииски разрабатывали уникальные и богатые россыпи: среднее содержание золота в россыпях в 1928 г. составляло от 87,7 до 124,5 г/м³, в 1929 г. – от 30,6 до 130,1 г/м³. В 1933 г. среднее содержание золота в россыпях составило 36 г/м³, после чего оно стало снижаться и с 1997 г. составляет менее 1 г/м³ песков (рис. 2) [3].

На сегодня нет официальных данных по оценке отходов горных производств в регионе, что требует проведения камерально-оценочных работ. Отметим, что для отдельных регионов такая работа уже проводилась [5].

Согласно существующим авторским оценкам прогнозные ресурсы золота в техногенных россыпях Магаданской области существенно различаются:

- по данным правительства Магаданской области (2016), порядка 1,5 млрд м³ перемытых песков содержат около 500 т россыпного золота;
- по данным администрации Магаданской области (2010), общее количество металла, перешедшего в отвальный комплекс, превышает 400 т, прогнозные ресурсы золота в отвальных техногенных россыпях при ориентировке на содержание золота в них более 0,13 г/м³ оцениваются в

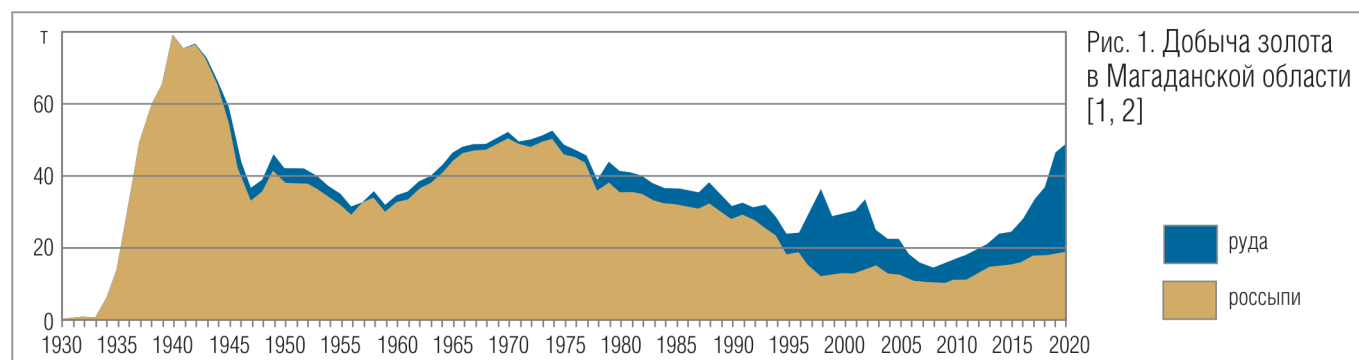
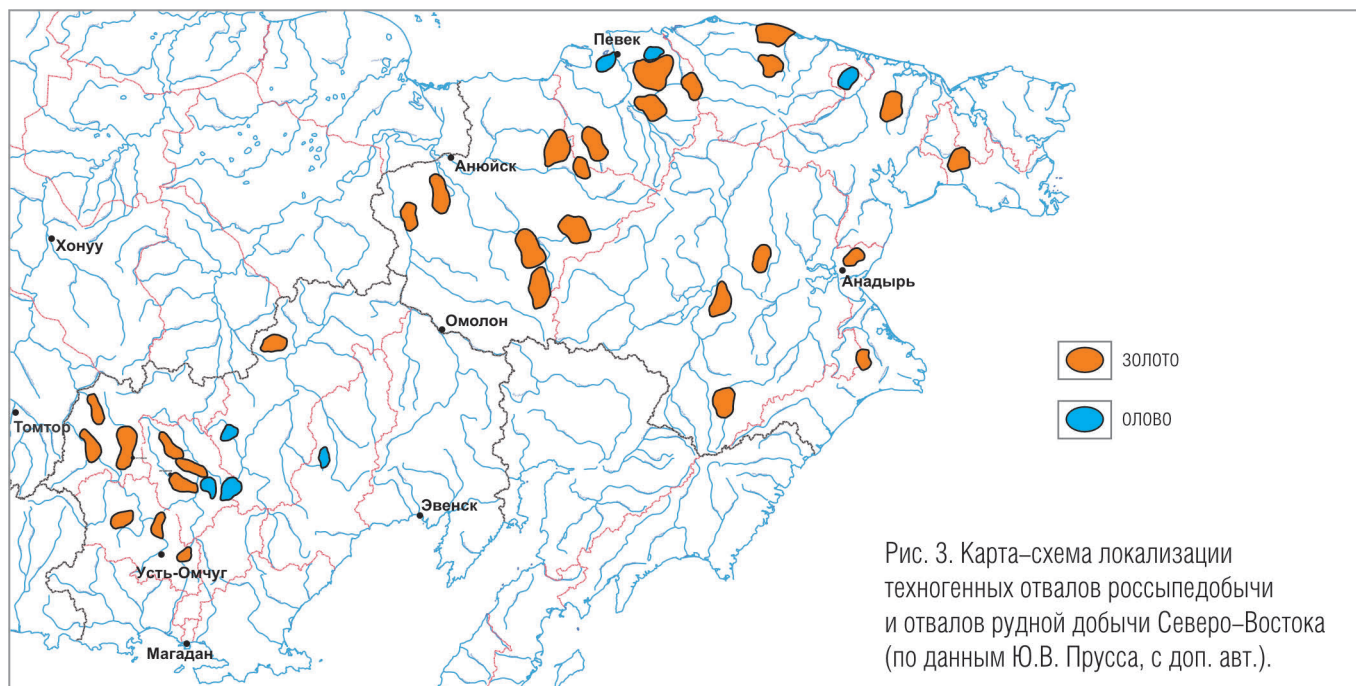


Рис. 1. Добыча золота в Магаданской области [1, 2]



Рис. 2. Изменение среднего содержания золота в россыпях Магаданской области [3, 4]



180 т, а при содержании более $0,3 \text{ г/м}^3$ – сокращаются до 120 т [6];

- в техногенном комплексе области сосредоточено от 500 до 700 т золота (по данным Администрации Магаданской области, 2010 г.).

По нашей оценке, наращивание добычи из отходов горных производств в Магаданской области позволит увеличивать ежегодную добычу золота из россыпей на 4-5 т.

Если ранее вопрос вовлечения в отработку техногенных образований касался преимущественно золота, то сегодня этот вопрос становится не менее актуальным применительно и к техногенным объектам, содержащим олово. Потенциал оловоносных техногенных объектов региона может быть сопоставим с запасами россыпей и первичных руд. За годы эксплуатации оловорудных месторождений в Магаданской области (с 1937 по 1992 г., включая Чукотку) из 27 месторождений было добыто около 70 тыс. т олова. Соответственно, запасы техногенных объектов могут быть оценены цифрой того же порядка.

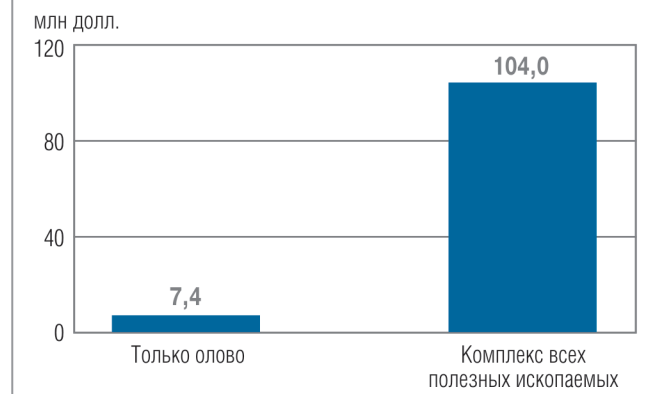
Кроме того, в отработанных отвалах местами находятся с повышенной концентрацией тантало-ниобаты, шеелит, киноварь и другие минералы, служащие источниками высокотехнологичного сырья. На рис. 3 показана локализация техногенных отвалов россыпной и рудной добычи золота и олова на территории Северо-Востока (Магаданская область и Чукотский АО).

В Магаданской области объекты преимущественно сконцентрированы в бассейне р. Колымы, а на Чукотке они территориально рассеяны, но характеризуются транспортной доступностью.

Один из аспектов повышения эффективности освоения техногенных месторождений – их комплексная отработка. Отвалы

горных производств могут стать дополнительным источником добычи широкого спектра стратегического сырья [7]. Это можно проиллюстрировать примером стоимостной оценки ресурсного потенциала хвостохранилищ двух обогатительных фабрик Лазовского оловорудного узла Магаданской области. Стоимостная оценка олова, содержащегося в исследуемом отвальном комплексе (хвостохранилища оловообогатительных фабрик Лазовского узла, оценка прогнозных ресурсов олова 409 т) составляет 7,4 млн долл. в ценах на конец 2016 г. Комплекс всех имеющихся в техногенных отвалах минерально-сырьевых ресурсов (олово, золото, серебро, медь, цинк, свинец, никель, кадмий, стронций, кобальт, хром, иттрий, иттербий, гелий, ниобий, церий, торий, цирконий) увеличивает стоимостную оценку в 14 раз [8] (рис. 4).

Рис. 4. Стоимостная оценка стратегического сырья в хвостохранилищах двух обогатительных фабрик Лазовского узла Магаданской области (по данным 2016 г.) [8]



В отношении отходов добычи олова, представляется возможным создание оловорудного кластера с доразведкой и последующей полной отработкой месторождений им. Лазо, им. III Пятилетки и им. Чапаева. В этом случае объем ресурсов основных полезных ископаемых составит: олово – 8000 т, золото – 15 т, серебро – 1000 т. Такой рудный узел возможен к освоению с высоким уровнем рентабельности и созданием автономной инфраструктуры.

К примерам существования комплексных малоизученных отходов горного производства относятся хвосты и комплексные россыпи золота и олова бассейнов левых притоков р. Оротукан (от руч. Приискатель до р. Ясная), где помимо неизвлеченного касситерита, в хвостах немало тантало-ниобатов.

Дальнейшее изучение хвостохранилищ обогатительных фабрик оловодобывающих предприятий Магаданской области следует проводить одновременно с доразведкой ранее эксплуатируемых месторождений олова и их переоценкой с учетом возможности комплексного извлечения всех полезных компонентов. Это особенно важно для Омсукчанского округа, где известно немало частично отработанных объектов олово-редкометалльного профиля.

Эффективность комплексной отработки россыпей подтверждается результатами исследований ряда специалистов [9]. Предложены технологии обогащения с укрупненным расчетом экономики отработки золото-касситеритовой россыпи.

Потери золота при разработке россыпных комплексных месторождений с применением промывочных комплексов, работающих по традиционной простой шлюзовой схеме обогащения, значительно возрастают по сравнению с монометалльными золотыми россыпями и составляют не менее 40 %. При этом сбрасывается в отходы 60-100 % ценных попутных компонентов, которые могут рентабельно извлекаться с применением современных технологий обогащения минерального сырья.

Для извлечения золота и попутных компонентов должны быть применены современные методы обогащения, которые могут быть реализованы в промышленных условиях. Наиболее подходящими для обогащения комплексных россыпей являются промывочные приборы высокой производительности со шлюзоотсадочной схемой обогащения СБПО-50, СБПО-100 (ИРГИ-редмет) или, что значительно дешевле, дополнение шлюзовой схемы серийных промприборов центробежными концентраторами. Это оборудование обеспечит более качественное извлечение как золота, так и касситерита. Оно может успешно применяться для обогащения комплексных и монометалльных целлюлозных и техногенных россыпей.

Для обогащения концентратов на ШОФ должна быть применена разветвленная схема с высокоградиентным центробежным концентратором, концентрационным столом, магнитным сепаратором, феррогравитационным сепаратором. С применением такой схемы могут быть получены два продукта – шлиховое золото (на аффинаж) и концентрат попутных компонентов (касситерит, касситерит с тантало-ниобатами, шеелит, ильменит, циркон) [9].

Ценовая конъюнктура сырьевых рынков

Важнейшим фактором, влияющим на востребованность техногенных отходов с точки зрения экономической эффективности и рентабельности их освоения, является цена.

Динамика цены на мировом и российском рынках золота максимально положительная (рис. 5). За 20 лет цена в долларах США за тройскую унцию (31,1035 г) увеличилась в 6,3 раза. С учетом роста курса доллара к рублю, цена золота в рублях по данным Цетробанка РФ за этот период возросла в 16,3 раза.

Сегодня добыча золота обладает высокой инвестиционной привлекательностью. Масштабный рост цен способствует во-

Рис. 5. Среднегодовая цена на золото в 2000–2020 гг. [10]

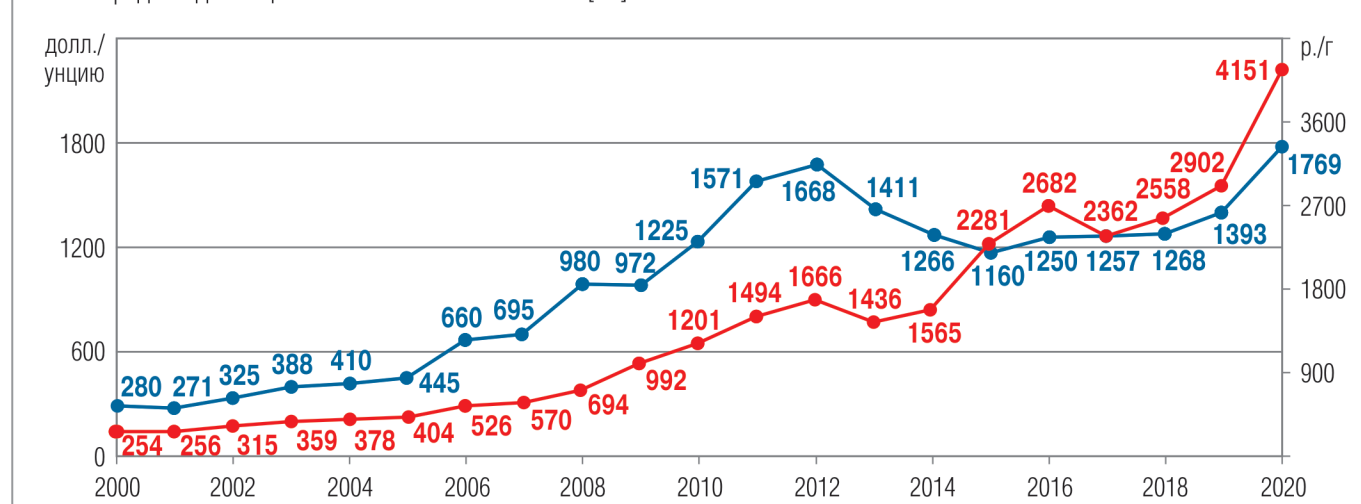
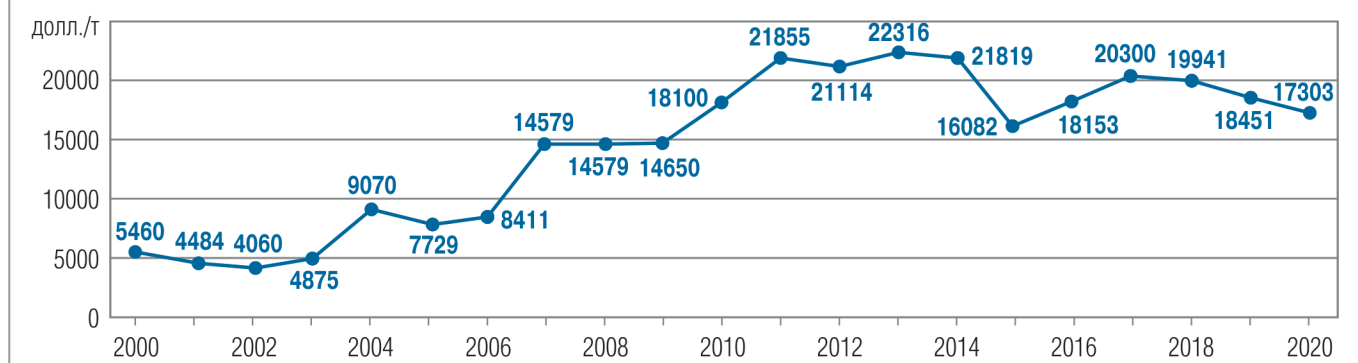


Рис. 6. Динамика мировой цены на рафинированное олово [12, 13]



влечению в отработку более бедных месторождений с низким содержанием полезного компонента, а также техногенных отвалов с ничтожно малым средним содержанием золота.

В результате удвоения курса доллара по отношению к рублю рост цены золота на российском рынке существенно превысил динамику цен на основные расходные компоненты добычи золота, что явилось компенсацией ухудшения качества обрабатываемых активов [4].

Аналогично складывается ситуация на мировом рынке олова. За 20-летний период, цена на олово возросла в 3,1 раза (рис. 6), что обусловлено увеличением спроса на данный металл на фоне сырьевого дефицита. Растущий спрос на олово связан с его нетоксичностью и, соответственно, с повсеместной заменой в промышленности токсичного свинца на олово в рамках ужесточения экологических стандартов. Также растущее мировое потребление олова диктуется современными инновационными технологиями, расширением его применения в производстве современной сложной электронной и электротехнической продукции [11].

В связи с отработкой в настоящее время богатых по содержанию олова месторождений в будущем, с переходом к более бедным объектам, ожидается рост себестоимости добычи оло-

ва в мире, что в свою очередь приведет к дальнейшему увеличению его стоимости на мировом рынке.

Крупнейшие мировые финансовые конгломераты Barclays и Standard Bank в 2018 г. давали прогноз цены на олово к 2020 г. до 30 тыс. долл./т. Прогноз оправдался, но с небольшим запозданием – на полгода. С начала 2021 г. цена на рафинированное олово возросла в 1,7 раза – с 21 тыс. долл./т в январе до 36 тыс. долл./т в августе, и намечается тенденция к дальнейшему росту.

Оценка изменения социально-экономических показателей Магаданской области

Оценку влияния на социально-экономическое развитие вовлечения в промышленную отработку техногенных объектов золота проведем на примере Магаданской области. Основа региональной экономики – горно-добывающая промышленность, на эту отрасль приходится 85 % ежегодного объема производства; в ней занято порядка 14 % работающего населения, создается около 40 % валовой добавленной стоимости, концентрируется свыше 65 % всех инвестиций*.

Таблица 1. Выборочные социально-экономические показатели Магаданской области

Показатель	2015	2016	2017	2018	2019
Добыча золота, т	24,5	27,8	33,0	36,8	46,4
Объем промышленного производства, млн р.	94739	121 041	129707	145460	194634
Налоговые поступления в региональном бюджете, млн р.	18018,9	22729,9	21381,8	23515,7	25768
Доля федеральных дотаций в доходах регионального бюджета, %	32,0	33,36	37,96	35,8	36,5
Численность населения на 01.01.2020 г., тыс. чел.	146,3	154,6	144,1	141,23	140,1
Валовой региональный продукт (ВРП), млн р.	125798,3	148387,1	156829,9	170723,4	181200,0*

* Предварительная оценка (Правительство Магаданской области: Общие сведения. – URL: www.49gov.ru/our_region/overview/ (дата обращения: 18.08.2021). Источники. Данные Правительства Магаданской области. – URL: www.49gov.ru, (дата обращения: 18.08.2021); данные Управления федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю, Магаданской области, Еврейской АО и Чукотскому АО. – URL: www.habstat.gks.ru (дата обращения: 18.08.2021).

* Магаданская область: Стат. ежегодник // Хабаровскстат. – X 147. – Магадан, 2020. – 229 с.

В табл. 1 приведены основные региональные показатели за последние 5 лет.

Положительная динамика добычи золота последних лет обеспечивается за счет роста добычи на рудных месторождениях Наталкинское и Павлик. Такая динамика положительно отражается на экономике региона. По предварительной оценке, ВРП Магаданской области в 2019 г. вырос на 2,7 % и составил 181,2 млрд р. В пересчете на душу населения ВРП составил 1287,8 тыс. р. (против 1215,9 тыс. р. в 2018 г.). Индекс промышленного производства в 2019 г. – 114,2 %, превысив общероссийский показатель на 11,8 %. Налоговые поступления в бюджет увеличились за 5 лет в 1,4 раза, доля дотаций из федерального бюджета – на 4,5 %. Однако численность населения продолжает сокращаться. Освоение техногенных россыпей, обладая высокой общественной эффективностью в части занятости населения в отдаленных районах области, может стать сдерживающим фактором его оттока.

Оценим изменение основных социально-экономических показателей Магаданской области после вовлечения в хозяйственный оборот отходов россыпной золотодобычи, так называемых техногенных россыпей в объеме от 1 до 5 т/год при цене на золото на 12.03.2021 – 4100 р/г (табл. 2).

Увеличение добычи золота на 2-10 % обусловит рост промышленного производства в Магаданской области на 2,8-14 %. Налоговые поступления в региональный бюджет возрастут на 1-6 %, что позволит сократить дотации федерального бюджета до 35,5-30,5 %. Для освоения техногенных россыпей потребуется до 2000 человек, в результате рост численности населения (без учета коэффициента семейственности) составит от 0,3 до 1,3 %. Валовой региональный продукт увеличится на 0,7-3,6 %. Расчеты выполнены без учета роста объемов производства в смежных и обслуживающих отраслях и сферах услуг. Общий эффект для региона будет значительно больше.

Условия эффективного вовлечения в хозяйственный оборот отходов горных производств

Социально-экономический эффект освоения техногенных россыпей очевиден, однако для запуска этого процесса необходим ряд законодательных и организационных условий:

- техногенные образования следует классифицировать не как "месторождения" ("техногенные россыпи", "техногенные месторождения"), а как "отходы горного производства", что требует введения этого термина в официальный оборот – в Закон РФ "О недрах" [1];
- целесообразно предусмотреть льготное налогообложение при отработке отходов горного производства, поскольку их вовлечение в хозяйственный оборот выполняет важную социальную функцию – обеспечение занятости населения в районах затухающей добычи;
- организационно отработка больших объемов отходов горных производств может производиться на условиях концессии;
- для эффективной отработки отходов горного производства, в которых высока доля трудноизвлекаемого золота, необходимо использовать современные инновационные технологии с возможностью максимально полного извлечения основного компонента и всего комплекса сопутствующих полезных ископаемых, что, несомненно, повысит рентабельность их переработки.

Заключение

Объекты, содержащие отходы горных производств, – значительный резерв для увеличения объемов добычи минерального сырья. В современных конъюнктурных и институциональных условиях техногенные золото- и оловосодержащие объек-

Таблица 2. Оценка изменения социально-экономических показателей Магаданской области при дополнительной добыче золота из техногенных объектов

Показатель	2019 г. (факт)	Дополнительная добыча из техногенных россыпей, т/год				
Добыча золота, т	46,4	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Рост добычи золота, %	–	102,2	104,3	106,5	108,6	110,8
Объем промышленного производства, млн р.	194634	4100	8200	12300	16400	20500
Рост объема промышленного производства, %	–	102,1	104,2	106,3	108,4	110,5
Налоги в региональный бюджет, млн р.	25768	254	507	761	1014	1268
Рост налоговых поступлений к 2019 г., %	–	101	102	103	104	106
Численность населения на 01.01.2020, чел.	140100	374	747	1121	1494	1868
Рост численности населения, %	–	100,3	100,5	100,8	101,1	101,3
Валовой региональный продукт (ВРП), млн р.	181200*	1300,6	2601,1	3901,7	5202,2	6502,8
Рост ВРП, %	–	100,7	101,4	102,2	102,9	103,6

* Предварительная оценка. – URL: www.49gov.ru/our_region/overview/ (дата обращения: 18.08.2021).

ты Северо-Востока России представляют экономический интерес для недропользователей и могут внести вклад в общероссийский объем добычи золота, олова и других сопутствующих полезных ископаемых.

Оценка влияния ввода в эксплуатацию техногенных отходов горного производства в пределах Магаданской области показывает экономическую и социальную целесообразность данного процесса: обеспечивается рост ВРП и собственных доходов регионального бюджета, улучшается ситуация с оттоком населения с Северо-Востока России.

Для эффективного вовлечения техногенных отходов горного производства в хозяйственный оборот необходимо:

- закрепить за техногенными образованиями, источником которых является остаточный комплекс россыпных и рудных месторождений полезных ископаемых, а также отходы их обогащения, термин "отходы горного производства";
- перенести процесс лицензирования объектов "отходов горного производства" с федерального на региональный уровень;
- разработать для объектов, содержащих "отходы горного производства", порядок лицензирования, предусматривающий: разрешительный характер ведения работ; отсутствие платы за лицензию; комплексное извлечение всех полезных компонентов; использование инновационных технологий добычи; минимальный уровень налогообложения.
- необходимо дальнейшее проведение ревизионно-оценочных работ для уточнения объемов ресурсов полезных ископаемых в отвалах горных производств.

Л и т е р а т у р а

1. Прусс Ю.В., Шарыпова О.А. Проблемы минерально-сырьевых регионов. Магаданская область // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2019. – № 6 (169). – С. 20-24.
2. Гальцева, Н.В., Горячев Н.А., Чугунов А.Н. О повышении инвестиционной привлекательности минерально-сырьевой базы Северо-Востока России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2013. – № 6. – С. 30-37.
3. Гальцева Н.В. Предпосылки и перспективы реструктуризации экономики Магаданской области / Отв. ред. Н.А. Горячев. – М.: КомКнига, 2009. – 320 с.
4. Гальцева Н.В., Руденко Е.Б., Чугунов А.Н. Влияние экономических и институциональных факторов на деятельность золотодобывающих предприятий Северо-Востока России (на примере ПАО "Сусуманзолото") // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2019. – № 6 (169). – С. 25-30.
5. Макаров В.А. Условия формирования техногенных золотосодержащих объектов и особенности методики их геолого-технологической оценки: дис. д-ра геол.-минер. наук. – Красноярск, 2001. – 269 с.
6. Литвиненко И.С., Голубенко И.С. Ресурсный потенциал золота в отвальном комплексе отработанных россыпных месторождений Магаданской области // Разведка и охрана недр. – 2015. – № 5. – С. 17-24.
8. Гальцева Н.В., Прусс Ю.В., Шарыпова О.А. Перспективы использования ресурсного потенциала отходов горных производств Магаданской области // Горный журнал. – 2018. – № 4. – С. 45-50.
9. Преис В.К. Геолого-экономические аспекты отработки техногенных и комплексных россыпей на Северо-Востоке России // Вестник Северо-Восточного государственного университета. – 2016. – № 25. – С. 100-103.
10. Золото и другие драгоценные металлы. – URL: <https://bullion.ru/> (дата обращения: 18.08.2021).
11. Гальцева Н.В., Шарыпова О.А., Гальцев И.Н. Предпосылки и перспективы оловодобычи в Магаданской области в современных условиях // Разведка и охрана недр. – 2018. – № 12. – С. 52-56.
12. Цена на олово. Динамика и график. – URL: <https://bullion.ru/> (дата обращения: 18.08.2021).
13. London Metal Exchange: Home. – URL: <https://www.lme.com/> (дата обращения: 18.08.2021).

The economic potential of the development of man-made waste from mining enterprises in the North-East of Russia

¹Galtseva N.V., ¹Goryachev N.A., ¹Sharypova O.A.

¹ North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N.A. Shilo, Far East Branch, Russian Academy of Sciences (NEISRI FEB RAS), Magadan, Russia

The advantages and disadvantages of the development of technogenic gold and tin – containing mining waste in the old industrial regions of the North-East of Russia are considered. On the example of the Magadan region, an assessment of the impact on the socio-economic development of the involvement of technogenic gold-bearing objects in industrial development was carried out. The conditions that favor and contribute to the active involvement of man-made waste in economic turnover are determined.

Key words: technogenic complex; mining waste; aurum; tin; regional economy; Magadan region.

Гальцева Наталья Васильевна, galtseva@neisri.ru
Горячев Николай Анатольевич, goryachev@neisri.ru
Шарыпова Ольга Анатольевна, sharypova@neisri.ru

© Гальцева Н.В., Горячев Н.А., Шарыпова О.А.,
Минеральные ресурсы России. Экономика и управление № 1-6'2021