

**Софья Эрдыниевна Бадмаева**

Красноярский государственный аграрный университет, профессор, заведующая кафедрой кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест, доктор биологических наук, Россия Красноярск  
E-mail: s.bad55@mail.ru

**Василий Игоревич Космаков**

ООО НПП «Экоприс», директор, кандидат сельскохозяйственных наук, Россия, Красноярск  
E-mail: s.bad55@mail.ru

**Юлия Владимировна Бадмаева**

Красноярский государственный аграрный университет, доцент кафедры кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест, кандидат сельскохозяйственных наук, Россия, Красноярск  
E-mail: s.bad55@mail.ru

**ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТА ПРИ ДОБЫЧЕ НА РОССЫПНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ  
В БАССЕЙНЕ р. КОЛОРОМО СЕВЕРО-ЕНИСЕЙСКОГО РАЙОНА**

*Цель исследования – провести количественный и качественный анализ структурного состояния ландшафтов при добыче россыпного месторождения в бассейне р. Колоромо. Задачи исследования: 1) провести анализ типов техногенных ландшафтов, сформированных при добыче россыпного месторождения золота; 2) определить основные параметры распределения фракционного состава рыхлых отложений. Техногенные территории представлены сушей и обводненными площадями. Обводненные участки включают в себя: русло водотока, пруды-отстойники оборотной системы водоснабжения, пруды-накопители. Территория суши представлена отвалами вскрышных пород, отвалами промывки, ненарушенными участками, расположенными внутри контура отработки, необводненным выработанным пространством. Техногенные дисперсные грунты размещаются в отвалах вскрышных пород и отвалах промывки. Отвалы вскрышных пород выложены по бортам контура отработки или в выработанном пространстве и представляют собой сформированные террасы. Формирование отвалов промывки осуществляется исходя из применяемого технологического оборудования, объема промывки на каждой стоянке прибора и строения россыпи. Грунты необводненного выработанного пространства представлены скальными грунтами различной степени трещиноватости. Остальная часть суши представлена техногенными грунтами различных видов. Значительную часть территории занимают отвалы вскрышных пород. Формируемые техногенные грунты подразделяются на несколько типов, в зависимости от характера воздействия и типов формируемых отвалов. Характеристика грунтов отвалов определяется исходя из размера преобладающей фракции и продуктивного (верхнего) слоя. Согласно геологическому строению россыпи в бассейне р. Колоромо, объем галечной фракции составил порядка 30–35 % от объема промытых песков с учетом коэффициента разрыхления 1,4. Галевые фракции образовали отдельные отвалы, что подтверждается визуальными наблюдениями. В зависимости от типов формируемых отвалов необходимо провести рекультивационные работы сельскохозяйственного или лесохозяйственного направления или же предусмотреть консервацию непригодных участков отвалов вскрышных пород.*

**Ключевые слова:** структура ландшафта, россыпное месторождение, отвалы, фракции, галля, эфель.

**Sofya E. Badmaeva**

Krasnoyarsk State Agrarian University, professor, head of the chair of the inventory of built-up territories and layout of populated areas, doctor of biological sciences, Russia, Krasnoyarsk

E-mail: s.bad55@mail.ru

**Vasily I. Kosmakov**

JSC RPI 'Ekopris', director, candidate of agricultural sciences, Russia, Krasnoyarsk

E-mail: s.bad55@mail.ru

**Yulia V. Badmaeva**

Krasnoyarsk State Agrarian University, associate professor of the chair of the inventory of built-up territories and layout of populated areas, candidate of agricultural sciences, Russia, Krasnoyarsk

E-mail: s.bad55@mail.ru

**THE CHANGE OF LANDSCAPE STRUCTURE AT THE PRODUCTION ON LOOSE FIELD  
IN THE BASIN OF THE RIVER OF KOLOROMO OF THE NORTH YENISEI AREA**

*The research objective was to carry out quantitative and qualitative analysis of structural condition of the landscapes at production of loose field in the basin of the river of Koloromo. The research problems were: 1) to carry out the analysis of the types of technogenic landscapes created at production of loose gold deposit; 2) to determine key parameters of the distribution of fractional structure of friable deposits. Technogenic territories were presented by the land and flooded squares. The flooded sites included: the course of waterway, ponds settlers of reverse system of water supply, ponds stores. The land area was presented by dumps of overburden breeds, washing dumps, undisturbed sites located in a working off contour, not flooded developed space. Technogenic disperse soil was placed in the dumps of overburden breeds and dumps of washing. The dumps of overburden rocks were laid out on the boards of the contour of working off or in developed space and represented created terraces. The formation of the dumps of washing was carried out proceeding from the applied processing equipment, washing volume on each parking of the device and the structure of scattering. The soils of not flooded developed space were presented by rocky soil of various degree of jointing. Other part of the land was presented by technogenic soil of different types. Considerable part of the territory was occupied by the dumps of overburden rocks. The formed technogenic soil was subdivided into some types, depending on the nature of the influence and the types of the formed dumps. The characteristic of soil of dumps was defined as proceeding from the size of prevailing fraction and productive (top) layer. According to geological structure of the scattering in the basin of the river of Koloromo, the volume of pebble fraction made about 30–35 % of the volume of washed-out sand taking into account the coefficient of loosening 1.4. Hale fractions formed separate dumps that were confirmed by visual supervision. Depending on the types of the formed dumps it was necessary to carry out remediation works of agricultural or silvicultural direction or to provide preservation of unsuitable sites of dumps of overburden rocks.*

**Keywords:** landscape structure, placer deposit, dumps, fractions, hale, ephel.

**Введение.** Россыпное месторождение в бассейне р. Колоромо является целиковым, и почвенно-растительный слой (ПРС) присутствует повсеместно (средней мощностью 0,1 м). Поэтому проектом предусмотрена уборка и складирование ПРС.

Горно-подготовительные работы начинаются с очистки планируемой к отработке площади от лесорастительности и снега. Далее на планируемых к отработке площадях, а также на площадях размещения отвалов торфов и на всей нарушаемой площади производится уборка ПРС и его складирование в местах, исключающих его потерю. Также ПРС убирается по трассе руслоотводного канала и трассам нагорных канав, с учетом площа-

дей для размещения отвалов. После данных работ проходятся руслоотводной канал, выносные канавы и строится пионерный отстойник. Так как руслоотводные дамбы – вне площади запасов, то и на занимаемой ими площади тоже производится уборка и складирование ПРС. Общая площадь уборки ПРС составила в бассейне р. Колоромо 1779,8 тыс. м<sup>2</sup>.

При отработке россыпных месторождений происходят значительные нарушения естественных территорий в границах земельных участков, сопровождающиеся коренными изменениями ландшафтов по пространственной структуре и их литогенной основы [1, 9].

Местности, нарушенные разработками месторождений россыпного золота, представлены карьерными выемками (выработанное пространство), траншеями, отвалами вскрышных пород, отвалами промывки, технологическими водоемами, руслами водотоков (руслоотводами). Существующие речные долины преобразуются в техногенные грядовые озерно-речные урочища [3, 4, 10].

Ландшафты подвергаются структурным изменениям, происходящим при добычных работах, и образованные техногенные территории подразделяются на несколько участков: русло водотока (руслоотвод), выработанное пространство, пруды-отстойники, отвалы вскрышных пород, отвалы промывки.

**Цель исследования:** провести количественный и качественный анализ структурного состояния ландшафтов при добыче россыпного месторождения в бассейне р. Колоромо.

**Задачи исследования:** 1) анализ типов техногенных ландшафтов, сформированных при добыче россыпного месторождения золота; 2) определение основных параметров распределения фракционного состава рыхлых отложений.

**Объекты и методы исследования.** Объект исследования – структура ландшафта, сформированная при добыче россыпного месторожде-

ния золота в бассейне р. Колоромо Северо-Енисейского района. При анализе изменения структуры ландшафта при добыче россыпного месторождения был использован картографический подход, полевые исследования, визуальные наблюдения.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Площадь под запасами россыпного месторождения в бассейне р. Колоромо составляет 652,5 тыс. м<sup>2</sup>. При отработке месторождения в бассейне р. Колоромо размещение отвалов вскрышных пород производилось на бортах карьерной выемки. Объем вскрыши торфов составил 2849,8 тыс. м<sup>3</sup>. Площадь отвалов торфов – 395,2 тыс. м<sup>2</sup>. Потенциально плодородный почвенно-растительный слой, как с площади этого отвала, так и с площади полигона и с внутренних дорог, складировался отдельно. Площадь под отвалы потенциально плодородного слоя была равна 65,9 тыс. м<sup>2</sup>, емкость составила 195,8 тыс. м<sup>3</sup> (табл. 1). Запасы почвенно-растительного слоя по проекту планировалось использовать при рекультивации для нанесения его на поверхность рекультивируемых земель.

Нарушаемые площади по россыпи в бассейне р. Колоромо представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Нарушаемые площади при отработке месторождения в бассейне р. Колоромо**

Нарушаемая площадь	Значение, тыс. м <sup>2</sup>
Площадь запасов россыпи	652,5
Площадь под отвалы торфов	395,2
Разнос бортов	49,6
Площадь под отстойники	85,0
Предохранительная берма шириной 5 м вдоль бортов	119,8
Площадь под отвалы ПРС	70,9
Площадь под руслоотводные дамбы	17,1
Площадь под выносные каналы с учетом отвалов	12,0
Площадь под руслоотводы с учетом отвалов	309,4
Площадь под пионерные отстойники	101,5
Площадь под жилой поселок и ремплощадку	32,6
Нарушаемая площадь всего	1845,7
Испрашиваемый земельный отвод, га	306,8
Испрашиваемый горный отвод, га	306,8

При отработке месторождения производство работ осуществлялось с учетом подтверждения запасов россыпи и планами развития горных работ. Типы ландшафтов, сформированные при отработке месторождения в бассейне р. Колоромо, представлены выработанными пространствами, расположенными в нем отвалами промывки, которые занимают почти 30 % от нарушенных ландшафтов. Отвалы торфов располагаются на площади 395,2 тыс. м<sup>2</sup>, что составляет 21 % всего нарушаемого ландшафта. Значительную площадь занимают обводненные ландшафты, которые представлены руслоотводными каналами и выносными канавами – 321,4 тыс. м<sup>2</sup>, что составляет 17,4 % нарушаемых земель.

В процессе отработки в выработанном пространстве устраивалась оборотная система производственного водоснабжения со строительством прудов-отстойников. Строительство прудов-отстойников осуществлялось путем строительства дамб. Таким образом, после завершения отработки большая часть выработанного пространства представлена прудами-отстойниками оборотной системы производственного водоснабжения.

Технологические пруды-отстойники имеют различные глубину, площадь зеркала воды и конфигурацию, определяемые характером россыпи, применяемым оборудованием, временем работы отстойника, литогенной основой и другими факторами.

Горно-подготовительные и добычные работы связаны с перемещением большого количества вскрышных пород, выемками песков и их промывкой, перераспределением фракционного состава песков, поступающих на промывку, и, как следствие, происходит коренное изменение литогенной основы ландшафта.

Литогенная основа представлена горными породами и рельефом дневной поверхности и является производной не только горных пород, но также гидроклиматических и биотических компонентов ландшафта.

Структура нарушений, происходящих при вскрышных и добычных работах, формирует техногенный ландшафт, и техногенные территории представлены сушей и обводненными площадями.

Обводненные участки включают в себя: русло водотока, пруды-отстойники оборотной системы водоснабжения, пруды-накопители.

Территория суши представлена отвалами вскрышных пород, отвалами промывки, ненарушенными участками, расположенными внутри контура отработки, необходимым выработанным пространством.

Грунты необводненного выработанного пространства представлены скальными грунтами различной степени трещиноватости.

Остальная часть суши представлена техногенными грунтами различных видов.

Техногенные дисперсные грунты размещаются в отвалах вскрышных пород и отвалах промывки. Отвалы вскрышных пород выложены по бортам контура отработки или в выработанном пространстве и представляют собой сформированные террасы. Формирование отвалов промывки осуществляется исходя из применяемого технологического оборудования, объема промывки на каждой стоянке прибора и строения россыпи [2, 5]. Формирование отвалов промывки может осуществляться в виде террас в выработанном пространстве, веерообразно на борта контура отработки и другими способами. Формируемые отвалы, как правило, характеризуются большей высотой, чем первоначальная долина. Склоны отвалов промывки могут характеризоваться углом естественного откоса слагающих фракций либо быть выположены бульдозером. Отвалы вскрышных пород, нагорные канавы имеют размеры и формы, созданные в процессе горно-подготовительных работ [6–8].

Системы отработки месторождения определяют структуру сложения отвалов. Тип применяемого оборудования определял распределение фракций отвалов и структуру их формирования. Промывочный прибор выдает два вида продуктов: надрешетный, представленный галей, размером фракций выше 50 мм, и подрешетный – представленный эфелем, фракцией меньше 50 мм. Надрешетный продукт выходит через гусак промывочного прибора, а подрешетный – через колоды. Основные параметры распределения фракционного состава рыхлых отложений после промывки песков представлены в таблице 2.

**Основные параметры распределения фракционного состава  
рыхлых отложений после промывки песков**

Тип оборудования	Промытый продукт	Тип фракции	Размер фракции, мм	Место выхода промытой горной породы
Промывочный прибор	Надрешетный продукт	Галя	+50	Гусак промывочного прибора
	Подрешетный продукт	Эфель	-50	Колоды

Согласно геологическому строению россыпи в бассейне р. Колоромо, объем галечной фракции составил порядка 30–35 % от объема промытых песков с учетом коэффициента разрыхления 1,4. Галевые фракции образовали отдельные отвалы, что подтверждается визуальными наблюдениями.

**Выводы.** Таким образом, структура ландшафта при добыче россыпного месторождения золота в бассейне р. Колоромо представлена сушей и обводненными участками. Значительную часть территории занимают отвалы вскрышных пород.

Проведенные нами исследования показывают, что формируемые техногенные грунты подразделяются на несколько типов, в зависимости от характера воздействия и типов формируемых отвалов. Характеристика грунтов отвалов определяется исходя из размера преобладающей фракции и продуктивного (верхнего) слоя. Преобладающей фракцией является подрешетный продукт – эфель. В зависимости от типов формируемых отвалов необходимо провести рекультивационные работы сельскохозяйственного или лесохозяйственного направления или же предусмотреть консервацию непригодных участков отвалов вскрышных пород.

### Литература

1. Бадмаева С.Э., Космаков В.И., Бадмаева Ю.В. и др. Формирование техногенного ландшафта при добыче полезных ископаемых // Вестник КрасГАУ. 2020. № 5. С. 69–72.
2. Дугарцыренов А.В., Бельченко Е.А. Ресурсосбережение при бульдозерной разработке россыпных месторождений. М.: Горное дело, 2010. 175 с.
3. Золотенков Я.В. Земельные участки для проведения геологоразведочных работ –

- перевод, изъятие или исключение из правил? // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2014. № 6. С. 70–72.
4. Космаков В.И. Рекультивация земель, нарушенных разработками месторождений россыпного золота в Красноярском крае как фактор техногенного преобразования ландшафтов // Лесная таксация и лесоустройство: межвуз. сб. науч. тр. Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2005. № 1 (34). С. 175–183.
  5. Лешков В.Г. Разработка россыпных месторождений. М.: Горное дело, 2007. 906 с.
  6. Сазонов А.М., Звягина Е.А., Сильянов С.А. и др. Рудогенез месторождения золота Олимпиада (Енисейский кряж, Россия) // Гео-сферные исследования. 2019. № 1. С. 17–43.
  7. Сидоренко А.А., Белова Д.В., Ильинец А.А. Обеспечение эксплуатационного состояния участковых выработок при отработке выемочных участков с увеличением размера. М.: Горное дело, 2020. 16 с.
  8. Пашкевич М.А. Геохимия техногенеза. СПб., 2004. 72 с.
  9. Цивина И.М. Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства. Новочеркасск: Изд-во НГМА, 2013. 79 с.
  10. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / отв. ред. В.М. Курачев. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1992. 304 с.

### Literatura

1. Badmaeva S.Je., Kosmakov V.I., Badmaeva Ju.V. i dr. Formirovanie tehnogennogo landshafta pri dobyche poleznyh iskopaemyh // Vestnik KrasGAU. 2020. № 5. S. 69–72.
2. Dugarcyrenov A.V., Bel'chenko E.A. Resurso-sberezhenie pri bul'dozernoj razrabotke

- rossypanyh mestorozhdenij. M.: Gornoe delo, 2010. 175 s.
3. *Zolotenkov Ja.V.* Zemel'nye uchastki dlja provedenija geologorazvedochnyh rabot – perevod, iz'jatie ili isključenje iz pravil? // Mineral'nye resursy Rossii. Jekonomika i upravlenie. 2014. № 6. S. 70–72.
  4. *Kosmakov V.I.* Rekul'tivacija zemel', narushennyh razrabortkami mestorozhdenij rossypnogo zolota v Krasnojarskom krae kak faktor tehnogennogo preobrazovanija landshaftov // Lesnaja taksacija i lesoustrojstvo: mezhvuz. sb. nauch. tr. Krasnojarsk: Izd-vo SibGTU, 2005. № 1 (34). S. 175–183.
  5. *Leshkov V.G.* Razrabotka rossypanyh mestorozhdenij. M.: Gornoe delo, 2007. 906 s.
  6. *Sazonov A.M., Zvjagina E.A., Sil'janov S.A.* i dr. Rudogenez mestorozhdenija zolota Olimpiada (Enisejskij krjazh, Rossija) // Geosfernye issledovanija. 2019. № 1. S. 17–43.
  7. *Sidorenko A.A., Belova D.V., Il'inec A.A.* Obespechenie jekspluacionnogo sostojanija uchastkovyh vyrabotok pri otrabotke vyemochnyh uchastkov s uvelicheniem razmera. M.: Gornoe delo, 2020. 16 s.
  8. *Pashkevich M.A.* Geohimija tehnogeneza. SPb., 2004. 72 s.
  9. *Civina I.M.* Prirodno-tehnogennye kompleksy i osnovy prirodoobustrojstva. Novocherkassk: Izd-vo NGMA, 2013. 79 s.
  10. Jekologija i rekul'tivacija tehnogennyh landshaftov / otv. red. *V.M. Kurachev.* Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1992. 304 s.

