

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.107>

ОПЫТ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНОВ ДОБЫЧИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА

Научная статья

Петров А.И.¹, Медведев С.А.²*

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (medvedevsa[at]m.usfeu.ru)

Аннотация

Проанализирован традиционный способ рекультивации нарушенных в процессе добычи россыпного золота земель в Средне-Уральском таежном лесном районе. Описаны основные показатели лесорастительных условий в районе исследований, а также состав подстилающих пород и почвенного покрова. Описана технология дражного способа добычи россыпного золота. Проанализирован перечень работ при техническом и биологическом этапах рекультивации. Отмечается, что при рекультивации дражных отвалов наиболее эффективно применение комбинированного направления, при котором искусственные водоемы выполняют задачу противопожарных для чего сохраняется сеть дорог и подъездов к ним. Кроме того, указанные водоемы могут использоваться для разведения рыбы и организации любительской рыбалки.

Для повышения плодородия дражных отвалов и предотвращения эрозии грунтов и заиления водоемов производится внесение минеральных удобрений и посев многолетних трав. Однако более целесообразно лесохозяйственное направление рекультивации, поскольку создание на дражных отвалах лесных культур сосны позволяет сформировать к 25-летнему возрасту сосновые насаждения с запасом стволовой древесины 164 м³/га.

Ключевые слова: добыча золота, нарушенные земли, рекультивация, лесные культуры, посев трав.

EXPERIENCE IN RECLAMATION OF STREAM GOLD MINING SITES

Research article

Petrov A.I.¹, Medvedev S.A.²*

^{1,2} Ural State Forestry Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation

* Corresponding author (medvedevsa[at]m.usfeu.ru)

Abstract

The traditional method of reclamation of lands disturbed in the process of stream gold mining in the Middle Urals taiga forest region is analysed. The main indicators of forest conditions in the research area, as well as the composition of underlying rocks and soil cover are described. The technology of dredge method of stream gold mining is described. The list of works at the technical and biological stages of reclamation is reviewed. It is noted that at reclamation of dredge dumps the most effective application of the combined direction, at which artificial reservoirs fulfil the task of fire-fighting for which the network of roads and accesses to them is preserved. In addition, these water bodies can be used for fish breeding and organization of recreational fishing.

To increase the fertility of dredge dumps and prevent soil erosion and siltation of water bodies, mineral fertilisers are applied, and perennial grasses are sown. However, the forestry direction of reclamation is more expedient, since establishment of pine forest cultures on the dredge dumps allows to form pine plantations with 164 m³/ha of stem wood by the age of 25.

Keywords: gold mining, disturbed land, reclamation, forestry crops, grass sowing.

Введение

На Урале накоплен значительный опыт рекультивации нарушенных земель [1], [2], [3], [4] и [5], [6], [7], [8]. Последнее объясняется тем, что добыча, переработка и транспортировка различных видов полезных ископаемых ведется здесь уже на протяжении сотен лет. В то же время в научной литературе относительно мало работ по рекультивации полигонов добычи россыпного золота, несмотря на тот факт, что именно в этом регионе было открыто первое в России месторождение золота [9].

Цель работы – анализ эффективности существующих способов рекультивации полигонов добычи золота в Средне-Уральском таежном лесном районе.

На основе литературных и ведомственных материалов, а также результатов собственных исследований проанализирована эффективность рекультивации полигонов добычи россыпного золота в Западно-Сибирском таежном лесном районе.

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), которые закладывались в соответствии с требованиями апробированных в районе исследований методик [10], [11]. Особое внимание уделялось анализу подстилающих пород и почвам, описание которых выполнено с учетом рекомендаций А.В. Вана с соавторами [12].

Исследования проводились на полигоне добычи россыпного золота, расположенного в пойме реки Шайтанки (Средне-Уральский таежный лесной район). Указанное месторождение расположено на восточном склоне Среднего Урала, что определяет специфические природные условия.

Основные результаты

Район проведения исследований расположен на территории со слабоволнистым рельефом. Абсолютные отметки 240-250 м над уровнем моря. Климат района континентальный с продолжительной зимой и коротким летом. Для района характерны большие амплитуды колебания температуры в годовом и суточном интервалах. Среднегодовая температура атмосферного воздуха колеблется в пределах + 0,6 – -0,9°C. Среднемесячная температура самого холодного месяца января – -23,6°C и самого теплого июля – +18,2°C. Среднегодовое количество осадков 557 мм. Среднемноголетнее испарение с поверхности почвы около 200 мм, с водной поверхности – 441 мм. Постоянный снежный покров держится с конца октября до середины апреля. Максимальная толщины снежного покрова 80 см.

Глубина промерзания почвы 0,6–1,0 м. Преобладающее направление ветров западное и северо-западное.

Поверхность месторождения на значительной его части заболочена и покрыта древесно-кустарниковой растительностью.

Участок представляет собой долину реки Шайтанки. Днище долины плоское ровное с общим слабым уклоном на север, сложено дресвяными, дресвяно-щебнистыми, реже щебнистыми корами гранитоидов.

Днище долины выстилается четвертичными аллювиальными отложениями мощностью от долей метра до 2–3 м. Аллювиальные отложения перекрыты слоем озерно-аллювиальных зелено-цветных глин, илом и песком. Мощность рыхлых отложений варьируется от 2–3 до 6–10 м.

На всей территории месторождения установлено наличие плодородного слоя почвы мощностью в среднем 0,2 м, а также растительного торфа. Почвенный покров представлен серыми лесными и болотистыми типами почв.

Территория района исследований по почвенно-географическому районированию находится в контакте Западно-Сибирской почвенной провинции южно-таежной подзоны дерново-подзолистых почв и Уральской горной провинции Центральной таежно-лесной области.

Состав почвенного покрова следующий: дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на элювиальных и делювиальных почвообразующих породах, дерново-слабоподзолистая глеевая среднесуглинистая на делювиальных почвообразующих породах, дерново-сильноподзолистая среднесуглинистая на элювиальных породах, дерново-сильноподзолистая среднесуглинистая глеевая на элювиальных породах.

По гранулометрическому составу дерново-подзолистые почвы относятся к средним и тяжелым суглинкам, так как содержат 70% физической глины. Содержание гумуса в них не превышает 2–3%. Дерново-подзолистые средне- и тяжелосуглинистые оглеенные почвы отличаются от предыдущих большей влажностью и признаками оглеения нижних горизонтов профилей.

В процессе проведения дражных работ происходит коренное нарушение поверхности и вынос материнской породы на дневную поверхность. Первым этапом работ является снятие и складирование на хранение почвенно-растительного слоя с участка, отведенного в разработку. Вслед за этим производится отработка продуктивной массы драгой.

Специфика разработки россыпей дражным способом заключается в том, что отвалообразование после переработки песков производится непосредственно в выработку с помощью хвостовых колод и стакера драги. При этом размещение отвалов производится по центру выработки с классификацией их на эфельные и галечные фракции. В результате отвал имеет максимальную высоту по центру выработки, а по бортам выработка остается заполненной водой. Другими словами, галечные отвалы имеют гребенчатую форму и располагаются по оси движения драги, чередуясь с выемками.

В ходе рекультивационных работ рекультивируются полигоны дражной добычи; гидротехнические сооружения (дамбы, плотины; пруды-отстойники и прочие нарушенные земли в границах отвода.

Технический этап рекультивации включает в себя выравнивание поверхности гребней галечно-эфельных отвалов, планировку отделанных неровностей, засыпку нагорной канавы и нанесение на поверхность плодородного слоя из хранилища вскрышных пород слоем 20 см.

При проектировании рекультивационных работ отдается предпочтение комбинированному способу рекультивации. Так, пруды-отстойники передаются при возможности для рыбозаведения, а также служат противопожарными водоемами. В целях использования противопожарных водоемов оставляется ранее существенная сеть подъездных путей и дорог.

Пример использования водоемов, сформировавшихся при дражной добыче россыпного золота, приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Водоемы для спортивной рыбалки, созданные на полигоне дражной добычи россыпного золота
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.107.1>

Обсуждение

В целях предотвращения эрозии грунтов дражных отвалов и заиления водоемов производится посев трав. Однако, поскольку почвогрунты характеризуются низким потенциальным плодородием, после выравнивания поверхности и нанесения слоя вскрышных пород толщиной 20 см вносятся минеральные удобрения: сульфат аммония – 40 кг/га, суперфосфат двойной гранулированный – 60 кг/га и калий сернокислый – 40 кг/га. После внесения минеральных удобрений производится предпосевная обработка почвы боронованием в 2 следа, а затем производится посев многолетних трав с использованием зернутоковой сеялки. Для посева используется травосмесь: овсяница 15,62 кг/га, тимофеевка 1,349 кг/га, костер 11,928 кг/га, райграс 3,763 кг/га, клевер 1,278 кг/га. При необходимости производится полив посевов, а также подсев семян.

Не умаляя значение посева трав для формирования почвы, следует отметить, что более перспективным является лесохозяйственное направление рекультивации посадкой 2-летних сеянцев сосны обыкновенной. Выбор сосны обыкновенной для создания лесных культур объясняется ее низкой требовательностью к плодородию почвы и устойчивостью к поздневесенним и раннеосенним заморозкам [13], [14], [15]. Посадка осуществляется вручную под меч Колесова с шагом посадки 0,75 м и густотой 4,0 тыс. шт./га. Если создание лесных культур осуществляется без посева трав, то проведение агротехнических уходов не требуется. Опыты реализации лесохозяйственного направления рекультивации показали его высокую эффективность (табл. 1).

Таблица 1 - Основные таксационные показатели искусственных сосновых насаждений, созданных на дражных отвалах в Березовском лесничестве

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.107.2>

№ ПП	Состав	Средние			Класс бонитета	Густота, шт./га	Полнота		Запас, м ³ /га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см			абсолютная, м ² /га	относительная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4Б	6С	18	7,5	9,8		1504	11,44	0,62	52
	1Б	17	7,3	11,8		127	1,37	0,09	6
	2Ос	18	9,1	8,1		670	3,49	0,23	18
	1Олх	17	9,2	8,2		236	1,24	0,07	7

№ ПП	Состав	Средние			Класс бонитета	Густота, шт./га	Полнота		Запас, м ³ /га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см			абсолютная, м ² /га	относительная	
	Итого		8,0		II	2536	17,54	1,01	83
6Б	9С	18	10,8	15,1		1292	23,05	0,96	136
	+Б	18	9,9	10,0		118	0,93	0,06	5
	1Ос	18	10,4	9,9		405	3,10	0,16	17
	едИв	15	7,3	8,4		118	0,66	0,04	3
	Итого				Ia	1933	27,74	1,22	161
7Б	9С	25	11,1	13,7		1313	19,41	0,69	123
	1Б	35	14,2	16,1		84	1,69	0,09	12
	едОс	25	10,7	8,7		93	0,50	0,03	3
	Итого		11,4		Ia	1490	21,60	0,81	138
8Б	9С	25	11,1	11,9		2067	22,92	0,82	141
	1Ос	30	12,5	9,6		345	2,51	0,09	15
	+Б	30	11,8	7,3		197	0,82	0,03	5
	едИв	30	6,0	6,9		213	0,75	0,03	3
	Итого		11,2		I	2822	27,00	0,97	164

Заключение

1. Одним из широкораспространенных на Урале видов нарушенных земель являются дражные отвалы.
2. Добыча россыпного золота дражным способом ведется в долинах рек, что представляет существенную опасность для экологии района.
3. При добыче золота на дневную поверхность поднимается песчано-галечная материнская порода, не обладающая плодородием.
4. В результате прохода драги формируется рельеф из чередующихся грив дражных отвалов и водоемов.
5. Для предотвращения эрозии грунтов и заиления водоемов, а также повышения плодородия и ускорения формирования на дражных отвалах почвенного слоя, вносятся минеральные удобрения и осуществляется посев многолетних трав.
6. Для полигонов добычи россыпного золота рекомендуется комбинированный способ рекультивации, при котором водоемы передаются для разведения рыбы и служат противопожарными водоемами, а на гривах создаются искусственные насаждения сосны обыкновенной.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Залесов С.В. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.А. Зверев [и др.] // ИВУЗ «Лесной журнал». — 2013. — № 2. — С. 66–73.
2. Залесов С.В. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности / С.В. Залесов, О.В. Толкач, И.А. Фрейберг [и др.] // Экология и промышленность России. — 2017. — Т. 21, № 9. — С. 42–47.
3. Залесов С.В. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, Ю.В. Зарипов [и др.] // Экология и промышленность России. — 2018. — Т. 22, № 12. — С. 63–67.
4. Бачурина А.В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель в зоне влияния медеплавильного производства / А.В. Бачурина, С.В. Залесов, О.В. Толкач // Экология и промышленность России. — 2020. — Т. 24, № 6. — С. 67–71.
5. Zalesov S.V. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia / S.V. Zalesov, S. Ayan, E.S. Zalesova [et al.] // Alinteri Journal of Agriculture Sciences. — 2020. — Vol. 35, № 1. — P. 7–14. DOI: 10.28955/alinterizbd.696559.
6. Залесов С.В. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины, хризотил-асбеста и редкоземельных руд / С.В. Залесов, Ю.В. Зарипов, Р.А. Осипенко. — Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022. — 282 с.

7. Bachurina A.V. Characteristics of plantations on disturbed lands in copper smelting zone in Urals, Russia / A.V. Bachurina, S.V. Zalesov, S. Ayan // *Forest*. — 2022. — Vol. 73, № 1. — P. 42–50. DOI: 10.5152/forestist.2022.22019.
8. Морозов А.Е. Эффективность применения различных способов рекультивации нефтезагрязненных земель на территории ХМАО-Югры / А.Е. Морозов, С.В. Залесов, Р.В. Морозова // ИВУЗ «Лесной журнал». — 2010. — № 5. — С. 36–42.
9. Альбрехт В.Г. Первое золото России. Посвящается 270-летию открытия Березовского золоторудного месторождения / В.Г. Альбрехт, Ф.М. Набиуллин, Д.А. Клейменов. — Екатеринбург : Уральский рабочий, 2015. — 248 с.
10. Бунькова Н.П. Основы фитомониторинга / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.С. Залесова [и др.]. — Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. — 90 с.
11. Данчева А.В. Лесной экологический мониторинг / А.В. Данчева, С.В. Залесов, А.С. Попов. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. — 146 с.
12. Ван А.В. Эколого-геологические аспекты научной основы рационального природопользования / А.В. Ван, Л.А. Сенькова, С.В. Залесов [и др.]. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. — 184 с.
13. Толкач О.В. Архитектоника корневой системы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесных культурах на солонцах в лесостепном Зауралье / О.В. Толкач, С.В. Залесов, И.А. Фрейберг // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. — 2019. — № 227. — С. 134–148. DOI: 10.21266/2079-4304.2019.227.134-148.
14. Зарипов Ю.В. Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов, Е.С. Залесова [и др.] // *Известия вузов. Лесной журнал*. — 2021. — № 5. — С. 22–33. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-22-33.
15. Котова В.С. Определение перспективности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для создания карбоновых ферм / В.С. Котова, И.Е. Корчагин, Е.П. Розинкина [и др.] // *Леса России и хозяйство в них*. — 2023. — № 3 (86). — С. 4–13. DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.001.
16. Петров А.И. Лесохозяйственное направление рекультивации полигонов добычи россыпного золота / А.И. Петров, В.С. Котова, Р.А. Осипенко [и др.] // *Леса России и хозяйство в них*. — 2023. — № 2 (85). — С. 16–23.
17. Петров А.И. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной на дражных отвалах / А.И. Петров, С.В. Залесов, В.С. Котова // *Сибирский лесной журнал*. — 2023. — № 3. — С. 15–20.
18. Петров А.И. Приживаемость и сохранность лесных культур сосны обыкновенной на дражных отвалах / А.И. Петров, В.С. Котова, С.В. Залесов // *Леса России: политика, промышленность, наука, образование*. — Санкт-Петербург : СПб ЛТУ, 2023. — С. 325–327.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zalesov S.V. Formirovanie iskusstvennyh nasazhdenij na zolootvale Reftinskoj GRES [Formation of artificial plantings at the Reftinskaya GRES ash dump] / S.V. Zalesov, E.S. Zalesova, A.A. Zverev [et al.] // *IVUZ «Lesnoj zhurnal» [Proceedings of Universities 'Forest Journal']*. — 2013. — № 2. — P. 66–73. [in Russian]
2. Zalesov S.V. Opyt sozdaniya lesnyh kul'tur na solonchah horoshej lesoprignodnosti [The experience of creating forest crops in salt marshes of good forest suitability] / S.V. Zalesov, O.V. Tolkach, I.A. Frejberg [et al.] // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry in Russia]*. — 2017. — Vol. 21, № 9. — P. 42–47. [in Russian]
3. Zalesov S.V. Rekul'tivaciya narushennyh zemel' na mestorozhdenii tantal-berilliya [Reclamation of disturbed lands at the tantalum-beryllium deposit] / S.V. Zalesov, E.S. Zalesova, Yu.V. Zaripov [et al.] // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry in Russia]*. — 2018. — Vol. 22, № 12. — P. 63–67. [in Russian]
4. Bachurina A.V. Effektivnost' lesnoj rekul'tivacii narushennyh zemel' v zone vliyaniya medeplavil'nogo proizvodstva [Efficiency of forest reclamation of disturbed lands in the zone of influence of copper smelting] / A.V. Bachurina, S.V. Zalesov, O.V. Tolkach // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry in Russia]*. — 2020. — Vol. 24, № 6. — P. 67–71. [in Russian]
5. Zalesov S.V. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia / S.V. Zalesov, S. Ayan, E.S. Zalesova [et al.] // *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*. — 2020. — Vol. 35, № 1. — P. 7–14. DOI: 10.28955/alinterizbd.696559.
6. Zalesov S.V. Opyt lesohozyajstvennogo napravleniya rekul'tivacii narushennyh zemel' pri razrabotke mestorozhdenij gliny, hrizotil-asbesta i redkozemel'nyh rud [The experience of forestry reclamation of disturbed lands in the development of deposits of clay, chrysotile asbestos and rare earth ores] / S.V. Zalesov, Yu.V. Zaripov, R.A. Osipenko. — Yekaterinburg : Ural State Forestry University, 2022. — 282 p. [in Russian]
7. Bachurina A.V. Characteristics of plantations on disturbed lands in copper smelting zone in Urals, Russia / A.V. Bachurina, S.V. Zalesov, S. Ayan // *Forest*. — 2022. — Vol. 73, № 1. — P. 42–50. DOI: 10.5152/forestist.2022.22019.
8. Morozov A.E. Effektivnost' primeneniya razlichnyh sposobov rekul'tivacii neftezagryaznennyh zemel' na territorii HMAO-Yugry [The effectiveness of various methods of reclamation of oil-contaminated lands in the territory of Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra] / A.E. Morozov, S.V. Zalesov, R.V. Morozova // *IVUZ «Lesnoj zhurnal» [Proceedings of University 'Forestry Journal']*. — 2010. — № 5. — P. 36–42. [in Russian]
9. Albrecht V.G. Pervoe zoloto Rossii. Posvyashchaetsya 270-letiyu otkrytiya Berезovskogo zolotorudnogo mestorozhdeniya [The first gold of Russia. Dedicated to the 270th anniversary of the discovery of the Berезovsky gold deposit] / V.G. Albrecht, F.M. Nabiullin, D.A. Klejmenov. — Yekaterinburg : Ural Worker, 2015. — 248 p. [in Russian]
10. Bun'kova N.P. Osnovy fitomonitoringa [Fundamentals of phytomonitoring] / N.P. Bun'kova, S.V. Zalesov, E.S. Zalesova [et al.]. — Yekaterinburg : Ural State Forestry University, 2020. — 90 p. [in Russian]
11. Dancheva A.V. Lesnoj ekologicheskij monitoring [Forest environmental monitoring] / A.V. Dancheva, S.V. Zalesov, A.S. Popov. — Yekaterinburg : USLTU, 2023. — 146 p. [in Russian]

12. Van A.V. Ekologo-geologicheskie aspekty nauchnoj osnovy racional'nogo prirodopol'zovaniya [Ecological and geological aspects of the scientific basis of rational nature management] / A.V. Van, L.A. Sen'kova, S.V. Zalesov [et al.]. — Yekaterinburg : USLTU, 2023. — 184 p. [in Russian]
13. Tolkach O.V. Arhitektonika kornevoj sistemy sosny obyknovЕННОj (Pinus sylvestris L.) v lesnyh kul'turah na solonchah v lesostepnom Zaural'e [Architectonics of the root system of the Scots pine (Pinus sylvestris L.) in forest crops on salt flats in the forest-steppe Trans-Urals] / O.V. Tolkach, S.V. Zalesov, I.A. Freiberg // Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy]. — 2019. — № 227. — P. 134–148. DOI: 10.21266/2079-4304.2019.227.134-148. [in Russian]
14. Zaripov Yu.V. Podrost sosny obyknovЕННОj (Pinus sylvestris L.) na otvalah mestorozhdeniya hrizotil-asbesta [Undergrowth of the common pine (Pinus sylvestris L.) on the dumps of the chrysotile asbestos deposit] / Yu.V. Zaripov, S.V. Zalesov, E.S. Zalesova [et al.] // Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal [Proceedings of Universities. Forestry Journal]. — 2021. — № 5. — P. 22–33. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-22-33. [in Russian]
15. Kotova V.S. Opredelenie perspektivnosti sosny obyknovЕННОj (Pinus sylvestris L.) dlya sozdaniya karbonovyh ferm [Determination of the prospects of the common pine (Pinus sylvestris L.) for the creation of carbon farms] / V.S. Kotova, I.E. Korchagin, E.P. Rozinkina [et al.] // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih [Russian Forests and Their Management]. — 2023. — № 3 (86). — P. 4–13. DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.001. [in Russian]
16. Petrov A.I. Lesohozyajstvennoe napravlenie rekul'tivacii polygonov dobychi rossypnogo zolota [Forestry direction of reclamation of placer gold mining sites] / A.I. Petrov, V.S. Kotova, R.A. Osipenko [et al.] // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih [Russian Forests and Their Management]. — 2023. — № 2 (85). — P. 16–23. [in Russian]
17. Petrov A.I. Effektivnost' sozdaniya lesnyh kul'tur sosny obyknovЕННОj na drazhnyh otvalah [The effectiveness of creating forest crops of Scots pine on drainage dumps] / A.I. Petrov, S.V. Zalesov, V.S. Kotova // Sibirskij lesnoj zhurnal [Siberian Forestry Journal]. — 2023. — № 3. — P. 15–20. [in Russian]
18. Petrov A.I. Prizhivaemost' i sohrannost' lesnyh kul'tur sosny obyknovЕННОj na drazhnyh otvalah [Survival and preservation of forest crops of Scots pine on drainage dumps] / A.I. Petrov, V.S. Kotova, S.V. Zalesov // Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovanie [Russia's Forests: Politics, Industry, Science, Education]. — St. Petersburg : SPb LTU, 2023. — P. 325–327. [in Russian]