

Леса России и хозяйство в них. 2023. № 2. С. 16–23.  
Forest of Russia and economy in them. 2023. № 2. С. 16–23.

Научная статья

УДК 630.233:622.342

DOI: 10.51318/FRET.2023.37.61.002

## ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНОВ ДОБЫЧИ РАССЫПНОГО ЗОЛОТА

Александр Иванович Петров<sup>1</sup>, Вероника Сергеевна Котова<sup>2</sup>,  
Регина Александровна Осипенко<sup>3</sup>, Сергей Вениаминович Залесов<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Сергей Вениаминович Залесов,  
zalesovsv@m.usfeu.ru

**Аннотация.** На основе обследования 27 участков лесных культур, созданных на бывших полигонах добычи драгоценных металлов, предпринята попытка установления эффективности лесохозяйственного направления рекультивации.

Исследования проводились методом пробных площадей с определением приживаемости и сохранности лесных культур, созданных посевом семян и посадкой 2–3-летних сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Установлено, что наиболее низкой приживаемостью и сохранностью характеризуются лесные культуры, созданные посевом семян II класса качества. Из 23,8 га лесных культур, созданных данным способом, списано 17,8 га, или 74,8 %. Создание лесных культур кондиционными местными семенами и семенами I класса качества обеспечило 100 % сохранность лесных культур и перевод их в покрытые лесной растительностью земли.

При механизированной посадке 2–3-летних сеянцев из 185,8 га созданных лесных культур списано 8,0 га (4,3 %), что свидетельствует о возможности создания лесных культур таким способом.

Ручная посадка 2–3-летних сеянцев с открытой корневой системой показала, что все созданные таким способом лесные культуры переведены в покрытые лесной растительностью земли.

Высокие показатели приживаемости и сохранности лесных культур при сроке перевода их в покрытые лесной растительностью земли 5–11 лет свидетельствуют о высокой эффективности лесохозяйственного направления рекультивации выработанных месторождений рассыпных драгоценных металлов.

**Ключевые слова:** рекультивация, дражные отвалы, лесные культуры, сосна обыкновенная, посев, посадка, приживаемость, сохранность

Scientific article

## FORESTRY DIRECTION IN RECKAMATION OF ALLUVIAL GOLD MINING SITES

Alexander I. Petrov<sup>1</sup>, Veronika S. Kotova<sup>2</sup>, Regina A. Osipenko<sup>3</sup>,  
Sergey V. Zalesov<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> The Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia  
Corresponding author: Sergey Veniaminovich Zalesov,  
Zalesovsv@m.usfeu.ru

**Abstract.** On the basis of a survey of 28 forest plantation plots created on the former polygons for the extraction of precious metals an attempt was made to establish the effectiveness of forestry reclamation direction.

The studies were carried out by the method of trial plots with the establishment of the survival rate and preservation of forest crops created by sowing seeds and planting 2–3 years old seedlings of scotch pine (*Pinus sylvestris* L.).

It has been established that the forest playtations created by sowing seeds of III quality class are characterized by the lowest survival rate safety. Out of 23.8 % ha of forest plantations created in this way 17,8 ha or 74,8 % are written of. The creation of forest plantations local and the sceds of the first quality class ensured the 100 % preservations of forest plantations and their transfer to the larth covered with forest vegetation.

In mechanized planting of 2–3-years old summer seedling 8,0 ha (4.3 %) were written off from 185 created forest crops which indicates the possibility of creating forest plantations in such a way.

Manual planting of 2–3-years old seedlings with an open root system showed that all forest plantations created in this wan are transferred to the lands covered with forest vegetation.

High rates of both survival and preservation of forest plantations, with the period od their transfer to the lands covered with forest vegetation 5–11 years, testi by to the light efficiency of the forestry direction of the reclamation in depleted deposits of alluvial precious metals.

**Keywords:** reclamation, dredge dumos, forest crops, scotch pine, sowing, planting, survival, preservation

### Введение

За многие годы добычи полезных ископаемых на Урале накоплен значительный опыт рекультивации нарушенных земель (Залесов и др., 2016; 2017; 2022; Формирование..., 2013; Рекультивация..., 2018; Зарипов и др., 2020; Zalesov et al., 2020; Бачурина и др., 2020; Подрост..., 2021). При этом относительно немного работ, посвященных рекультивации полигонов добычи россыпного золота, несмотря на тот факт, что именно на Урале было открыто в 1745 г. первое на территории Российской Федерации месторождение золота (Альбрехт и др., 2015). При этом следует учитывать, что отработанные полигоны по добыче рассыпного

золота и других драгоценных металлов приурочены к малым таежным рекам, а следовательно, эрозия почвогрунтов при отсутствии рекультивации наносит существенный вред водным ресурсам и экологии в целом. Известно (Касимов, Галако, 2002), что традиционные технологии добычи золота, платины и серебра с привлечением драг и гидравлическим способом неэкологичны. Последнее объясняется тем, что в процессе выполнения работ разрушаются коренные растительные сообщества, почвогрунты и ландшафты. При этом происходит перемещение горизонтов почвы и засыпка верхних горизонтов песком материнской породы. Кроме того, после завершения добычи формируются

полигоны с существенной мозаичностью почвенно-грунтовых условий и ландшафтами, сочетающимися бугры и мелкие водоемы.

Большинство полигонов до проведения на них добычи драгоценных металлов относились к лесному фонду, а следовательно, после завершения работ наиболее вероятным направлением рекультивации является лесохозяйственное.

### **Цель, объекты и методика исследований**

Цель исследования – установление показателей приживаемости и сохранности лесных культур, созданных посевом и посадкой 2–3-летних сеянцев сосны обыкновенной на нарушенных землях после добычи россыпных драгоценных металлов.

Объектом исследований служили лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданные на полигонах добычи россыпных драгоценных металлов на территории Южно-Уральского лесостепного района (Об утверждении..., 2014).

Территория района исследований характеризуется относительно благоприятными условиями для произрастания основных пород-лесообразователей таежной зоны. Однако количество осадков 481,0 мм в год дает преимущество в формировании насаждений такими видами, как сосна обыкновенная (*P. sylvestris* L.), лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) и береза повислая (*Betula pendula* Roth.), которые формируют высокопроизводительные насаждения. Район проведения работ уже многие десятилетия является местом добычи россыпных драгоценных металлов (золото, платина, серебро). Использование при добычи указанных металлов деревянных сооружений обусловило вырубку на значительных площадях древостоев лиственницы Сукачева и смену их на производные березовые насаждения (Оплетаев, Залесов, 2014).

В последние десятилетия добыча драгоценных металлов производилась преимущественно с использованием драг, что привело к образованию полигонов с полностью нарушенной коренной растительностью. Верхние слои почвы были сдвинуты с обнажением песчаного слоя материнской

породы, который после промывки был перемешан с другими слоями. В результате сформировался ландшафт с чередующимися гривами и мелкими водоемами, полностью лишенный растительности. Грунт дражных отвалов характеризуется существенной мозаичностью. При этом нарушенные земли представляют существенную опасность для экологии в связи с тем, что при размыве способствуют заилению рек.

Поскольку основные площади нарушенных земель изъяты из лесного фонда, основным направлением рекультивации является лесохозяйственное. Поэтому на указанных площадях создавались лесные культуры посевом и посадкой 2–3-летними сеянцами сосны обыкновенной.

В процессе исследований установлены приживаемость и сохранность указанных лесных культур, а также густота в период перевода их в покрытые лесной растительностью земли в соответствии с апробированными методиками и нормативно-правовыми документами (Об утверждении..., 2014; Основы фитомониторинга, 2020).

### **Результаты и обсуждение**

Исследования показали, что посевом было создано 162,8 га лесных культур. При этом 59,0 га было создано семенами I класса качества, 80,0 га – кондиционными семенами местного происхождения и 23,8 га – семенами II класса качества (табл. 1).

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что при использовании семян I класса качества приживаемость лесных культур спустя год после посева составляла от 41,6 до 88,5 %, а через 3 года – 66,4–95,0 %. Другими словами, даже при использовании семян I класса качества часть из них не прорастает в первый год и приживаемость на 3-й год на трех из четырех участков выше, чем спустя год после посева.

Перевод в покрытые лесной растительностью земли лесных культур, созданных посевом семян I класса качества, проводится через 6–9 лет после посева при их густоте от 5,0 до 5,7 тыс. шт./га при величине указанного показателя в нормативном документе (Об утверждении..., 2020) 2,0 тыс. шт./га при средней высоте 1,1 м.

Хорошие показатели приживаемости показали также лесные культуры, созданные семенами местного происхождения. При этом приживаемость спустя год после посадки была на всех обследованных участках ниже таковой через 3 года после посадки. Указанные лесные культуры были переведены в покрытые лесной растительностью земли спустя 6–11 лет после посева при густоте 3,9–6,4 тыс. шт./га.

Худшие показатели приживаемости показали лесные культуры сосны, созданные посевом семян II класса. Из 23,9 га указанных лесных культур было списано 17,8 га (74,8 %). При этом на участке № 10 культуры были списаны уже в первый год

после посева, поскольку их приживаемость составила 23,5 %. На участке № 8 лесные культуры спустя год после посадки характеризовались хорошей приживаемостью – 96,1 %. Однако через три года приживаемость лесных культур не превышала 17,6 %, что и обеспечило их списание. Другими словами, причиной списания лесных культур на участке № 8 является не низкая всхожесть семян, а неблагоприятные погодные условия на второй год после посева.

Высокими показателями сохранности характеризуются также лесные культуры сосны обыкновенной, созданные на дражных отвалах механизированным способом (табл. 2).

Таблица 1  
Table 1

Характеристика лесных культур, созданных посевом  
Characteristics of forest crops created by sowing

№ участка Plot №	Площадь, га Area, ha	Расход семян, кг/га Seed consumption, kg/ha	Приживаемость, % Survival rate, %		Период до перевода, лет Period before transfer, years	Густота при переводе, тыс. шт./га Density in translation, thousand units/ha
			1-й год 1 year	3-й год 3 year		
Семена I класса качества Seeds of class I quality						
1	9,0	1,4	86,5	95,0	6	5,0
2	39,8	1,4	87,8	89,6	9	5,7
3	9,0	1,4	41,6	66,4	7	5,6
4	1,2	1,4	88,5	83,1	7	5,6
Местные кондиционные семена Local conditioned seeds						
5	20,0	1,4	58,0	92,2	6	6,4
6	25,0	1,2	85,5	89,2	9	3,9
7	35,0	1,2	82,0	88,8	11	4,8
Итого Total	80,0					
Семена II класса качества Seeds of class II quali						
8	10,0	1,9	96,1	17,6	Списаны Written off	
9	6,0	1,9	95,1	89,8	9	4,6
10	7,8	1,9	23,5	–	Списаны Written off	
Итого Total	23,8					

Таблица 2

Table 2

**Характеристика лесных культур, созданных посадкой**  
**Characteristics of forest crops created by sowing**

№ участка Plot №	Площадь, га Area, ha	Густота посадки, тыс. шт./га Planting density, thousand pieces/ha	Приживаемость, % Survival rate, %		Период до перевода, лет Period before transfer, years	Густота при переводе, тыс. шт./га Density in translation, thousand units/ha
			1-й год 1 year	3-й год 3 year		
<b>Механизированная посадка 2–3-летних сеянцев</b> <b>Mechanized planting of 2–3-year-old seedlings</b>						
11	20,0	4,0	92,0	91,2	5	3,7
12	18,0	3,5	90,5	89,6	6	3,2
13	12,0	4,5	91,4	90,6	6	4,4
14	9,2	4,0	93,8	90,6	6	3,7
15	9,6	3,6	86,5	83,0	5	3,2
16	10,0	5,0	78,0	73,0	5	3,7
17	1,8	6,5	98,8	91,0	7	5,5
18	18,2	6,5	98,9	91,0	7	5,2
19	57,5	6,2	91,0	88,0	8	5,1
20	15,0	4,0	77,5	–	–	–
21	14,5	3,5	86,6	–	–	–
<b>Итого Total</b>	<b>185,8</b>					
<b>Ручная посадка 2–3-летних сеянцев</b> <b>Manual planting of 2-3-year-old seedlings</b>						
22	40,0	4,5	92,4	91,7	5	4,4
23	10,0	4,0	92,0	91,2	5	3,7
24	10,0	3,5	90,5	89,6	5	3,2
25	4,3	4,5	99,4	89,1	6	3,9
26	11,2	5,0	97,0	89,0	8	4,9
27	0,6	6,5	98,9	91,0	7	5,3
<b>Итого Total</b>	<b>76,1</b>					

Из материалов табл. 2 следует, что лесные культуры создавались на дражных отвалах 2–3-летними сеянцами с густотой посадки от 3,5 до 6,5 тыс. шт./га. Однако в целях экономии посадочного материала оптимальной густотой посадки, позволяющей обеспечить перевод лесных культур в покрытые лесной растительностью

земли через 5–6 лет после посадки, является 3,5–4,0 тыс. шт./га.

Из созданных механизированным способом 185,8 га лесных культур списано 8 га на участке № 16. При этом оставшиеся 2 га переведены спустя 5 лет после посадки в покрытые лесной растительностью земли с густотой 3,7 тыс. шт./га.

Причиной гибели лесных культур и последующего списания явилось объединение их дикими копытными животными.

На участке 20 и 21 лесные культуры также не переведены в покрытые лесной растительностью земли.

Однако причиной является то, что они созданы всего 2 года назад. При этом показатели приживаемости спустя год после посадки (77,5 и 86,6 %) позволяют надеяться, что данные лесные культуры в ближайшие 3–5 лет также будут переведены в покрытые лесной растительностью земли.

Таким образом, при механизированной посадке лесных культур на дражных отвалах, сформировавшихся в результате добычи драгоценных металлов, из 185,8 га списано лишь 4,3 %, а при ручной посадке все лесные культуры переведены в покрытые лесной растительностью земли.

### Заключение

В целом можно отметить, что полигоны, формирующиеся в процессе добычи россыпных месторождений драгоценных металлов, могут и должны стать объектами компенсационного лесоразведения.

Поскольку искусственные и естественные соновые насаждения на Урале характеризуются высокими таксационными показателями (Залесов и др., 2002), целесообразно создавать лесные культуры на дражных отвалах как посевом, так и посадкой. При проведении посевов необходимо использовать только семена местного происхождения или районированные семена I класса качества.

При создании лесных культур посадкой густота должна составлять 3,5–4,0 тыс. шт./га, что обеспечивает перевод рекультивируемых участков в покрытые лесной растительностью земли через 5–6 лет после посадки.

### Список источников

- Альбрехт В. Г., Набиуллин Ф. М., Клейменов Д. А. Первое золото России. Екатеринбург : Уральский рабочий, 2015. 248 с.
- Бачурина А. В., Залесов С. В., Толкач О. В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель в зоне влияния медеплавильного производства // Экология и промышленность России. 2020. 24 (6). С. 67–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-6-67-71
- Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Залесова Е. С. Естественная рекультивация отвала вскрышных пород и отходов обогащения асбестовой руды // Аграрный вестник Урала. 2017. № 3 (157). С. 25–38.
- Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Осипенко Р. А. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины, хризотил-асбеста и редкоземельных руд. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 282 с.
- Залесов С. В., Лобанов А. Н., Луганский Н. А. Рост и продуктивность сосняков искусственного и естественного происхождения. Екатеринбург : УГЛТУ, 2002. 112 с.
- Залесов С. В., Оплетев А. С., Терин А. А. Формирование искусственных насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на рекультивированном золоотвале // Аграрный вестник Урала. 2016. № 8 (150). С. 15–23.
- Зарипов Ю. В., Залесов С. В., Осипенко Р. А. Формирование древесной растительности на выработанных карьерах огнеупорной глины // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 2 (92). Ч. 1. С. 83–88.
- Касимов А. К., Галако В. А. Экологические аспекты лесовосстановления отработанных россыпей Прикамья. Екатеринбург : УрО РАН, 2002. 229 с.
- Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации : утв. приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420224339> (дата обращения: 17.01.2023).



- Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений : утв. приказом Минприроды России от 04.12.2020 г. № 1014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565780462> (дата обращения: 17.01.2023).
- Оплетаев А. С., Залесов С. В. Переформирование производных мягколиственных насаждений в лиственные на Южном Урале. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 178 с.
- Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. Г. Магасумова, Р. А. Осипенко. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.
- Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. С. Попов, Е. П. Платонов, Н. П. Стародубцева // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. № 5. С. 22–33.
- Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, Ю. В. Зарипов, А. С. Оплетаев, О. В. Толкач // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. С. 63–67. DOI: 10.18412/1816-0393-2018-12-63-67
- Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. А. Зверев, А. С. Оплетаев, А. А. Терин // ИВУЗ. Лесной журнал. 2013. № 2. С. 66–73.
- Zalesov S. V., Ayan S., Zalesova E. S., Opletaev A. S. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia // Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 2020, 35 (1). DOI: 10/28955/alinterizbd. 696559

## References

- About the approval of the List of forest-growing zones of the Russian Federation and the List of forest areas of the Russian Federation: Approved by Decree of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 18.08.2014 № 367. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420224339> (date of application: 17.01.2023).
- Albrecht V. G., Nabiullin F. M., Kleimenov D. A. The first gold of Russia. Yekaterinburg : Ural Worker, 2015. 248 p.
- Bachurina A. V., Zalesov S. V., Tolkach O. V. Efficiency of forest reclamation of disturbed lands in the zone of influence of copper smelting // Ecology and industry of Russia. 2020; 24 (6): P. 67–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-6-67-71. (In Russ.)
- Base phytomonitoring / N. P. Bunykova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. G. Magasumova, R. A. Osipenko. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering un-t, 2020. 90 p.
- Formation of artificial plantings at the ash dump of Reftinskaya GRES / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. A. Zverev, A. S. Opletayev, A. A. Terin // IVUZ. Lesnoy Journal. 2013. № 2. P. 66–73. (In Russ.)
- Kasimov A. K., Galako V. A. Ecological aspects of reforestation of spent placers of the Kama region. Yekaterinburg : Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2002. 229 p.
- Opletayev A. S., Zalesov S. V. Reformation of derivatives of medicinal plantings in the larch forests of the Southern Urals. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering un-t, 2014. 178 p.
- Recultivation of disturbed transgenered land at place of birth tantalum-beryllia / C. V. Zalesov, E. S. Zalesova, Yu. V. Zaripov, A. S. Opletayev, O. V. Tolkach // Ecology and industry of Russia. 2018. Т. 22. P. 63–67. DOI: 10.18412/1816-0393-2018-12-63-67. (In Russ.)
- The forest regulations, the forest regulations, the draft forest regulations, the order of development of the forest regulations and the changes in it. Fairytale Minprirodense <url> from 04.12.2020 № 1014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565780462> (date of application: 17.01.2023).
- Undergrowth of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on the dumps of the chrysotile-asbestos deposit / Yu. V. Zaripov, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. S. Popov, E. P. Platonov, N. P. Starodubtseva // Izvestia vuzov. Lesnoy Journal. 2021. № 5. P. 22–33. (In Russ.)

- Zalesov S. V., Lobanov A. N., Lugansky N. A. Growth and productivity of pine forests of artificial and natural origin. Yekaterinburg : UGLTU, 2002. 112 p.
- Zalesov S. V., Opletaev A. S., Terin A. A. Formation of artificial stands of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on reclaimed ash dump // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. № 8 (150). P. 15–23. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Zaripov Yu. V., Zalesova E. S. Natural recultivation of overburden and asbestos ore enrichment waste // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. № 3 (157). P. 25–38. (In Russ.)
- Zaripov Yu. V., Zalesov S. V., Osipenko R. A. The formation of woody vegetation on the worked-out quarries of refractory clay // International Research Journal. 2020. № 2 (92). Part 1. P. 83–88. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Ayan S., Zalesova E. S., Opletaev A. S. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia // Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 2020, 35 (1). DOI: 10/28955/alinterizbd. 696559

#### **Информация об авторах**

- А. И. Петров – аспирант,*  
[http://orcid: 0000-0002-2409-481X](http://orcid.org/0000-0002-2409-481X);
- В. С. Котова – студент,*  
[http://orcid:0000-0001-7342-5577](http://orcid.org/0000-0001-7342-5577);
- Р. А. Осипенко – кандидат сельскохозяйственных наук,*  
[Osipenkora@m.usfeu.ru](mailto:Osipenkora@m.usfeu.ru), [http://orcid: 0000-0003-3359-3079](http://orcid.org/0000-0003-3359-3079);
- С. В. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,*  
[zalesovsv@m.usfeu.ru](mailto:zalesovsv@m.usfeu.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3779-410x>.

#### **Information about the authors**

- A. I. Petrov – graduate student,*  
[http://orcid: 0000-0002-2409-481X](http://orcid.org/0000-0002-2409-481X);
- V. S. Kotova – student,*  
[http://orcid:0000-0001-7342-5577](http://orcid.org/0000-0001-7342-5577);
- R. A. Osipenko – Candidate of Agricultural Sciences,*  
[Osipenkora@m.usfeu.ru](mailto:Osipenkora@m.usfeu.ru), [http://orcid: 0000-0003-3359-3079](http://orcid.org/0000-0003-3359-3079);
- S. V. Zalesov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,*  
[zalesovsv@m.usfeu.ru](mailto:zalesovsv@m.usfeu.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3779-410x>.

*Статья поступила в редакцию 21.02.2023; принята к публикации 21.03.2023.*

*The article was submitted 21.02.2023; accepted for publication 21.03.2023.*

---