

Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3. С. 4–13.

Forest of Russia and economy in them. 2023. № 3. P. 4–13.

Научная статья

УДК 630.174.754:504.06

DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.001

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРБОНОВЫХ ФЕРМ

Вероника Сергеевна Котова<sup>1</sup>, Иван Евгеньевич Корчагин<sup>2</sup>,  
Екатерина Павловна Розинкина<sup>3</sup>, Александр Иванович Петров<sup>4</sup>,  
Регина Александровна Осипенко<sup>5</sup>, Геннадий Александрович Годовалов<sup>6</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Вероника Сергеевна Котова,

Veronikakotova880@gmail.com

**Аннотация.** По показателю значений флуктуирующей асимметрии хвои подроста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) предпринята попытка определения перспективности использования данной породы-лесообразователя для создания карбоновых ферм на нарушенных землях. Объектом исследований служил подрост сосны обыкновенной, произрастающий на выработанной части Исетского гранитного карьера и на прилегающих территориях. Район проведения исследований относится к Средне-Уральскому таежному лесному району.

У экземпляров подроста отбирались образцы парных хвоинок 2022 и 2021 гг. У каждой пары в лабораторных условиях замерялась длина хвоинок с целью установления показателя флуктуирующей асимметрии. Сравнение полученных показателей у подроста, произрастающего на выработанной части карьера и на опушке леса, показало отсутствие статистически достоверных различий в показателях флуктуирующей асимметрии. Таким образом, на бедном питательными элементами субстрате выработанного гранитного карьера сосна обыкновенная прекрасно себя чувствует и не испытывает стрессового состояния. Последнее позволяет рекомендовать сосну обыкновенную в качестве главной древесной породы при создании карбоновых ферм на нарушенных землях. Главным при выборе сосны является тот факт, что она хорошо растет даже на субстратах, бедных питательными веществами.

**Ключевые слова:** депонирование углерода, рекультивация, карбоновая плантация, выработанный карьер, сосна обыкновенная

**Для цитирования:** Определение перспективности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для создания карбоновых ферм / В. С. Котова, И. Е. Корчагин, Е. П. Розинкина, А. И. Петров, Р. А. Осипенко, Г. А. Годовалов // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3 (86). С. 4–13. DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.001.

Scientific article

## SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) PERSPECTIVENESS DETERMINATION TO CREATE THE CARBON FORMS

Veronika S. Kotova<sup>1</sup>, Ivan E. Korchagin<sup>2</sup>, Ekaterina P. Rozinkina<sup>3</sup>,  
Aleksandr I. Petrov<sup>4</sup>, Regina A. Osipenko<sup>5</sup>, Gennadiy A. Godovalov<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Veronika Sergeevna Kotova,

Veronikakotova880@gmail.com

**Abstract.** In terms of the fluctuating asymmetry value of scots pine undergrowth needess (*Pinus sylvestris* L.) an attempt was made to determine the prospets to use this type of forest former for creating carbon forms on disturbed lands. The object of research was the scots pine undergrowth growing on the developed part of the iset granite quarry and on the adjacent territories. The study area belongs to the middle Ural taiga forest region.

From specimens of undergrowth, samples of paired needess of 2022 and 2021 years, were taken. For lach pair in laboratory conditions it was measured the length of the needles in order to determine the fluctuating asymmetry indicator. Comparison of indicators of undergrowth growing on the developed part of the quarry and on the edge of the forest showed the absence of statistically significant differences in fluctuating asymmetry indicators. Thus, on a nutrient-poor substarate of a worked out granite quarry. Scots pine fleels perfectly well and does not experience a stressful state. The latter maxed it possible to recommend scots pine as a main tree species in the creation of carbon farms on disturbed lands when choosing pine, the main fact is fact that it grows well even on substrates poor in nutrients.

**Keywords:** carbon storage, carbon plantation, reclamation, worked out quarry, scots pine

**For citation:** Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) perspectiveness determination to create the carbon forms / V. S. Kotova, I. T. Korchagin, E. P. Rozinkina, A. I. Petrov, R. A. Osipenko, G. A. Godovalov // Forests of Russia and economy in them. 2023. № 3 (86). P. 4–13. DOI: 10.51318/FRET.2023.3.86.001.

### Введение

Длительная разведка, добыча и переработка полезных ископаемых в Уральском регионе привела к тому, что здесь накопились значительные площади нарушенных земель. Указанные нарушенные земли подвергаются эрозии, ухудшая экологическую обстановку и условия жизни населения (Качество жизни..., 2013; Жилищно-коммунальное хозяйство..., 2017).

Проблема минимизируется проведением рекультивационных работ, в частности созданием искусственных насаждений в процессе биологического этапа рекультивации. При этом накоплен опыт рекультивации отвалов и карьеров на месторождениях хризотил-асбеста (Подрост..., 2021; Залесов и др., 2022), тантал-бериллия (Рекультива-

ция..., 2018), золоотвалов (Формирование..., 2013; Zalesov et al., 2020), нарушенных земель в зоне влияния медеплавильного производства (Бачурина и др., 2020; Vachurina et al., 2022). Однако данные работы требуют больших трудовых и финансовых затрат, поэтому очень важно правильно выбрать главные породы для создания искусственных насаждений на нарушенных землях.

В целях определения перспективности древесных пород для создания лесных культур может быть использован показатель флуктуирующей асимметрии, хорошо зарекомендовавший себя при оценке состояния березы повислой, произрастающей в различных лесорастительных условиях (Использование..., 2014; Залесов и др., 2017а; Данчева и др., 2022).

Актуальность установления перспективности конкретных видов древесных растений для рекультивации нарушенных земель возрастает в связи с проблемой необходимости депонирования углерода лесной растительностью как альтернативы сжиганию углеводов. Работы в данном направлении уже ведутся (Полигон..., 2021; Залесов, 2021).

### Цель, объекты и методика исследований

Цель работы – определение перспективности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для создания карбоновых ферм по показателю флуктуирующей асимметрии при рекультивации выработанного гранитного карьера в Средне-Уральском таежном лесном районе.

Объектом исследований служил Исетский карьер добычи гранита, расположенный на территории Уральского учебно-опытного лесхоза (УУОЛ) Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ). Согласно схеме лесорастительного районирования (Колесников и др., 1974),

территория УУОЛ относится к южно-таежному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области.

В соответствии с действующими нормативными документами район проведения исследований относится к Средне-Уральскому таежному району, а в соответствии с рекомендациями ученых УГЛТУ (Годовалов и др., 2011; К вопросу..., 2016) – к горному подрайону Средне-Уральского таежного лесного района.

Исетское месторождение гранита занимает вершину и сравнительно крутые южный и северо-восточный склоны г. Толстик с выходами гранита на дневную поверхность (рис. 1).

Первые геолого-разведочные работы на Исетском месторождении гранита проводились в 1939 г., после чего начались добыча строительного камня и производство щебня. На сегодняшний день добыча гранита продолжается. Однако часть карьера уже выработана и требует рекультивации. На выработанной части карьера ведется технический этап рекультивации, заключающийся в отсыпке поверхности карьерной выемки слоем грунта.

На рекультивируемой части карьера планируется создание опытных карбоновых ферм путем посадки семян высокопроизводительных древесных пород и формирования в будущем высокопроизводительных насаждений.

Одной из наиболее перспективных древесных пород для создания карбоновых ферм является сосна обыкновенная, характеризующаяся устойчивостью против неблагоприятных природных факторов, низкой требовательностью к почвенному плодородию, быстрым ростом. Данная древесная порода прекрасно зарекомендовала себя при рекультивации других видов нарушенных земель, что было отмечено ранее. Однако в научной литературе отсутствуют данные о ее использовании при рекультивации выработанных карьеров гранита.

Поскольку на территории выработанной части карьера имеются экземпляры подроста сосны обыкновенной (рис. 2), нами предпринята попытка анализа состояния подроста сосны, произрастающего на выработанной части карьера, склоне г. Толстик с выходами гранита и на опушке леса



Рис. 1. Выходы гранита рядом с выработанной частью карьера

Fig. 1. Granite outcrops near the worked-out part of the quarry

по показателю флуктуирующей асимметрии. Известно (Использование..., 2014; Залесов и др., 2017б; Осипенко Р. А., Осипенко А. Е., 2018), что указанный показатель хорошо зарекомендовал себя при оценке состояния насаждений в различных лесорастительных условиях. Последнее позволило разработать и утвердить методику по оценке качества среды на основании показателей флуктуирующей асимметрии (Методические рекомендации..., 2003).

Выбор сосны обыкновенной для создания карбоновых ферм обусловлен также анализом древесной растительности, формирующейся на выработанной части карьера (Характеристика..., 2022).

Исследования заключались в замере длины парных хвоинок у 4-летнего подростка сосны обыкновенной согласно методическим рекомендациям (Скрипальщикова, Стасова, 2014; Данчева и др., 2023).

Индекс флуктуирующей асимметрии (ИФА) определялся по формуле

$$\text{ИФА} = \frac{2(L - R)}{L + R}, \quad (1)$$

где  $L$  – длина левой хвоинки, см;  $R$  – длина правой хвоинки, см.

Стабильность подростка сосны обыкновенной устанавливалась по специальной шкале (табл. 1).



Рис. 2. Подрост и всходы сосны в выработанной части гранитного карьера

Fig. 2. Undergrowth and shoots of pine in the developed part of the granite quarry

Таблица 1

Table 1

Шкала оценки стабильности развития сосны обыкновенной по ИФА

(Данчева и др., 2023)

The scale of assessment of the stability of the development of scots pine according to IFA

(Dancheva et al., 2023)

Величина ИФА The value of the IFA	Оценка влияния антропогенного фактора Assessment of the impact of the anthropogenic factor	Балл Mark
0,00–0,003	Нормальное Normal	1
0,0031–0,004	Слабое Weak	2
0,0041–0,005	Умеренное Moderate	3
0,0051–0,006	Высокое High	4
0,0061–0,009	Очень высокое Very high	5
>0,009	Критическое Critical	6

## Результаты и обсуждение

Выполненные исследования показали, что длина хвои первого и второго года у подростка сосны обыкновенной, произрастающего в разных лесорастительных условиях, существенно различается (табл. 2).

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что хвоя первого года длиннее всего у подростка, произрастающего на опушке леса. При этом данный подрост характеризуется минимальной длиной хвои второго года, а лидерство переходит к подросту, произрастающему на горе. Различия в длине хвои статистически достоверны на 95 %-ном уровне значимости. Так, в частности, длина хвои первого года у подростка, произрастающего на дне выработанного карьера гранита, меньше, чем у аналогичной хвои подростка, выросшего на опушке леса, в 1,6 раза. При этом для показателя длины хвои второго года характерна обратная закономерность: у подростка на карьере длина хвои второго года превышает таковую у подростка, произрастающего на опушке леса, в 1,4 раза.

Наиболее благоприятные лесорастительные условия для произрастания подростка сосны обыкновенной складываются на опушке леса. Однако на длину хвои здесь оказывают влияние дополнительные факторы, такие как конкуренция со стороны живого напочвенного покрова.

Более объективную характеристику об условиях произрастания позволяет получать показатель флуктуирующей асимметрии. Исследования показали, что данный показатель довольно стабилен у подростка, произрастающего на опушке леса, вершине горы и на дне выработанного гранитного карьера (табл. 3).

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что влияние природных и антропогенных факторов проявляется на показателях флуктуирующей асимметрии хвои подростка сосны обыкновенной как текущего, так и прошлого года. Так, величина ИФА варьируется от 0,00008 до 0,0067, т. е. оценка влияния факторов изменяется от нормальной до очень высокой. При этом у хвои текущего (первого) года худшие показатели зафиксированы не у подростка, произрастающего на дне карьерной выемки, а у подростка на вершине горы. Последнее, на наш взгляд, объясняется недостатком влаги на вершине горы с мелкими неполно развитыми почвами на гранитной плите, что наглядно было показано на рис. 1.

Хвоя второго года характеризуется более низкими показателями ИФА. При этом худшие показатели ИФА наблюдаются у хвои подростка, произрастающего на дне карьера, а лучшие – на опушке леса.

Таблица 2

Table 2

Длина хвои у подростка сосны обыкновенной,  
произрастающего в различных условиях  
The length of needles in the undergrowth of the common pine,  
growing in various conditions

Место произрастания Place of growth	Длина хвои по годам, см Length of needles by years, cm	
	Первого года The first year	Второго года Second year
Опушка леса The edge of the forest	6,42 ± 0,08	5,04 ± 0,07
Вершина горы Top of the mountain	4,72 ± 0,03	8,41 ± 0,08
Карьер Quarry	4,05 ± 0,06	6,92 ± 0,13

Таблица 3  
Table 3

Состояние подроста сосны обыкновенной по индексу  
флуктуирующей асимметрии (ИФА)  
The state of the undergrowth of scots pine according to the index  
of fluctuating asymmetry (IFA)

Место произрастания Place of growth	Хвоя первого года Needles of the first year		Хвоя второго года Needles of the second year	
	Величина ИФА The value of the IFA	Оценка влияния фактора Assessment of the influence of the factor	Величина ИФА The value of the IFA	Оценка влияния фактора Assessment of the influence of the factor
Опушка леса The edge of the forest	0,0042	Умеренное Moderate	0,0008	Нормальное Normal
Вершина горы Top of the mountain	0,0067	Очень высокое Very high	0,0048	Умеренное Moderate
Карьер Quarry	0,0058	Высокое High	0,0054	Высокое High

В целом можно отметить, что даже в экстремальных условиях гранитного карьера степень влияния природных и антропогенных факторов не является для подроста сосны обыкновенной критической. Другими словами, сосна обыкновенная является на Урале весьма перспективным видом для создания карбоновых ферм на нарушенных землях, в частности на территории выработанных карьеров добычи гранита. Данная древесная порода в состоянии даже при выращивании на бедных питательными элементами субстратах создавать устойчивые высокопроизводительные насаждения. Последнее подтверждается материалами выполненных нами исследований флуктуирующей асимметрии хвои у подроста, а также данными других авторов, изучавших производительность искусственных сосновых насаждений на нарушенных землях (Залесов и др., 2017а; Рекультивация..., 2018; Zalesov et al., 2020).

### Выводы

1. Депонирование углерода из атмосферного воздуха наиболее эффективно можно производить путем создания карбоновых ферм на нарушенных землях.
2. Учитывая низкую требовательность сосны обыкновенной к плодородию почвы и широкий ареал ее произрастания, следует изучить перспективность использования культур сосны на карбоновых фермах.
3. Анализ показателей длины хвои и флуктуирующей асимметрии показал, что подрост сосны обыкновенной характеризуется высокой устойчивостью и хорошим состоянием в различных лесорастительных условиях и в частности на дне выработанного карьера гранита.
4. Проведенные исследования подтвердили гипотезу о высокой перспективности сосны обыкновенной для создания карбоновых ферм на Урале.

### Список источников

- 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.
- Годовалов Г. А., Залесов С. В., Лежнина Е. Н. Районирование лесов Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2011. № 8 (87). С. 35–36.

- Данчева А. В., Залесов С. В., Назарова В. В. Оценка состояния среды придорожных территорий города Тюмень на основе использования методов биоиндикации // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 240. С. 47–63. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.240.47-63.
- Данчева А. В., Залесов С. В., Попов А. С. Лесной экологический мониторинг. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. 146 с.
- Жилищно-коммунальное хозяйство и качество жизни в XXI веке: экономические модели, новые технологии и практики управления / Л. С. Азаренков, Г. В. Астратова, Я. П. Силин, Г. С. Ахыбаева и др. М. ; Екатеринбург : Науковедение, 2017. 600 с.
- Залесов С. В. Роль болот в депонировании углерода // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 7 (109). Ч. 2. С. 6–9. DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.033.
- 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 : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022. 282 с.
- Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Фролова Е. А. Анализ состояния подроста березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на отвалах месторождений хризотил-асбеста по показателю флуктуирующей асимметрии // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2017а. № 1 (46). С. 71–77.
- Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Залесова Е. С. Естественная рекультивация отвала вскрышных пород и отходов обогащения асбестовых руд // Аграрный вестник Урала. 2017б. № 3 (157). С. 35–38.
- Использование показателя флуктуирующей асимметрии березы повислой для оценки ее состояния / С. В. Залесов, Б. О. Азбаев, Л. А. Белов, Ж. О. Суюндиков, Е. С. Залесова, А. С. Оплетев // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. URL: [www.science-education.ru/119-14518](http://www.science-education.ru/119-14518) (дата обращения: 10.12.2022).
- Качество жизни: проблемы и перспективы XXI века / А. В. Мехренцев, М. И. Хрущева, С. В. Залесов, В. А. Леонгардт и др. Екатеринбург : Стратегия позитива™, 2013. 532 с.
- К вопросу о необходимости уточнения перечня лесных районов Свердловской области / Г. А. Годовалов, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. И. Черных // Леса России и хозяйство в них. 2016. № 3 (58). С. 12–19.
- Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1974. 177 с.
- Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) : утв. распоряжением Росэкологии от 16.10.2003 г. № 460-р. URL: [https:// base.garant.ru/2159808](https://base.garant.ru/2159808) (дата обращения: 10.12.2022).
- Осипенко Р. А., Осипенко А. Е. Флуктуирующая асимметрия хвои сосны обыкновенной как индикатор загрязнения окружающей среды горнодобывающим предприятием // Леса России и хозяйство в них. 2018. № 4. С. 30–37.
- 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.
- Полигон «Урал-Карбон» (Северка) / С. В. Залесов, В. В. Фомин, Е. П. Платонов, Г. А. Годовалов, К. А. Башегуров, П. Н. Сураев // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 3 (78). С. 4–14. DOI: 10.51318/FRET.2021.89.34.001.
- Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, Ю. В. Зарипов, А. С. Оплетев, О. В. Толкач // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 12. С. 63–67.

- Скрипальщицова Л. Н., Стасова В. З. Биоиндикационные показатели стабильности развития насаждений в нарушенных ландшафтах // Сибирский лесной журнал. 2014. № 2. С. 62–72.
- 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 (332). С. 66–73.
- Характеристика древесной и кустарниковой растительности, произрастающей на Исетском гранитном карьере / А. Е. Осипенко, К. А. Башегуров, И. Е. Корчагин, И. А. Панин, Р. А. Осипенко, П. В. Щеплягин, Е. С. Искандерова, В. С. Котова // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 3. С. 39–48.
- Bachurina A. V., Zalesov S. V., Ayan S. Characteristics of plantations on disturbed lands in copper smelting zone in urals, Russia // Forest, 2022. P. 1–9. DOI: 10.5152/forestist.2022.22019.
- 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

- Bachurina A. V., Zalesov S. V., Ayan S. Characteristics of plantations on disturbed lands in copper smelting zone in urals, Russia // Forest, 2022. P. 1–9. DOI: 10.5152/forestist.2022.22019.
- 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.)
- Characteristics of woody and shrubby vegetation growing on the Iset granite quarry / A. E. Osipenko, K. A. Bashegurov, I. E. Korchagin, I. A. Panin, R. A. Osipenko, P. V. Shcheplyagin, E. S. Iskanderova, V. S. Kotova // Forests of Russia and the economy in them. 2022. № 3. P. 39–48. (In Russ.)
- Dancheva A. V., Zalesov S. V., Nazarova V. V. Assessment of the state of the environment of the roadside territories of the city of Tyumen based on the use of bioindication methods // Izvestiya of the St. Petersburg Forestry Academy. 2022. Issue 240. P. 47–63. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.240.47-63. (In Russ.)
- Dancheva A. V., Zalesov S. V., Popov A. S. Forest ecological monitoring. Yekaterinburg : UGLTU, 2023. 146 p. (In Russ.)
- Formation of artificial plantings at the ash dump of Reftinskaya GRES / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. A. Zverev, A. S. Opletaev, A. A. Terin // IVOZ. Forest magazine. 2013. № 2 (332). P. 66–73. (In Russ.)
- Godovalov G. A., Zalesov S. V., Lezhnina E. N. Zoning of forests of the Sverdlovsk region // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. № 8 (87). P. 35–36. (In Russ.)
- Housing and communal services and quality of life in the XXI century: economic models, new technologies and management practices / L. S. Azarenkov, G. V. Astratova, Ya. P. Silin, G. S. Akhybayeva, etc. Moscow, Yekaterinburg : Publishing Center “Science Studies”. 2017. 600 p. (In Russ.)
- Kolesnikov B. P., Zubareva R. S., Smolonogov E. P. Forest growing conditions and types of forests of the Sverdlovsk region. Sverdlovsk : UNC of the USSR Academy of Sciences, 1974. 177 p. (In Russ.)
- Methodological recommendations for assessing the quality of the environment according to the state of living beings (assessment of the stability of living organisms by the level of asymmetry of morphological structures). Approved. By the Order of Rosecology dated 16.10.2003 № 460-R. URL: <http://base.garant.ru/2159808> (accessed: 10.12.2022). (In Russ.)
- On the need to clarify the list of forest areas of the Sverdlovsk region / G. A. Godovalov, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. I. Chermnykh // Forests of Russia and the economy in them. 2016. № 3 (58). P. 12–19. (In Russ.)
- Osipenko R. A., Osipenko A. E. Fluctuating asymmetry of pine needles as an indicator of environmental pollution by a mining enterprise // Forests of Russia and the economy in them. 2018. № 4. P. 30–37. (In Russ.)

- Quality of life: problems and prospects of the XXI century / *A. V. Mehrentsev, M. I. Khrushchev, S. V. Zalesov, V. A. Leonhardt*, etc. Yekaterinburg : Publishing house of the Group of Companies “Strategy positivaTM”, 2013. 532 p. (In Russ.)
- Recultivation of disturbed lands at the tantalum-beryllium deposit / *S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, Yu. V. Zaripov, A. S. Opletaev, O. V. Tolkach* // Ecology and industry of Russia. 2018. Vol. 22. № 12. P. 63–67. (In Russ.)
- Skripalshchikova L. N., Stasova V. Z.* Bioindicational indicators of the stability of the development of plantings in disturbed landscapes // Siberian Forest Journal. 2014. № 2. P. 62–72. (In Russ.)
- The use of the indicator of fluctuating asymmetry of the hanging birch to assess its condition / *S. V. Zalesov, B. O. Azbaev, L. A. Belov, Zh. O. Suyundikov, E. S. Zalesova, A. S. Opletaev* // Modern problems of science and education. 2014. № 5. URL: [www.science-education.ru/119-14518](http://www.science-education.ru/119-14518) (accessed: 10.12.2022). (In Russ.)
- 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* // News of universities. Lesnoy Zhurnal. 2021. № 5. P. 22–33. (In Russ.)
- Ural-Carbon Landfill (Severka) / *S. V. Zalesov, V. V. Fomin, E. P. Platonov, G. A. Godovalov, K. A. Bashegurov, P. N. Suraev* // Forests of Russia and agriculture in them. 2021. № 3 (78). P. 4–14. DOI: 10.51318/FRET.2021.89.34.001. (In Russ.)
- Zalesov S. V.* The role of swamps in hydrocarbon deposition // International Scientific Research Journal. 2021. № 7 (109). Part 2. P. 6–9. DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.033. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Zaripov Yu. V., Frolova E. A.* Analysis of the undergrowth of hanging birch (*Betula pendula* Roth.) on the dumps of chrysotile-asbestos deposits according to the indicator of fluctuating asymmetry // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, 2017. № 1 (46). P. 71–77. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Zaripov Yu. V., Osipenko R. A.* Experience in the forestry direction of recultivation of disturbed lands during the development of clay, chrysotile-asbestos and rare earth ores. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering un-t, 2022. 282 p. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Zaripov Yu. V., Zalesova E. S.* Natural recultivation of the dump of overburden rocks and waste from the enrichment of asbestos ores // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. № 3 (157). P. 35–38. (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

- В. С. Котова* – учащаяся, Уральский лесной колледж  
Уральского государственного лесотехнического университета,  
[Veronikakotova880@gmail.com](mailto:Veronikakotova880@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0001-7342-5577>;
- И. Е. Корчагин* – аспирант,  
[Vankorch92@yandex.ru](mailto:Vankorch92@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0003-1272-8579>;
- Е. П. Розинкина* – аспирант,  
[rozinkinaep@mail.ru](mailto:rozinkinaep@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0002-8000-9122>;
- А. И. Петров* – аспирант,  
[PetrovAI2009@yandex.ru](mailto:PetrovAI2009@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0002-2409-481x>;
- Р. А. Осипенко* – кандидат сельскохозяйственных наук,  
[Osipenkora@m.usfeu.ru](mailto:Osipenkora@m.usfeu.ru), <http://orcid.org/0000-0003-3359-3079>;
- Г. А. Годовалов* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
[Godovalovga@m.usfeu.ru](mailto:Godovalovga@m.usfeu.ru), <http://orcid.org/0000-0002-2309-2302>.

### *Information about the authors*

*V. S. Kotova – student, Ural Forestry College of the Ural State Forest Engineering University,  
Veronikakotova880@gmail.com , <http://orcid.org/0000-0001-7342-5577>;*

*I. E. Korchagin – Postgraduate student,  
Vankorch92@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1272-8579>;*

*E. P. Rozinkina – Postgraduate student,  
rozinkinaep@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8000-9122>;*

*A. I. Petrov – Postgraduate student,  
PetrovAI2009@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2409-481x>;*

*R. A. Osipenko – Candidate of Agricultural Sciences,  
Osipenkora@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3359-3079>;*

*G. A. Godovalov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
Godovalovga@m.usfeu.ru , [http://orcid.org / 0000-0002-2309-2302](http://orcid.org/0000-0002-2309-2302).*

*Статья поступила в редакцию 17.04.2023; принята к публикации 20.05.2023.*

*The article was submitted 17.04.2023; accepted for publication 20.05.2023.*

---

---