

Научная статья  
УДК 630.568

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕПЕННЫХ (АЛЛОМЕТРИЧЕСКИХ) ФУНКЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТРУКТУРНЫХ ЧАСТЕЙ ФИТОМАССЫ СОСНЫ СИБИРСКОЙ (*PINUS SIBIRICA DU TOUR*) НА ВЕРХНЕМ ПРЕДЕЛЕ ПРОИЗРОСТАНИЯ ГОРНОГО ХРЕБТА КУТУРЧИНСКОГО БЕЛОГОРЬЯ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)**

**Павел Александрович Моисеев<sup>1</sup>, Ольга Алексеевна Громова<sup>2</sup>,  
Антон Максимович Громов<sup>3</sup>**

<sup>1-3</sup> Институт экологии растений и животных Уральского отделения  
Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

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

<sup>1</sup> moiseev@ipae.uran.ru

<sup>2</sup> gromova\_oa@ipae.uran.ru

<sup>3</sup> heytonny@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования зависимостей степенных (аллометрических) функций при изучении фитомассы сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в пределах высотной поясности хребта Кутурчинского Белогорья в Красноярском крае. Разработанные уравнения рекомендуется применять для определения запасов фитомассы древостоев.

**Ключевые слова:** фракция фитомассы, Сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), структурная часть, Восточный Саян, степенное (аллометрическое) уровнение

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке гранта РНФ 24-14-00206.

**Для цитирования:** Моисеев П. А., Громова О. А., Громов А. М. Использование степенных (аллометрических) функций при изучении структурных частей фитомассы сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) на верхнем пределе произрастания горного хребта Кутурчинского Белогорья (Красноярский край) // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVII Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 124–128.

Original article

**USING POWER (ALLOMETRIC) FUNCTIONS IN THE INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL PARTS OF THE PHYTOMASS OF THE SIBERIAN PINE (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) AT THE UPPER GROWTH LIMIT IN THE KUTURCHINSKY BELOGORIE MOUNTAIN RIDGE (KRASNOYARSKY REGION)**

**Pavel A. Moiseev<sup>1</sup>, Olga A. Gromova<sup>2</sup>, Anton M. Gromov<sup>3</sup>**

<sup>1-3</sup> Institute of Plant and Animal Ecology Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.

<sup>2,3</sup> Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia.

<sup>1</sup> moiseev@ipae.uran.ru

<sup>2</sup> gromova\_oa@ipae.uran.ru

<sup>3</sup> heytonny@yandex.ru

**Abstract.** The article presents the results of a research of the dependences of polyomial (allometric) functions relationships for the phytomass of Siberian Pine (*Pinus sibirica* Du Tour) within the altitude zone of the Kuturchinsky Belogorie ridge in the Krasnoyarsk region. The developed equations are recommended to be used to determine the phytomass reserves of forest stands.

**Keywords:** phytomass fraction, Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour), structural component, Eastern Sayan, polyomial (allometric) equation

**Acknowledgments:** the work was supported by the grant of the Russian Science Foundation 24-14-00206.

**For citation:** Moiseev P. A., Gromova O. A., Gromov A. M. (2026) Ispol'zovanie stepennykh (allometricheskikh) funktsij pri izuchenii strukturnykh chastej fitomassy (*Pinus sibirica* Du Tour) na verxnem predele proizrastaniya gornogo xrebtu Kuturchinskogo Belogor'ya (Krasnoyarskij kraj) [Using power (allometric) functions in the investigation of the structural parts of phytomass (*Pinus sibirica* Du Tour) at the upper limit of growth in the Kuturchinsky Belogorye mountain ridge (Krasnoyarsk region)]. *Effektivnyi otvet na sovremennye vyzovy s uchetom vzaimodeistviya cheloveka i prirody, cheloveka i tekhnologii* [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : materials of the XVII International Scientific and Technical Conference]. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 124–128. (In Russ).

Лес – географический феномен. Географическая природа леса проявляется в его глобальном разнообразии. Это разнообразие в видовом составе, хозяйственных показателях и экологических функциях обусловлено различиями в условиях произрастания. В условиях глобального

изменения климата появился растущий интерес исследователей к оценке реакции лесов на данный феномен. Особый интерес сосредоточен на экосистемах высоких широт и высокогорий, поскольку именно они выступают индикаторами климатических изменений.

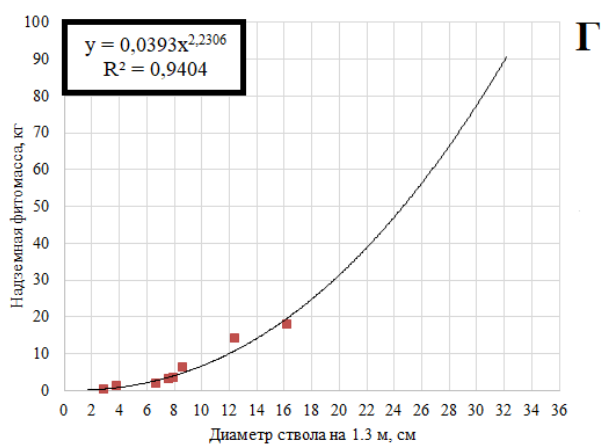
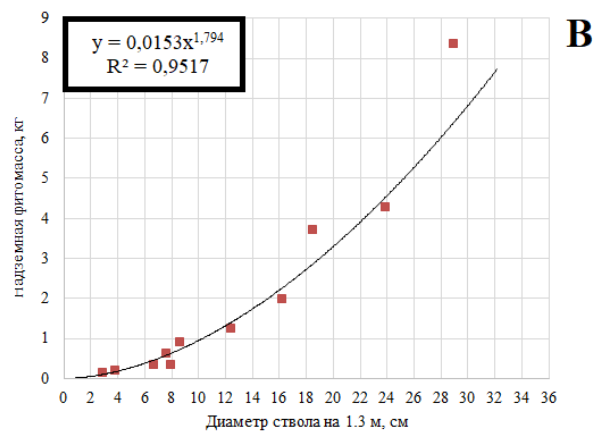
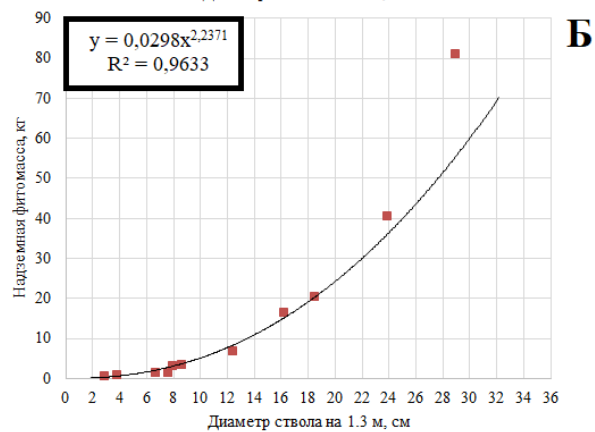
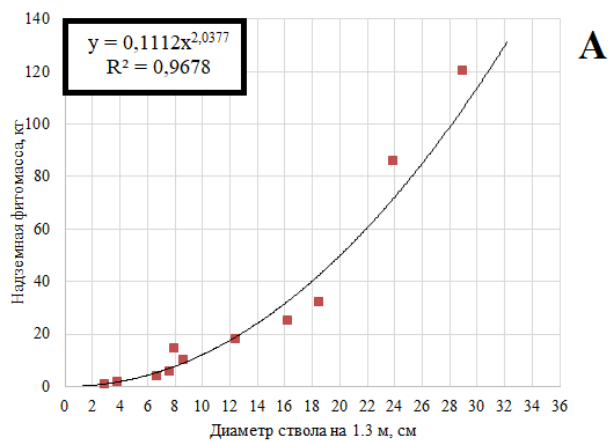
Целью исследования является оценка особенностей формирования фитомассы деревьев сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) на основе изучения характера зависимости отдельных ее фракций от диаметра на высоте груди путем расчета графических функций, и дальнейший перевод на площадные характеристики.

Район исследований находится в пределах Алтае-Саянского горно-таежного района. Гора Баян ( $54^{\circ}42'22''\text{С.Ш.}$   $94^{\circ}36'17''\text{В.Д.}$ ) входит в горный хребет Кутурчинское Белогорье, протяженность которого составляет 80 км. Высота над уровнем моря – 1850 м [1].

В рамках экспедиции 2024 г. на северном и южном склонах были заложены высотные профили. По методологически-обоснованной методике закладки пробных площадей по высотным уровням оба склона были забиты на высотные уровни. Тем самым было зафиксировано два профиля. На каждом уровне закладывались круговые пробные площади, которые в последующем были описаны традиционными таксационными методиками. Фитомасса деревьев по фракциям устанавливалась в соответствии с требованиями известных методических указаний [2].

Основным требованием к факторам для изучения фитомассы древостоев является сочетание простоты их измерения в полевых условиях и высокой точности. Наиболее точно этим критериям отвечают два морфометрических показателя: диаметр на высоте груди и высота дерева. По этой причине данные показатели, как по отдельности, так и в виде комбинированного показателя  $D^2H$ , стали стандартом в подобных исследованиях [3].

Графики показывают, что по мере увеличения диаметра на высоте груди происходит закономерное увеличение фитомассы. Данные функции являются основополагающими переменными для изучения формирования древостоя. Именно степенные (аллометрические) функции наиболее подходят для математического статистического описания (рисунок).



Зависимости фракций деревьев от их диаметра: *А* – массы стволов, *Б* – массы ветвей, *В* – массы хвои, *Г* – массы корней

Полученные графики еще раз подтверждают нелинейную зависимость показателей. Высокие коэффициенты детерминации подтверждают правильность подбора степенной (аллометрической) функции. На всех представленных графиках характер рассеивания точек нивелируется их постепенным выравниванием. Это объясняется правильностью проведения эксперимента путем точного соблюдения методики сбора научного материала. Стоит отметить, что путем логарифмирования аллометрической функции ее можно привести к линейному виду.

#### *Список источников*

1. Громов А. М., Балакин Д. С., Моисеев П. А. Фитомасса древостоев на верхнем пределе их произрастания на хребте Кутурчинское Белогорье (Восточный Саян) // Труды Тигирекского заповедника. 2025. Т. 1, № S1. С. 31–32.

2. Пулы углерода в экосистемах верхней границы леса в России / П. А. Моисеев, А. А. Григорьев, И. Н. Коркина [и др.] // Горные экосистемы и их компоненты : материалы IX Всероссийской конференции с международным участием. Нальчик : Институт экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, 2024. С. 10–11.

3. Нагимов З. Я. Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев : дис. ... д-ра с.-х. наук / Нагимов Зуфар Ягфарович. Екатеринбург : УГЛТА, 2000. 577 с.

#### *References*

1. Gromov A. M., Balakin D. S., Moiseev P. A. Phytomass of forest stands at the upper limit of their growth on the Kuturchinskoe Belogorye ridge (Eastern Sayan) // Proceedings of the Tigirek Reserve. 2025. Vol. 1, No. S1. P. 31–32.

2. Carbon pools in ecosystems of the upper forest boundary in Russia / P. A. Moiseev, A. A. Grigoriev, I. N. Korkina [et al.] // Mountain ecosystems and their components : Proceedings of the IX All-Russian Conference with international. Nalchik : Tembotov Institute of Ecology of Mountainous Territories of the Russian Academy of Sciences, 2024. P. 10–11.

3. Nagimov Z. Ya. Patterns of growth and formation of aboveground phytomass of pine stands : dissertation ... Doctor of Agricultural Sciences / Nagimov Zufar Yagfarovich. Ekaterinburg, 2000. 577 p.