

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,  
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ / FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,  
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.95>

РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗАДЕРЖАНИИ ЖИДКИХ ОСАДКОВ

Научная статья

Роговский С.В.<sup>1</sup>, Калачев А.А.<sup>2</sup>, Залесов С.В.<sup>3</sup>\*

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-4444-0193;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0003-3779-410X;

<sup>1</sup> Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Букейхана, Щучинск, Казахстан

<sup>2</sup> Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства им. Букейна, Ридер, Казахстан

<sup>3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Российская Федерация

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

**Аннотация**

Предпринята попытка исследования доли перехвата жидких осадков древесно-кустарниковой и травянистой растительностью в насаждениях различных формаций и кустарниковых зарослях. Исследования проводились на территории Журавлихинского лесничества коммунального государственного учреждения «Ридерское лесное хозяйство» (Рудный Алтай, Республика Казахстан). Работы проводились в березняках, осинниках, пихтарниках и в зарослях акации желтой (караганы древовидной) с 18.08.2022 по 31.08.2023 гг.

В процессе исследований установлено количество осадков с использованием осадкомера Третьякова и их доля, поступившая на поверхность почвы. Разница указанных показателей характеризует долю осадков, задержанных древесной и травянистой растительностью.

Исследованиями установлено, что максимальное количество жидких осадков задерживается растительностью в осинниках – 32,4%. В березняках, пихтарниках и зарослях акации желтой доля задержанных древесно-кустарниковой и травянистой растительностью составила 26,1, 18,6, 16,8%. Таким образом, производные мягколиственные насаждения задерживают большее количество жидких осадков по сравнению с коренными пихтовыми насаждениями.

**Ключевые слова:** Рудный Алтай, лесные насаждения, жидкие осадки, проницаемость крон, водный баланс.

THE ROLE OF VEGETATION IN THE REDISTRIBUTION OF LIQUID PRECIPITATION

Research article

Rogovskii S.V.<sup>1</sup>, Kalachev A.A.<sup>2</sup>, Zalesov S.V.<sup>3</sup>\*

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-4444-0193;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0003-3779-410X;

<sup>1</sup> Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry named after Bukeikhan, Shuchinsk, Kazakhstan

<sup>2</sup> Bukeyna Kazakh Research Institute of Forestry, Reader, Kazakhstan

<sup>3</sup> Ural State Forestry Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation

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

**Abstract**

An attempt was made to study the proportion of interception of liquid precipitation by woody, shrubby and herbaceous vegetation in plantation of various formations and shrub thickets. The studies were carried out on the territory of Zhuravlykhinsky forestry of the municipal state institution "Reder Forestry" (Rudny Altai, Republic of Kazakhstan). The work was carried out in birch forests, aspen forests, fir forests and in thickets of yellow acacia (tree like caragana trees) from 18.08.2022 to 31.08.2023.

During the research, the amount of precipitation was determined using a Tretyakov precipitation gauge and the proportion of precipitation that reached the soil surface. The difference between the named indicators characterizes the proportion of sediments retained by woody and herbaceous vegetation.

Research has that the maximum amount of liquid precipitations is retained by vegetation in aspen forests – 32.4%. In shrubs and thickets of yellow acacia, the proportion of retained by woody shrub and herbaceous vegetation amounted to 26.1, 18.6, 16.8%. Thus, derivative softwood stands retain a greater amount of liquid precipitation compared to native fir stands.

**Keywords:** Rudny Altai, forest plantation, liquid precipitation, crown permeability, water balance.

**Введение**

Одной из проблем современности является недостаток пресной воды. Огромны потребности в пресной воде для сельского хозяйства и промышленности. Известно [1], что для производства 1 т хлопчатобумажной ткани требуется 6, стали – 18, сахара – 600, алюминия – 1500, синтетического каучука – 3000 м<sup>3</sup> пресной воды. Особенно остро стоит проблема недостатка пресной воды в южных районах.

В связи с наблюдающимися изменениями климата [2], [3] отмечается повышение температуры воздуха, уменьшение количества осадков и увеличение скорости ветра во многих регионах планеты, то есть отмечается аридизация климата. Известно [4], [5], что леса оказывают существенное влияние на поступление и

перераспределение осадков. Особенно велика роль лесной растительности в переводе поверхностного стока во внутритпочвенный. Последнее обеспечивает постоянство воды в реках и других водных объектах, минимизирует опасность паводков, загрязнения и заиления водных объектов.

Не случайно уже многие годы изучается роль лесов в перераспределении зимних осадков [6], [7], [8], [9]. При этом влиянию леса на перераспределение жидких осадков в научной литературе уделено значительно меньшее внимание. Однако ливневые осадки на незащищенных лесной растительностью участках почвы приводят к ее эрозии, что особенно наглядно проявляется в горной местности с мелкими неполноразвитыми почвами. Древесная и травянистая растительность скрепляет почву своими корнями, предотвращая ее размывание. Кроме того, часть осадков перехватывается кронами. Таким образом, данные о перехвате осадков пологом древостоя и нижними ярусами растительности имеют важное значение при оценке обеспеченности влагой растений и составлении водного баланса. При этом большинство авторов отмечает, что наибольшее количество осадков перехватывается темнохвойными насаждениями, а доля осадков, перехватываемых лиственными насаждениями, значительно ниже [10], [11].

Ограниченность данных о перехвате растительностью жидких осадков в условиях Рудного Алтая предопределила направление наших исследований.

### Цель, объекты и методики исследований

Цель работы – установление количественных показателей перехвата жидких осадков в насаждениях березы, осины, пихты и зарослях акации желтой (караганы древовидной) на территории Рудного Алтая.

Исследования проводились на территории Журавлихинского лесничества коммунального государственного учреждения «Ридерское лесное хозяйство» (Рудный Алтай, Республика Казахстан).

Климат Рудного Алтая резко континентальный, с большой амплитудой суточных, сезонных и среднегодовых колебаний температуры воздуха. Распределение осадков крайне неравномерное и зависит во многом от расположения хребтов относительно западных воздушных масс, откуда поступает влага. Среднегодовое количество осадков варьируется от 1000 до 1200 мм на низкогорных участках, увеличиваясь до 2200 мм в районе Ивановского хребта. Указанное количество осадков объясняет опасность эрозионных процессов, особенно с учетом горного рельефа местности.

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), заложенных в соответствии с требованиями апробированных методик [12], [13]. Насаждения, в которых заложены ПП, находятся в непосредственной близости друг от друга на склонах западной экспозиции крутизной 20–25°. Одна ПП заложена в коренном пихтовом насаждении, а остальные в производном березняке, осиннике и кустарниковых зарослях из акации желтой или караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lom.).

На каждой ПП, помимо определения основных таксационных показателей, устанавливался осадкомер Третьякова на участках, не перекрытых кронами деревьев, для анализа общего объема поступающих осадков. Для определения перехвата осадков кронами древостоя и нижними ярусами растительности. Кроме того, на каждой ПП устанавливалось по 20 осадкомеров «Давитая» на поверхности почвы под травянистой растительностью. Из-за ограниченности осадкомеров «Давитая» вместо них в ряде случаев использовались осадкомерные емкости с известной площадью поверхности. В нашем случае при отклонении площади поверхности мерной емкости от площади осадкомера «Давитая» производился перерасчет с приведением площади мерных емкостей до стандартных размеров 86 см<sup>2</sup>.

Полученные данные о поступлении осадков к кронам деревьев и к поверхности почвы пересчитывались на 1 га. При этом разница указанных показателей является объемом жидких осадков, перехваченных растительными компонентами исследуемых насаждений.

Исследования проводились в период с 18.08.2022 по 31.08.2023 гг.

### Основные результаты

В соответствии с программой работ и методиками исследований на подобранных участках были заложены ПП. Основные таксационные показатели древостоев ПП приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Таксационные показатели древостоев ПП

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.95.1>

№ ПП	Соста в древос тая*	Средние			Густо та, шт./га	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га		Класс бонит ета
		возрас т, лет	высот а, м	диаме тр, см		абсол ютная , м <sup>2</sup> /га	относ итель ная	общий	в т.ч. сухост ой	
Березовое насаждение										
1	10Б	41	15,6	14,9	1111	24,18	1,09	180	0	I
Осиновое насаждение										
2	10Ос	60	22,9	22,0	669	27,11	0,81	281	6	-
	+Б	59	21,6	27,3	25	1,51	0,05	15	0	-
	Итого	60	22,9	-	694	28,62	0,86	296	6	I
Пихтовое насаждение										
3	8П	80	17,3	20,7	427	16,57	0,72	135	19	-

	2Б	80	18,0	36,8	35	4,15	0,17	35	0	-
	Итого	80	17,4	-	462	20,72	0,89	170	19	III
Кустарниковые заросли										
4	8Аж	15	2,0	2	-	-	0,4	3	0	-
	2Спер	15	1,0	2	-	-	0,1	1	0	-
	Итого	15	-	-	-	-	0,5	4	0	V

Примечание: \* Б – береза; Ос – осина; П – пихта; Аж – акация желтая (карагана древовидная); Спер – спирея средняя

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что производные насаждения березы и осины, сформировавшиеся после сплошнолесосечных рубок в насаждениях пихты сибирской (*Alies sibirica* Ledeb.), травяно-папоротникового типа леса. При этом запас производных насаждений превосходит таковой в пихтовом насаждении, несмотря на более высокий возраст древостоя последнего.

Данные о количестве осадков, задерживаемых компонентами лесных насаждений разного породного состава в Рудном Алтае, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Задержание жидких осадков древесно-кустарниковой и травянистой растительности

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.147.95.2>

Дата наблюдения	Фоновые осадки, мм (данные метеостанции)	Осадки в насаждениях (по данным осадкомера Третьякова)		Проникновение осадков под полог древостоя и травянистого покрова		Задержание осадков растительным покровом	
		мм	%	мм	%	мм	%
Березняк (ПП-1)							
18.08.2022	5,0	5,8	100	3,7	63,8	2,1	36,2
21.06.2023	9,0	9,9	100	8,6	86,9	1,3	13,1
26.06.2023	9,0	10,4	100	7,8	75,0	2,6	25,0
30.06.2023	7,0	6,7	100	5,0	74,6	1,7	25,4
10.07.2023	13,0	16,8	100	11,2	66,7	5,6	33,3
24.07.2023	12,7	15,3	100	9,8	64,1	5,5	35,9
11.08.2023	6,0	21,2	100	17,5	82,5	3,7	17,5
14.08.2023	17,0	42,1	100	31,4	74,6	10,7	25,4
18.08.2023	10,6	20,3	100	14,8	72,9	5,5	27,1
31.08.2023	6,7	6,6	100	4,8	72,7	1,8	27,3
Осинники (ПП-2)							
18.08.2022	5,0	5,8	100	3,5	60,3	2,3	39,7
21.06.2023	9,0	10,7	100	7,3	68,2	3,4	31,8
26.06.2023	9,0	10,6	100	6,6	62,3	4,0	37,7
30.06.2023	7,0	6,1	100	4,9	80,3	1,2	19,7
10.07.2023	13,0	14,7	100	9,3	63,3	5,4	36,7

3							
24.07.2023	12,7	14,9	100	9,2	61,7	5,7	38,3
11.08.2023	6,0	20,2	100	14,6	72,3	5,6	27,7
14.08.2023	17,0	39,9	100	27,6	69,2	12,3	30,8
18.08.2023	10,6	19,9	100	13,5	67,8	6,4	32,2
31.08.2023	6,7	6,6	100	4,5	68,2	2,1	31,8
Пихтарник (ПП-3)							
18.08.2022	5,0	5,6	100	3,4	60,7	2,2	39,3
21.06.2023	9,0	10,8	100	8,7	80,6	2,1	19,4
26.06.2023	9,0	10,9	100	8,9	81,7	2,0	18,3
30.06.2023	7,0	5,9	100	5,0	84,7	0,9	15,3
10.07.2023	13,0	14,1	100	11,8	83,7	2,3	16,3
24.07.2023	12,7	16,1	100	12,5	77,6	3,6	22,4
11.08.2023	6,0	18,7	100	17,1	91,4	1,6	8,6
14.08.2023	17,0	40,9	100	32,8	80,2	8,1	19,8
18.08.2023	10,6	20,2	100	15,8	78,2	4,4	21,8
31.08.2023	6,7	7,0	100	6,3	90,0	0,7	10,0
Заросли акации желтой (караганы древовидной) (ПП-4)							
18.08.2022	5,0	5,7	100	4,7	82,5	1,0	17,5
21.06.2023	9,0	12,0	100	11,7	97,5	0,3	2,5
26.06.2023	9,0	10,9	100	10,6	97,2	0,3	2,8
30.06.2023	7,0	7,3	100	6,9	94,5	0,4	5,5
10.07.2023	13,0	14,4	100	10,7	74,3	3,7	25,7
24.07.2023	12,7	16,0	100	13,9	86,9	2,1	13,1
11.08.2023	6,0	20,3	100	19,5	96,1	0,8	3,9
14.08.2023	17,0	38,8	100	28,9	74,5	9,9	25,5
18.08.2023	10,6	19,7	100	14,5	73,6	5,2	26,4
31.08.2023	6,7	5,7	100	4,0	70,2	1,7	29,8

Материалы таблицы 2 свидетельствуют, что количество осадков, выпадавших на ПП, существенно отличается от такового, зафиксированного на ближайшей метеостанции. Так, если на метеостанции 14.08.2023 г. выпало 17 мм осадков, то в березовом насаждении их выпало 42,1 мм или 2,5 раза больше.

Доля задерживаемых кронами деревьев и нижними ярусами растительности жидких осадков в березниках варьируется от 13,1 до 36,2%, в осинниках от 19,7 до 39,7%, в пихтарниках от 8,6 до 39,3% и в кустарниковых зарослях от 2,5 до 29,8%. Количество задерживаемых растительностью осадков зависит от их количества, точнее от интенсивности выпадения и ветра. Так, при количестве выпавших осадков 5,8 мм их перехват растительностью в березниках, осинниках и пихтарниках является максимальным.

Интересные данные получены при установлении доли задержанных растительностью жидких осадков в среднем за все дни наблюдений. Установлено, что в березовых насаждениях древостой, подрост, подлесок и живой напочвенный покров перехватывают в среднем 26,1% выпадающих осадков. В осинниках перехват осадков составляет 32,4%, в пихтарнике – 18,6%, а в кустарниковых зарослях – 16,8%. При этом полученные нами данные противоречат результатам исследований многих авторов о том, что темнохвойные насаждения перехватывают больше осадков, чем производные мягколиственные. Анализ литературных данных о перехвате осадков различными видами древесных пород показал, что данные приводятся в целом за год. Наши данные приводятся за летний период, когда лиственные породы перехватывают листвой и испаряют со своей поверхности больше осадков, чем пихтовые насаждения с примесью березы.

В зимний период, из-за отсутствия листвы, снега в березовых и осиновых насаждениях выпадает на поверхность почвы больше, чем в пихтарниках, однако, весной он тает значительно быстрее в лиственных насаждениях и талая вода уходит поверхностным стоком, создавая опасность эрозии почвы.

При этом в летний период картина с проникновением осадков под полог древостоя и к поверхности почвы меняется. Если учесть, что задержание осадков пологом древостоя и другими растительными компонентами древостоя является непродуктивной статьей расходов воды, то есть расходуется на смачивание растений и испарение в атмосферу, то можно сделать вывод о перспективности выращивания коренных пихтовых насаждений в водоохраных лесах.

Кустарниковые заросли перехватывают осадков в 1,9 раза меньше, чем осинники. Однако при этом они практически не продуцируют древесину и нуждаются в замене на коренные пихтовые насаждения [14].

### Заключение

1. Важная гидрологическая роль лесных насаждений вызывает необходимость формирования состава древостоя, направленного на максимальный перевод поверхностного стока во внутриводосборный.

2. Одной из непродуктивных статей водного баланса является перехват жидких осадков кронами деревьев и нижними ярусами растительности.

3. В условиях Рудного Алтая коренные пихтовые насаждения в 80-летнем возрасте перехватывают жидких осадков в 1,7 раза меньше, чем 60-летние производные осинники и в 1,5 раза меньше, чем производные 40-летние березняки.

4. С целью повышения гидрологической роли лесов в условиях Рудного Алтая необходимо увеличивать долю коренных пихтовых насаждений в лесном фонде за счет кустарниковых зарослей, а также производных осинников и березняков.

5. Кустарниковые заросли характеризуются минимальными показателями перехватываемых жидких осадков, но при этом они практически не продуцируют древесину.

### 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. Хайретдинов А.Ф. Введение в лесоводство / А.Ф. Хайретдинов, С.В. Залесов. — Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. — С. 202.

2. Лескинен П. Леса России и изменение климата / П. Лескинен, М. Линднер, П.И. Веркерк [и др.] // Что нам может сказать наука? — 2020. — № 11. — С. 140.

3. Ерицов А.М. Особенности пожароопасного сезона 2022 года в Курганской области / А.М. Ерицов, И.М. Секерин, А.А. Кректунов [и др.] // Лесной вестник. — 2023. — Т. 27. — № 4. — С. 73-80. — DOI: 10.18698/2542.1468.2023.4.73.80.

4. Молчанов А.А. Влияние леса на окружающую среду / А.А. Молчанов. — М., 1973. — С. 359.

5. Луганский Н.А. Лесоведение / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский. — Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. — С. 432.

6. Данилик В.Н. Повышение водоохранно-защитной роли насаждений путем рационального размещения хвойных и лиственных пород / В.Н. Данилик // Леса Урала и хозяйство в них. — Свердловск, 1978. — Вып. 2. — С. 23-31.

7. Блинцов И.К. Влияние сосновых, еловых и черноольховых насаждений на формирование снежного покрова / И.К. Блинцов, М.В. Кудин, В.М. Натаров // Лесной журнал. — 1987. — № 2. — С. 15-18.

8. Белов Л.А. Влияние состава древостоев на накопление снега в условиях подзоны южной тайги Урала / Л.А. Белов, М.В. Воробьева, С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — № 7 (109). — Ч. 1. — С. 128-131. — DOI: 10.23670/IRJ. 2021.109.7.021.

9. Толкач О.В. Снегонакопление под пологом леса на Среднем Урале / О.В. Толкач, С.В. Залесов // География и природные ресурсы. — 2020. — № 1 (160). — С. 106-112. — DOI: 10.21782/GIPR0206.1619.2020.1.
10. Лебедев А.В. Гидрологическая роль горных лесов Сибири / А.В. Лебедев. — Новосибирск: Наука. — 1982.
11. Рубцов М.В. Водорегулирующая роль таежных лесов / М.В. Рубцов, А.А. Дерюгин. — М., 1990. — С. 223.
12. Бунькова Н.П. Основы фитомониторинга / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.С. Залесова [и др.]. — Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. — С. 90.
13. Данчева А.В. Лесной экологический мониторинг / А.В. Данчева, С.В. Залесов, А.С. Попов. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2023. — С. 146.
14. Калачев А.А. Пихтовые леса Юго-Западного Алтая и их рациональное использование / А.А. Калачев. — Алматы: Арыс, 2020. — С. 212.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Khayretdinov A.F. Vvedenie v lesovodstvo [Introduction to forestry] / A.F. Khayretdinov, S.V. Zalesov. — Ekaterinburg: Ural. state forestry engineering univ, 2011. — P. 202. [in Russian]
2. Leskinen P. Lesa Rossii i izmenenie klimata [Russian Forests and Climate Change] / P. Leskinen, M. Lindner, P.I. Verkerk [et al.] // Chto nam mozhet skazat' nauka? [What Can Science Tell Us?]. — 2020. — № 11. — P. 140. [in Russian]
3. Eritsov A.M. Osobennosti pozharoопасного сезона 2022 goda v Kurganskoj oblasti [Features of the 2022 fire season in the Kurgan region] / A.M. Eritsov, I.M. Sekerin, A.A. Krekturnov [et al.] // Lesnoj vestnik [Lesnoy Vestnik]. — 2023. — Vol. 27. — № 4. — P. 73-80. — DOI: 10.18698/2542.1468.2023.4.73.80. [in Russian]
4. Molchanov A.A. Vlijanie lesa na okruzhajushhuyu sredu [The influence of forests on the environment] / A.A. Molchanov. — M., 1973. — P. 359. [in Russian]
5. Lugansky N.A. Lesovedenie [Forestry] / N.A. Lugansky, S.V. Zalesov, V.N. Lugansky. — Ekaterinburg: Ural. state forestry university, 2010. — P. 432. [in Russian]
6. Danilik V.N. Povyshenie vodoohranno-zashhitnoj roli nasazhdenij putem racional'nogo razmeshhenija hvoynyh i listvennyh porod [Increasing the water-protective role of plantations through rational placement of coniferous and deciduous species] / V.N. Danilik // Lesa Urala i hozjajstvo v nih [Ural forests and their management]. — Sverdlovsk, 1978. — Iss. 2. — P. 23-31. [in Russian]
7. Blintsov I.K. Vlijanie sosnovyh, elovyh i chernool'hovyh nasazhdenij na formirovanie snezhnogo pokrova [The influence of pine, spruce and black alder plantations on the formation of snow cover] / I.K. Blintsov, M.V. Kudin, V.M. Natarov // Lesnoj zhurnal [Forestry Journal]. — 1987. — No. 2. — P. 15-18. [in Russian]
8. Belov L.A. Vlijanie sostava drevostoev na nakoplenie snega v uslovijah podzony juzhnoj tajgi Urala [Influence of tree stand composition on snow accumulation in the conditions of the southern taiga subzone of the Urals] / L.A. Belov, M.V. Vorobyova, S.V. Zalesov // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2021. — № 7 (109). — Pt. 1. — P. 128-131. — DOI: 10.23670/IRJ. 2021.109.7.021. [in Russian]
9. Tolkach O.V. Snegonakoplenie pod pologom lesa na Srednem Urale [Snow accumulation under the forest canopy in the Middle Urals] / O.V. Tolkach, S.V. Zalesov // Geografija i prirodnye resursy [Geography and natural resources]. — 2020. — № 1 (160). — P. 106-112. — DOI: 10.21782/GIPR0206.1619.2020.1. [in Russian]
10. Lebedev A.V. Gidrologicheskaja rol' gornyh lesov Sibiri [Hydrological role of mountain forests of Siberia] / A.V. Lebedev. — Novosibirsk: Nauka. — 1982. [in Russian]
11. Rubtsov M.V. Vodoregulirujushhaja rol' taezhnyh lesov [Water-regulating role of taiga forests] / M.V. Rubtsov, A.A. Deryugin. — M., 1990. — P. 223. [in Russian]
12. Bunkova N.P. Osnovy fitomonitoringa [Fundamentals of phytomonitoring] / N.P. Bunkova, S.V. Zalesov, E.S. Zalesova [et al.]. — Ekaterinburg: Ural. state forestry engineering univ., 2020. — P. 90. [in Russian]
13. Dancheva A.V. Lesnoj jekologicheskij monitoring [Forest environmental monitoring] / A.V. Dancheva, S.V. Zalesov, A.S. Popov. — Ekaterinburg: USLTU, 2023. — P. 146. [in Russian]
14. Kalachev A.A. Pihovyye lesa Jugo-Zapadnogo Altaja i ih racional'noe ispol'zovanie [Fir forests of Southwestern Altai and their rational use] / A.A. Kalachev. — Алматы: Арыс, 2020. — P. 212. [in Russian]