

Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 48–56
Forests of Russia and economy in them. 2022. № 1. P. 48–56

Научная статья

УДК 630*43:630*182.47

Doi: 10.51318/FRET.2021.93.92.005

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЗАПАСЫ ФИТОМАССЫ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СОСНЯКАХ ЛИШАЙНИКОВЫХ ХМАО – ЮГРЫ

Зуфар Ягфарович Нагимов¹, Ирина Николаевна Артемьева²,
Ирина Владимировна Шевелина³, Валерий Зуфарович Нагимов⁴

^{1,2,3,4} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ nagimovzy@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6853-2375>

² artemyevain@m.usfeu.ru@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7487-2421>

³ shevelinaiv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-0027-3446>

⁴ nagimovvz@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0586-3919>

Аннотация. С использованием метода пробных площадей проведена оценка особенностей формирования и накопления фитомассы живого напочвенного покрова (ЖНП) в северо-таежных сосняках лишайниковых Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югры). Установлено, что в исследуемых сосняках формируется ЖНП с весьма ограниченным количеством видов. В составе ЖНП встречаются 9 видов лишайников, 2 вида мхов и 3 полукустарничка. Количество видов ЖНП и их соотношения в насаждениях определяются стадией восстановительной сукцессии. В формировании фитомассы ЖНП основную роль играют лишайники. Их доля в абсолютно сухом состоянии в среднем составляет 89,8 %. Второе место по запасам занимают кустарнички (8,3 %), третье – мхи (1,9 %). Наиболее существенными факторами, определяющими накопление фитомассы ЖНП, являются полнота древостоев и продолжительность сукцессионного периода. Эти показатели корректно включаются в уравнение множественной регрессии и вместе объясняют 69,2 % варьирования фитомассы ЖНП. В исследуемых сосняках при изменении полноты от 0,3 до 1,0 и продолжительности сукцессионного периода от 20 до 100 лет фитомасса ЖНП варьирует от 1,186 до 10,756 т/га. Она закономерно возрастает при одинаковых значениях полноты с увеличением сукцессионного периода, а при одинаковой длительности сукцессионного периода – с уменьшением полноты. В статье приведены уравнения и таблицы, показывающие изменение фитомассы ЖНП в зависимости от продолжительности сукцессионного периода и полноты древостоев. Они могут быть использованы в качестве нормативов при оценке запасов фитомассы ЖНП.

Ключевые слова: сосняк лишайниковый, живой напочвенный покров, фитомасса, сукцессионный период, полнота древостоев

Scientific article

SPECIES COMPOSITION AND RESERVES OF PHYTOMASS OF LIVE GROUND COVER IN LICHEN PINE FORESTS OF KHMAO – YUGRA

Zufar Ya. Nagimov¹, Irina N. Shevelina², Irina V. Shevelina³, Zufar Z. Nagimov⁴

^{1,2,3,4} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ nagimovzy@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6853-2375>

² artemyevain@m.usfeu.ru@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7487-2421>

³ shevelinaiv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-0027-3446>

⁴ nagimovvz@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0586-3919>

Abstract. Using the method of trial areas, an assessment of the features of the formation and accumulation of phytomass of live ground cover (LGC) in the north taiga lichen pine forests of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra (KhMAO – Yugra) was carried out. It has been established that in the studied pine forests, the LGC is formed with a very limited number of species. There are 9 types of lichens, 2 types of mosses and 3 semi-shrubs in the composition of the LGC. The number of types of LGC and their correlations in plantings are determined by the stage of restorative succession. Lichens play the main role in the formation of the phytomass of the LGC. Their share in the absolutely dry state averages 89,8%. The second place in reserves is occupied by shrubs (8,3 %), the third – mosses (1,9 %). The most significant factors determining the accumulation of phytomass of LGC are the completeness of stands and the duration of the concession period. These indicators are correctly included in the multiple regression equation and together explain 69,2 % of the variation in the phytomass of the LGC. In the studied pine forests, with a change in completeness from 0,3 to 1,0 and the duration of the succession period from 20 to 100 years, the phytomass of the LGC varies from 1,186 to 10,756 t/ha. It naturally increases with the same values of completeness with an increase in the succession period, and with the same duration of the succession period – with a decrease in completeness. The article presents equations and tables showing the change in the phytomass of the LGC depending on the duration of the succession period and the completeness of the stands. They can be used as standards for assessing the reserves of phytomass of the LGC.

Keywords: lichen pine, live ground cover, phytomass, successional period, relative completeness of stands

Введение

В настоящее время важнейшими критериями управления лесами признаются сохранение и улучшение параметров и функций лесных экосистем, их климаторегулирующих свойств и биологического разнообразия. Углерододепонирующая способность фитоценозов в условиях современных изменений климата становится важной экосистемной услугой по снижению их негативных последствий (Вараксин и др., 2008; Оценка

и прогноз..., 2008). Для оценки и прогноза биосферной роли лесов, в частности их углеродного бюджета, необходимы эмпирические данные о биологической продуктивности насаждений на локальном, региональном и глобальном уровнях. В этом отношении леса в России изучены крайне неравномерно. Поэтому актуальными остаются региональные оценки фитомассы и годичной продукции насаждений, являющиеся основой определения бюджета углерода

в лесных экосистемах. Результаты большинства исследований биологической продуктивности насаждений содержат сведения только о фитомассе древостоев. Однако в биопродукционном процессе активно участвуют и нижние ярусы растительности, в частности живой напочвенный покров. Отсутствие информации об их фитомассе и годичной продукции порождает серьезные неопределенности в оценках бюджета углерода (Усольцев, 2010).

Исследования нижних ярусов растительности в лесных экосистемах актуальны не только для определения бюджета углерода, но и во многих других аспектах: оценке биологического разнообразия, процессов обмена веществ и энергии, запасов лесных ягод и лекарственного сырья, кормовых ресурсов диких животных и т. д. Для северо-таежных лишайниковых сосняков Западной Сибири получены достаточно полные сведения о фитомассе и годичной продукции древостоев (Нагимов и др., 2012), а по нижним ярусам растительности подобной информации крайне недостаточно. Это обстоятельство определило актуальность настоящих исследований.

Цель, объекты

и методика исследований

Основная цель работы – комплексная оценка особенностей формирования ЖНП в лишайниковых сосняках ХМАО – Югры. В комплекс решаемых задач входили определение видового состава, структуры и запасов фитомассы ЖНП. Исследования проводились на пробных площадях, заложенных в соответствии с лесоводственно-таксационными требованиями. На каждой из них для получения таксационной характеристики древостоя проводился сплошной перебор деревьев по породам, классам роста и развития по Крафту и ступеням толщины. Таксационные характеристики модельных деревьев и древостоев устанавливались с использованием общепринятых в лесной науке методов.

Характеристики ЖНП изучались на учетных площадках размером 0,5×0,5 м, которые размещались в регулярном порядке вдоль трансект, заданных по диагоналям пробной площади. На каждой пробной площади при помощи шаблона заложено не менее 10 учетных площадок. На каждой площадке вначале определялась высота мохово-лишайникового покрова в пяти пунктах (по углам и на середине) с вычислением среднего значения. После этого производилось срезание всей растительности на уровне лесной подстилки и ее взвешивание на электронных весах с точностью до 0,1 г. Эти данные послужили материалом для определения фитомассы ЖНП в свежесрезанном состоянии. Для определения видового состава ЖНП и его абсолютно сухой фитомассы отбирался средний смешанный образец весом не менее 300 г статистическим методом из всех учетных площадок на пробной площади. В лабораторных условиях средний образец ЖНП разбирался по видам и высушивался до абсолютно сухого состояния.

Для определения продолжительности сукцессионного периода на пробных площадях устанавливалась давность пожара. Для этого отбор модельных деревьев для рубки производился с таким расчетом, чтобы в их число вошли как минимум три дерева с характерными пожарными повреждениями (шрамами). Пожарное происхождение шрамов определялось на поперечных спилах по совпадению давности

их возникновения у данных деревьев (Методы изучения..., 2002).

Исследования ЖНП проведены на 22 пробных площадях, заложенных в чистых лишайниковых сосняках возрастом от 26 до 137 лет, характеризующихся V–Va классами бонитета и относительной полнотой от 0,37 до 0,92.

Результаты и обсуждение

Сосновые насаждения растут и развиваются под воздействием периодически повторяющихся лесных пожаров (Санников, 1992). При проведении наших исследований на 13 пробных площадях из 22 были обнаружены следы пожарных повреждений деревьев. Многие исследователи отмечают, что лишайниково-моховой покров при низовом пожаре выгорает полностью (Горшков, Баккал, 2012). Поэтому с большой вероятностью на этих пробных площадях год пожара можно считать началом восстановления ЖНП. На 9 пробных площадях без следов повреждений продолжительность восстановительной сукцессии нами принята равной возрасту древостоев.

Суровые климатические условия в районе и потенциально бедные по плодородию почвы в сосняках лишайниковых обуславливают формирование ЖНП с весьма ограниченным количеством видов. На исследуемых объектах были обнаружены девять видов лишайников: кладония оленья (*Cladonia rangiferina* (L.) Web.), кладония

лесная (*Cladonia arbuscula* (L.) Hoffm.), кладония звездчатая (*Cladonia stellaris* (Opiz.) Pouzar), кладония стройная (*Cladonia gracilis* (L.) Willd.), кладония бесформенная (*Cladonia deformis* (L.) Hoffm.), кладония дюймовая (*Cladonia uncialis* (L.) Web.), кладония роговидная (*Cladonia cornuta* (L.) Hoffm.), кладония мягкая (*Cladonia mitis* Sandst.) и кладония курчавая (*Cladonia crispata* (Ach.)). Моховой покров в основном представлен мхом Шребера (*Pleurozium Schreberi* (Willd. ex Brid)). В том или ином количестве он встречается во всех исследованных сосняках. На некоторых ПП в небольшом количестве зарегистрирован гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens* (Hedw.)). Кроме лишайников и мхов, в составе ЖНП встречаются три полукустарничка: брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* (L.)), водяника черная (*Empetrum nigrum* (L.)) и багульник болотный (*Ledum palustre* (L.)). Причем багульник болотный встречался только на двух ПП и приурочен он был к небольшим микропонижениям. Травянистых растений на учетных площадках не обнаружено.

Общее количество видов ЖНП и их соотношения между собой в значительной мере определяются стадией восстановительной сукцессии. Характер изменений видового состава с увеличением продолжительности сукцессионного периода в целом не противоречит результатам специальных исследований, проведенных другими

авторами в сходных лесорастительных условиях (Горшков, Баккал, 2012). На ранних этапах сукцессии (при возрасте древостоев и давности последнего пожара до 40–50 лет) в большинстве насаждений доминантами ЖНП выступают лишайники кладония стройная, кладония роговидная, кладония курчавая. С увеличением продолжительности восстановительной сукцессии (примерно до 60–70 лет) в составе ЖНП возрастает доля других лишайников: кладонии мягкой, кладонии дюймовой и кладонии лесной. В насаждениях с большей продолжительностью сукцессионного периода ЖНП в основном состоит из кладонии оленьей, кладонии лесной и кладонии звездчатой. Удельный вес других лишайников в этот период значительно ниже.

Запасы фитомассы ЖНП в исследуемых сосняках в абсолютно сухом состоянии на 1 га, рассчитанные по данным учетных площадок, приведены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, запасы фитомассы ЖНП в исследуемых сосняках колеблются в значительных пределах. По отдельным ПП общая масса ЖНП (лишайников, мхов и кустарничков) варьирует от 1958 до 8302 кг/га. В формировании фитомассы ЖНП основную роль играют лишайники. Их доля в общей фитомассе по ПП изменяется в пределах от 64,2 до 98,2 %. Второе место по запасам занимают кустарнички, у которых удельный вес абсолютно сухой фитомассы колеблется от

0,5 до 27,9 %. Мхи в общем запасе фитомассы ЖНП представлены в значительно меньшем объеме. Их доля варьирует от 0,03 до 7,9 %. В среднем по всем исследованным насаждениям участие лишайников, мхов и кустарничков в общем запасе абсолютно сухой фитомассы ЖНП передается следующими цифрами: доля лишайников составляет 89,8 %, мхов 1,9 % и кустарничков 8,3 %. При выведении средних значений не учтены данные ПП 14, на которой соотношение лишайников, мхов и кустарничков существенно выделяется из общего фона.

Высокая изменчивость запасов фитомассы ЖНП по пробным площадям, безусловно, связана с таксационными характеристиками древостоев и давностью пожара. Причем длительность послепожарного периода может оказаться существенным фактором, определяющим запасы данного компонента насаждений в момент проведения оценочных работ. Как отмечалось выше, при низовых пожарах мохово-лишайниковый покров в большинстве случаев может выгореть полностью. Поэтому дата пожара с большой вероятностью может считаться и датой начала накопления фитомассы ЖНП. Для оценки зависимостей фитомассы ЖНП от различных факторов был проведен регрессионный анализ, результаты которого представлены в табл. 2.

Данные табл. 2 свидетельствуют об отсутствии значимой связи между возрастом древостоев

Таблица 1

Table 1

Запасы фитомассы ЖНП в исследуемых сосняках в абсолютно сухом состоянии
Stocks of phytomass of LGC in the studied pine forests in the absolute dry

№ ПП № SP	Показатели насаждения Parameter of forest stand			Фитомасса ЖНП, кг/га Phytomass of LGC, kg/ha						Высота, см Height, cm	Давность пожара, лет Age forest fire, year
	Возраст, лет Age, year	Полнота Relative completeness	Класс бонитета Productivity class	лишайников lichens	мхов mosses	кустарничков subshrubs			общая total		
						Брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitisidaea</i> (L.))	Водяника черная (<i>Empetrum nigrum</i> (L.))	Багульник болотный (<i>Ledum palustre</i> (L.))			
1	36	0,57	V	5360	145	484	60	–	6049	4,9	–
2	40	0,66	V	4730	115	393	10	–	5248	4,2	–
3	120	0,78	V	3727	119	319	–	84	4249	3,3	75
4	127	0,82	V	3423	114	288	20	105	3950	2,3	82
5	61	0,37	V	8024	182	45	–	–	8251	7,5	–
6	49	0,62	V	3483	203	512	15	–	4213	3,4	12
7	33	0,63	Va	5211	139	278	–	–	5628	3,9	–
8	51	0,57	V–Va	4195	51	678	–	–	4924	3,7	25
9	123	0,55	Va	5773	2	113	–	–	5888	4,7	30
10	50	0,55	V	3441	45	614	–	–	4100	3,5	25
11	49	0,93	Va	5810	155	607	–	–	6572	6,0	–
12	131	0,54	V–Va	8032	62	208	–	–	8302	7,1	74
13	78	0,60	Va	2473	92	435	–	–	3000	2,1	25
14	132	0,79	Va	1256	155	547	–	–	1958	1,7	25
15	26	0,78	V	3495	120	527	–	–	4142	2,8	–
16	75	0,72	V–Va	4389	11	950	–	–	5350	2,9	54
17	52	0,86	Va	4236	7	103	–	–	4346	3,4	47
18	137	0,77	5a	5444	57	1234	–	–	6735	5,3	82
19	27	0,58	5	5221	31	278	21	–	5551	4,6	–
20	51	0,67	5a–5	5021	2	91	–	–	5114	4,1	–
21	92	0,92	5	2301	75	125	–	–	2501	1,8	15
22	108	0,40	5	7787	218	26	18	–	8049	7,4	–

и наличным запасом фитомассы ЖНП. Наиболее тесная связь наблюдается между запасом фитомассы ЖНП и относительной полнотой древостоев. Связь эта обратная: с увеличением полноты запасы ЖНП устойчиво снижаются. Невысокое значение коэффициента детерминации свидетельствует о том, что накопленные запасы ЖНП наряду с полнотой определяются еще

другими факторами. Одним из них, безусловно, является продолжительность восстановительной сукцессии. Связь фитомассы ЖНП с данным фактором прямая средней тесноты. С увеличением продолжительности сукцессионного периода запас ЖНП закономерно растет. Это увеличение, как отмечалось выше, сопровождается изменениями видового состава и доминантов мохово-

лишайникового покрова. Связи запаса фитомассы ЖНП с другими характеристиками древостоя (запасом, диаметром и высотой) оказались менее устойчивыми, чем с их относительной полнотой.

В целом результаты статистического анализа позволяют констатировать целесообразность совместного учета полноты древостоев и давности пожара при

Таблица 2

Table 2

Уравнения зависимости запасов фитомассы ЖНП ($M_{\text{общ}}$) от возраста (A) и полноты (P) насаждений и продолжительности восстановительной сукцессии ($A_{\text{в}}$)
Equations of dependence of the stocks of phytomass of LGC (M_{sh}) on the age (A) and completeness (P) of plantings and the duration of the restoration succession ($A_{\text{в}}$)

Показатели Parameter	Единица измерения показателя Unit of measurement of the parameter	Диапазон изменения показателя Range of variation of the parameter	Уравнение зависимости Equation of dependence	Коэффициент детерминации R^2 Coefficient of determination
Возраст Age	Год	26–137	$M_{\text{общ}} = 449 \ln A + 4,999$	0,020
Полнота Relative completeness	0,01	0,37–0,92	$M_{\text{общ}} = 3,159 P^{-0,987}$	0,384
Продолжительность сукцессии Duration of succession	Год	12–137	$M_{\text{общ}} = 0,0402 A_{\text{в}} + 3,359$	0,353

оценке фитомассы ЖНП. Эти показатели не коррелированы между собой и корректно включаются в уравнение множественной регрессии. С использованием всей совокупности пробных площадей получено двухфакторное уравнение:

$$M_{\text{общ}} = 8,949 + 0,044A_{\text{в}} - 8,643P,$$

$$R_2 = 0,692,$$

$$t_0 = 8,51, \quad t_1 = 4,42, \quad t_2 = -5,82,$$

где $M_{\text{общ}}$ – запас общей абсолютно сухой фитомассы, т/га;
 $A_{\text{в}}$ – продолжительность восстановительной сукцессии, лет;
 P – полнота древостоя (яруса);
 t_0, t_1, t_2 – критерии Стьюдента коэффициентов уравнения.

Коэффициент детерминации уравнения показывает, что полнота древостоя и продолжительность сукцессионного периода вместе объясняют 69,2 % варьирования запаса фитомассы ЖНП. Оба определяющих фактора достоверны на 5 %-ном уровне ($t_{\text{факт}} > t_{0,05}$). Вклад полноты

в объяснении изменчивости фитомассы ЖНП несколько выше ($t = -5,82$), чем давности пожара ($t = 4,42$). Коэффициент со знаком минус у полноты свидетельствует, что при одинаковой продолжительности сукцессионного периода запас фитомассы ЖНП закономерно уменьшается с увеличением полноты. Этот факт не требует особых разъяснений и связан в основном со снижением освещенности под пологом древостоев при повышении относительной полноты.

На основе разработанного уравнения составлена таблица, показывающая изменение запаса абсолютной сухой фитомассы ЖНП в исследуемых сосняках в зависимости от полноты древостоев и продолжительности сукцессионного периода (табл. 3).

Данные табл. 3 свидетельствуют, что в лишайниковых сосняках района исследований при полноте древостоев от 0,3 до 1,0 и давности пожара

(возраста древостоев) от 20 до 100 лет запас фитомассы ЖНП может изменяться от 1,186 до 10,756 т/га. Причем он закономерно возрастает при одинаковых значениях полноты с увеличением продолжительности сукцессионного периода, а при одинаковой продолжительности периода восстановления – с уменьшением полноты. С биоэкологических позиций это вполне объяснимо.

Несомненный интерес представляет сравнение полученных нами данных по запасам фитомассы ЖНП с имеющимися в специальной литературе материалами. В специальной литературе, несмотря на большое количество публикаций по фитомассе древостоев, сведения о запасах ЖНП, особенно в сосняках лишайникового типа леса, весьма ограничены. По данным Н. П. Гординой (1985), запасы фитомассы ЖНП в модальных сосняках лишайниковых

Таблица 3

Table 3

Изменение запаса абсолютно сухой фитомассы ЖНП в зависимости от полноты древостоя и продолжительности сукцессионного периода, т/га
Change in the stock of absolutely dry phytomass of LGC depending on the completeness of the stand and the duration of the succession period, t/ha

Сукцессионный период Succession period	Полнота древостоя Relative completeness							
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
20	7,236	6,372	5,507	4,643	3,779	2,915	2,050	1,186
30	7,676	6,812	5,947	5,083	4,219	3,355	2,490	1,626
40	8,116	7,252	6,387	5,523	4,659	3,795	2,930	2,066
50	8,556	7,692	6,827	5,963	5,099	4,235	3,370	2,506
60	8,996	8,132	7,267	6,403	5,539	4,675	3,810	2,946
70	9,436	8,572	7,707	6,843	5,979	5,115	4,250	3,386
80	9,876	9,012	8,147	7,283	6,419	5,555	4,690	3,826
90	10,316	9,452	8,587	7,723	6,859	5,995	5,130	4,266
100	10,756	9,892	9,027	8,163	7,299	6,435	5,570	4,706

Нижнего Енисея варьируют от 3,6 (в 30 лет) до 7,4 т/га (в 150 лет). Этот показатель в южно-таежных кустарничково-лишайниковых сосняках Красноярского края составляет 12 т/га (Постпирогенная трансформация..., 2018), а в зеленомошно-лишайниковых сосняках Карелии – от 7 до 12 т/га (Загидулина, 2021). На основе анализа имеющейся в литературе информации можно констатировать отсутствие принципиальных различий между нашими данными о запасах ЖНП и соответствующими материалами других исследователей, полученными в лишайниковом (или близком к лишайниковому) типе леса.

Выводы

Приведенные в статье материалы в районе исследований получены впервые и могут служить необходимой информацией при

составлении таблиц биологической продуктивности лишайниковых сосняков.

В результате проведенных исследований установлено, что в северо-таежных сосняках лишайниковых ЖНП характеризуется очень бедным видовым составом. Это связано с дефицитом термоэнергетических ресурсов в районе и потенциально бедными по плодородию почвами в лишайниковом типе леса. Видовой состав и доминирование видов ЖНП зависят от продолжительности восстановительной сукцессии.

Запасы абсолютно сухой фитомассы ЖНП в исследуемых сосняках колеблются в значительных пределах. Причем в формировании фитомассы ЖНП основную роль играют лишайники, доля которых в абсолютно сухом состоянии в среднем составляет 89,8 %. Удельный вес кустарничков

(8,3 %) и мхов (1,9 %) значительно ниже. Использование возраста древостоев как фактора, определяющего наличные запасы фитомассы ЖНП, некорректно. Это объясняется частыми нарушениями данного компонента насаждений во время лесных пожаров. Поэтому при оценке запасов ЖНП более информативным показателем является продолжительность сукцессионного периода, а не возраст древостоев.

Среди таксационных характеристик древостоев наибольшее влияние на процессы накопления запасов ЖНП оказывает их полнота. В исследуемых сосняках при изменении полноты от 0,3 до 1,0 и продолжительности сукцессионного периода от 20 до 100 лет фитомасса ЖНП изменяется от 1,186 до 10,756 т/га. Она закономерно возрастает при одинаковых значениях полноты с увеличением

сукцессионного периода, а при одинаковой длительности сукцессионного периода – с уменьшением полноты.

В целом полученные в ходе исследований уравнения и таб-

личные материалы представляют интерес не только для понимания характера накопления запасов фитомассы ЖНП, но и как оценочные нормативы при таксации нижних ярусов

растительности, определении средообразующих функций и роли лишайниковых сосняков региона в углеродном цикле атмосферы.

Список источников

Вараксин Г. С., Поляков В. И., Люминарская М. А. Биологическая продуктивность сосны обыкновенной в Средней Сибири // *Лесоведение*. 2008. № 3. С. 14–19.

Гордина Н. П. Пространственная структура и продуктивность сосняков Нижнего Енисея. Красноярск : Изд-во Краснояр. ун-та, 1985. 128 с.

Горшков В. В., Баккал И. Ю. Особенности послепожарной восстановительной динамики сообществ с доминированием лишайников // *Изв. Самар. науч. центра РАН*. 2012. Т. 14. № 1 (5). С. 1223–1227.

Загидуллина А. Т. Пространственная структура, динамика и продуктивность лишайниково-зеленомошных сосняков (Карельский лесной район) : дис. ... канд. биол. наук : 1.5.15 / Загидуллина Асия Тагировна. СПб., 2021. 171 с.

Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков, И. В. Лязгунова, Е. А. Мазная, В. Ю. Нешатаев, В. Ю. Нешатаева, Н. И. Ставрова, В. Т. Ярмишко, М. А. Ярмишко. СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.

Нагимов З. Я., Артемьева И. Н., Нагимов В. З. Структура и динамика фитомассы сосновых древостоев лишайникового типа леса // *Лесн. журн*. 2012. № 5. С. 60–66.

Оценка и прогноз углеродного бюджета лесов Вологодской области по канадской модели CBM-CFS / Д. Г. Замолодчиков, В. И. Грабовский, Г. Н. Коровин, В. А. Курц // *Лесоведение*. 2008. № 6. С. 3–14.

Постпирогенная трансформация основных компонентов сосняков Средней Сибири / Г. А. Иванова, С. В. Жила, В. А. Иванов, Н. М. Ковалева, Е. А. Кукавская // *Сиб. лесн. журн*. 2018. № 3. С. 30–40. DOI: 10.15372/SJFS20180304.

Санников С. Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М. : Наука, 1992. 264 с.

Усольцев В. А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии. Екатеринбург : УрО РАН, 2010. 570 с.

References

Assessment and Projection of Carbon Budget in Forests of Vologda Region Using the Canadian Model CBM-CFS / D. G. Zamolodchikov, V. I. Grabovsky, G. N. Korovin, V. A. Kurts // *Forest science*. 2008. № 6. P. 3–14.

Gordina N. P. Spatial structure and productivity of pine forests of the Lower Yenisei. Krasnoyarsk : From the Krasnoyarsk University, 1985. 128 p.

Gorshkov V. V., Bakka I. Y. Features of postfire recovery dynamics of communities with domination of lichens // *Proceedings of the Samara scientific center of RAS*. 2012. T. 14. № 1 (5). P. 1223–1227.

Methods of studying forest communities / E. N. Andreeva, I. Y. Bakka, V. V. Gorshkov, I. V. Lyazgunova, E. A. Maznaya, V. Y. Neshataev, V. Y. Neshataeva, N. I. Stavrova, V. T. Yarmishko, M. A. Yarmishko. St. Petersburg : NIИhimii St. Petersburg State University, 2002. 240 p.

Nagimov Z. Ya., Artemyeva I. N., Nagimov V. Z. Structure and dynamics of top phytomass of pine stands in lichen forests // *Forest journal*. 2012. № 5. P. 60–66.

Post-fire transformation of basic components of Pine forests in Central Siberia / G. A. Ivanova, S. V. Lived, V. A. Ivanov, N. M. Kovaleva, E. A. Kukowska // Journal of Siberian forest. 2018. № 3. P. 30–40. DOI: 10.15372/SJFS20180304.

Sannikov S. N. Ecology and geography of natural renewal of the common pine. M. : Nauka, 1992. 264 p.

Usoltsev V. A. Eurasian forest biomass and primary production data. Yekaterinburg : Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2010. 570 p.

Varaksin G. S., Polyakov V. I., Luminarskaya M. A. Biological productivity of Scots Pine in Central Siberia // Forest science. 2008. № 3. P. 14–19.

Zagidullina A. T. Spatial structure, dynamics and productivity of lichen-green mossy pine forests (Karelian forest region) : dis. ... cand. Biologist. Sciences : 1.5.15 / Zagidullina Asiya Tagirovna. Saint Petersburg, 2021. 171 p.

Информация об авторах:

З. Я. Нагимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

И. Н. Артемьева – старший преподаватель;

И. В. Шевелина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

В. З. Нагимов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

Z. Ya. Nagimov – doctor of agricultural sciences, professor;

I. N. Artemieva – senior lecturer;

I. V. Shevelina – candidate of agricultural sciences, associate professor;

V. Z. Nagimov – candidate of agricultural sciences, associate professor.

Статья поступила в редакцию 09.02.2022; принята к публикации 20.02.2022.

The article was submitted 09.02.2022; accepted for publication 20.02.2022.
