

ЛЕСНОЙ ВЕСТНИК / FORESTRY BULLETIN

Научно-информационный журнал

№ 6 ' 2021 Том 25

Главный редактор

Санаев Виктор Георгиевич, д-р техн. наук, профессор, директор Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Редакционный совет журнала

Артамонов Дмитрий Владимирович, д-р техн. наук, профессор, Пензенский ГУ, Пенза

Ашраф Дарвиш, ассоциированный профессор, факультет компьютерных наук, Университет Хелуан, Каир, Египет, Исследовательские лаборатории Machine Intelligence (MIR Labs), США

Беляев Михаил Юрьевич, д-р техн. наук, начальник отдела, зам. руководителя НТЦ РКК «Энергия» им. С.П. Королёва, Москва

Бемманн Альбрехт, профессор, Дрезденский технический университет, Институт профессуры для стран Восточной Европы, Германия

Бессчетнов Владимир Петрович, д-р биол. наук, профессор, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород

Бурмистрова Ольга Николаевна, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»

Деглиз Ксавье, д-р с.-х. наук, профессор Академик IAWS, академик Французской академии сельского хозяйства, Нанси, Франция

Драпалюк Михаил Валентинович, д-р техн. наук, профессор, ректор ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, Воронеж

Евдокимов Юрий Михайлович, канд. хим. наук, профессор, академик Нью-Йоркской академии наук, чл.-корр. РАЕН, член центрального правления Нанотехнологического общества России, Москва

Залесов Сергей Вениаминович, д-р с.-х. наук, профессор, УГЛТУ, Екатеринбург

Запруднов Вячеслав Ильич, д-р техн. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Иванкин Андрей Николаевич, д-р хим. наук, профессор, академик МАНВШ, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Кириухин Дмитрий Павлович, д-р хим. наук, ИПХФ РАН, Черноголовка

Классен Николай Владимирович, канд. физ.-мат. наук, ИФТТ РАН, Черноголовка

Ковачев Атанас, д-р архитектуры, профессор, член-корр. Болгарской АН, профессор Международной Академии Архитектуры, Лесотехнический университет, Болгария, Варна

Кожухов Николай Иванович, д-р экон. наук, профессор, академик РАН, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Козлов Александр Ильич, канд. техн. наук, ученый секретарь Совета ОАО «НПО ИТ», Королёв

Комаров Евгений Геннадиевич, д-р техн. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Корольков Анатолий Владимирович, д-р физ.-мат. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Котиев Георгий Олегович, д-р техн. наук, профессор, кафедра «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Кох Нильс Элерс, д-р агрономии в области лесной политики, профессор, Президент IUFRO, Центр лесного и ландшафтного планирования университета, Копенгаген, Дания

Кротт Макс, профессор, специализация «Лесная политика», Георг-Аугуст-Университет, Геттинген, Германия

Леонтьев Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор, академик РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Липаткин Владимир Александрович, канд. биол. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
Лукина Наталья Васильевна, член-корреспондент РАН, профессор, директор ЦЭПЛ РАН, зам. Председателя Научного совета по лесу РАН, Москва

Макуев Валентин Анатольевич, д-р техн. наук, доцент, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Малашин Алексей Анатольевич, д-р физ.-мат. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Мартынюк Александр Александрович, д-р с.-х. наук, ФБУ ВНИИЛМ, Москва

Мелехов Владимир Иванович, д-р техн. наук, профессор, академик РАЕН, САФУ им. М.В. Ломоносова, Архангельск

Моисеев Александр Николаевич, ст. науч. сотр., Европейский институт леса, г. Йозенсу, Финляндия

Наквасина Елена Николаевна, д-р с.-х. наук, профессор, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Высшая школа естественных наук и технологий, Архангельск

Нимц Петер, д-р инж. наук, профессор физики древесины, Швейцарская высшая техническая школа Цюриха

Обливин Александр Николаевич, д-р техн. наук, профессор, академик РАЕН, МАНВШ, заслуженный деятель науки и техники РФ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Пастори Золтан, д-р техн. наук, доцент, директор Инновационного центра Шопронского университета, Венгрия

Полещук Ольга Митрофановна, д-р техн. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Полуэктов Николай Павлович, д-р техн. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Родин Сергей Анатольевич, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН, ВНИИЛМ, Москва

Рыкунин Станислав Николаевич, д-р техн. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Стрекалов Александр Федорович, канд. техн. наук, АО «Корпорация Тактическое военное вооружение», Королёв

Теодоронский Владимир Сергеевич, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАЕН, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Титов Анатолий Матвеевич, канд. техн. наук, зам. начальника отделения, ученый секретарь Совета ЦУП ЦНИИМАШ, Королёв

Тричков Нено Иванов, профессор, доктор, проректор по научной работе Лесотехнического университета, София, Болгария

Федотов Геннадий Николаевич, д-р биол. наук, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

Чубинский Анатолий Николаевич, д-р техн. наук, профессор, СПбГЛТУ, Санкт-Петербург

Чумаченко Сергей Иванович, д-р биол. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Шадрин Анатолий Александрович, д-р техн. наук, профессор, академик РАЕН, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Шимкович Дмитрий Григорьевич, д-р техн. наук, профессор, ООО «Кудесник», Москва

Щепашенко Дмитрий Геннадьевич, д-р биол. наук, доцент, старший научный сотрудник Международного института прикладного системного анализа (IIASA), Австрия

Ответственный секретарь Расева Елена Александровна

Редактор Л.В. Сивай

Перевод М.А. Карпухиной

Электронная версия Ю.А. Рязской

Учредитель МГТУ им. Н.Э. Баумана

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-68118 от 21.12.2016

Входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней

Материалы настоящего журнала могут быть перепечатаны и воспроизведены полностью или частично с письменного разрешения издательства

Выходит с 1997 года

Адрес редакции и издательства
141005, Мытищи-5, Московская обл.,
1-я Институтская, д. 1
(498) 687-41-33,
les-vest@mgul.ac.ru

Дата выхода в свет 19.11.2021.

Тираж 600 экз.

Заказ №

Объем 15,75 п. л.

Цена свободная

LESNOY VESTNIK / FORESTRY BULLETIN

Scientific Information Journal
№ 6 ' 2021 Vol. 25

Editor-in-chief

Sanaev Victor Georgievich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Director of BMSTU (Mytishchi branch), Moscow

Editorial council of the journal

Artamonov Dmitriy Vladimirovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Penza State
Ashraf Darwish, Associate Professor of Computer Science, Faculty of Computer Science, Helwan University, Cairo, Egypt, Machine Intelligence Research Labs (MIR Labs), USA
Belyaev Mikhail Yur'evich, Dr. Sci. (Tech.), Head of Department, Deputy Director of S.P. Korolev RSC «Energia», Moscow
Bemman Al'brekht, Professor, the Dresden technical university, professorate Institute for countries of Eastern Europe, Germany
Besschetnov Vladimir Petrovich, Professor, Dr. Sci. (Biol.), Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod
Burmistrova Olga Nikolaevna, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Ukhta State Technical University, Ukhta
Chubinskiy Anatoliy Nikolaevich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Saint Petersburg State Forest Technical University, St. Petersburg
Chumachenko Sergey Ivanovich, Professor, Dr. Sci. (Biol.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Deglise Xavier, Dr. Sci. (Agric.), Academician of the IAWS, Academician of the French Academy of Agriculture, Nancy, France
Drapalyuk Mikhail Valentinovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Rector of VSUFT, Voronezh
Evdokimov Yuriy Mikhaylovich, Professor, Ph. D. (Chemical); academician of the New York Academy of Sciences, corr. Academy of Natural Sciences, a member of the Central Board of Nanotechnology Society of Russia, Moscow
Zalesov Sergey Veniaminovich, Professor, Dr. Sci. (Agric.), USFEU, Ekaterinburg
Zaprudnov Vyacheslav Il'ich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Ivankin Andrey Nikolaevich, Professor, Dr. Sci. (Chemical), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Kiryukhin Dmitriy Pavlovich, Dr. Sci. (Chemical), IPCP RAS, Chernogolovka
Klassen Nikolay Vladimirovich, Ph. D. (Phys.-Math.), ISSP RAS, Chernogolovka
Kovachev Atanas, Corresponding Member of the Bulgarian Academy of Sciences, Dr. Sci., Professor, University of Forestry, Bulgaria, Sofia
Kokh Nil's Elers, Professor, the Dr. of agronomics in the field of forest policy, the President of IUFRO, the Center of forest and landscape planning of university Copenhagen, Denmark
Komarov Evgeniy Gennadievich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Korol'kov Anatoliy Vladimirovich, Professor, Dr. Sci. (Phys.-Math.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Kotiev George Olegovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Kozlov Aleksandr Il'ich, Ph. D. (Tech.), Scientific Secretary of the Board of «NPO IT», Korolev
Kozhukhov Nikolay Ivanovich, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Econ.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Krott Maks, Professor of Forest policy specialization, George-August-Universitet, Goettingen
Leont'ev Aleksandr Ivanovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU, Moscow

Lipatkin Vladimir Aleksandrovich, Professor, Ph. D. (Biol.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Lukina Natalya Vasilyevna, Corresponding Member of the RAS, Director of the Center for Sub-Settlement Research RAS, Deputy Chairperson of the Forest Research Council
Makuev Valentin Anatol'evich, Dr. Sci. (Tech.), Associate Professor, BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Malashin Alexey Anatolyevich, Professor, Dr. Sci. (Physics and Mathematics), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Martynuk Aleksandr Aleksandrovich, Dr. Sci. (Agric.), VNIILM, Moscow
Melekhov Vladimir Ivanovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, NARFU, Arkhangelsk
Moiseyev Aleksandr Nikolaevich, Senior Researcher, European Forest Institute, Joensuu, Finland
Nakvasina Elena Nikolaevna, Professor, Dr. Sci. (Agric.), Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Higher School of Natural Sciences and Technology, Arkhangelsk
Niemz Peter, Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c., Prof. for Wood Physics, ETH Zurich (Swiss Federal Institute of Technology in Zurich; Eidgenossische Technische Hochschule Zurich)
Oblivin Aleksandr Nikolaevich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences and MANVSH, Honored worker of science and equipment of the Russian Federation, BMSTU, Moscow
Pasztory, Zoltan, Dr., Ph.D., Director of Innovation Center, University of Sopron, Sopron, Hungary
Poleshchuk Ol'ga Mitrofanovna, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Poluektov Nikolai Pavlovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Rodin Sergey Anatol'evich, Professor, the Dr. Sci. (Agric.), ARRISMF, Moscow
Rykunin Stanislav Nikolaevich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Shadrin Anatoliy Aleksandrovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Shchepashchenko Dmitry Gennadievich, Associate Professor, Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria
Shimkovich Dmitriy Grigor'evich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), OOO «Kudesnik», Moscow
Strekalov Aleksandr Fedorovich, Ph. D. (Tech.), JSC «Tactical Missiles Corporation», Korolev
Teodoronskiy Vladimir Sergeevich, Professor, Dr. Sci. (Agric.), academician of the Russian Academy of Natural Sciences, BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Titov Anatoliy Matveevich, Ph. D. (Tech.), Deputy Chief of Department, Scientific Secretary of the Board of MCC TSNIMASH, Korolev
Trichkov Neno Ivanov, professor, Dr., Vice-Rector for Research, Forestry University, Sofia, Bulgaria
Fedotov Gennadiy Nikolaevich, Dr. Sci. (Biol.), Lomonosov Moscow State University, Moscow

Assistant Editor Raseva Elena Aleksandrovna

Editor L.V. Sivay

Translation by M.A. Karpukhina
Electronic version by Yu.A. Ryazhskaya

Founder BMSTU

The Journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media Certificate on registration ПИ № ФС 77-68118 of 21.12.2016
The journal is included in the list of approved VAK of the Russian Federation for editions for the publication of works of competitors of scientific degrees
Materials of the present magazine can be reprinted and reproduced fully or partly with the written permission of publishing house
It has been published since 1997

Publishing house
141005, Mytishchi, Moscow Region, Russia
1st Institutskaya street, 1
(498) 687-41-33
les-vest@mgul.ac.ru

It is sent for the press 19.11.2021.
Circulation 600 copies
Order №
Volume 15,75 p. p.
Price free

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО И ТАКСАЦИЯ ЛЕСА

Платонов Е.П., Оплетаев А.С., Залесов С.В., Башегуров К.А. Пути совершенствования мероприятий по компенсационному лесовосстановлению	5
Наквасина Е.Н., Ильинцев А.С., Дунаева А.-А.П. Восстановительные сукцессии поврежденных почвенного покрова при проведении рубок ухода в ельнике черничном северной тайги	11
Ведерников К.Е. Лесоводственно-таксационное состояние ельников <i>Piceetum oxalidosum</i> Удмуртской Республики	20
Воеводина К.И., Абсалямов Р.Р., Абсалямова С.Л. Оценка урожайности ягодных ресурсов в Селтинском и Вавожском лесничествах Удмуртской Республики	31
Мельник Л.П. Естественное возобновление лиственницы европейской за пределами ареала при минимальном количестве семенников	39

ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Бобушкина С.В. Приемы повышения эффективности производства посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой в Архангельской области	45
Потапенко А.М., Лазарева М.С., Сторожишина К.М., Мохначев П.Е., Кузьмина Н.А., Менщиков С.Л. Реконструкция малоценных лесных насаждений в Республике Беларусь: состояние и проблемы	55
Сарычев А.Н., Костин М.В., Плескачев Ю.Н. Влияние защитных лесных насаждений и приемов обработки почвы на агрофизические свойства каштановых почв и урожайность сельскохозяйственных культур	63

ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ЛЕСА

Бутока С.В., Скрыпник Л.Н. Мониторинг санитарного и лесопатологического состояния лесного фонда Калининградской области	71
Сибиркина А.Р., Трофимова Л.В., Лушников Д.С. Функциональное зонирование Санарского государственного природного комплексного заказника Челябинской области методом дешифрирования аэроснимков	79
Соболев А.А., Шипинская У.С. Оценка численности популяции вершинного короёда и связанной с ней угрозы ослабления сосновых насаждений Центральной России	89
Чалкин А.А., Лябзина С.Н., Сеницына Е.В., Лобур А.Ю., Донской О.А. Мониторинг жуков короёдов (Scolytinae) в лесных ценозах заповедника «Кивач» с помощью феромонных ловушек отечественного производства	98

ТРАНСФЕР ЛЕСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Катаров В.К., Алешина Н.В., Сюнев В.С., Ратькова Е.И., Марков В.И. Оценка уплотненного состояния почвогрунтов при строительстве лесной дороги	106
---	-----

ЭКОНОМИКА В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ

Трофимова Н.В., Сазыкина М.Ю., Мамлеева Э.Р. Особенности развития лесопромышленного комплекса в регионах Российской Федерации	118
---	-----

CONTENTS

SYLVICULTURE, FORESTRY AND FOREST ESTIMATION

Platonov E.P., Opletaev A.S., Zalesov S.V., Bashegurov K.A. Measures to improve compensatory reforestation	5
Nakvasina E.N., Ilintsev A.S., Dunaeva A.-A.P. Prodrssive soil succession after thinning in northern taiga bilberry spruce forest	11
Vedernikov K.E. Forestry and taxation characteristics of Spruce (<i>Piceetum oxalidosum</i>) stands in Udmurt Republic	20
Voevodina K.I., Absalyamov R.R., Absalyamova S.L. Berry crop productivity assessment in Seltinsky and Vavozhsky forestries in Udmurt Republic	31
Melnik L.P. Natural regeneration of European Larch outside natural area with minimum of seed trees	39

FOREST CROPS, BREEDING, GENETICS AND BIOTECHNOLOGY

Bobushkina S.V. Efficiency production methods of conifers ball-rooted planting stock in Arkhangelsk region	45
Potapenko A.M., Lazareva M.S., Storozhishina K.M., Mokhnachev P.E., Kuz'mina N.A., Menshchikov S.L. Conversion of little value forest stands in Republic of Belarus: their state and problems	55
Sarychev A.N., Kostin M.V., Pleskachev Yu.N. Protective forest plantations and treatment methods influence on agrophysical properties of chestnut soil and agricultural yield	63

FOREST ECOLOGY AND MONITORING

Butoka S.V., Skrypnik L.N. Sanitary and forest health monitoring of forested area in Kaliningrad region	71
Sibirkina A.R., Trofimova L.V., Lushnikov D.S. Functional zoning of the Sanarsky State Nature Complex Reserve of the Chelyabinsk region by the method of decoding aerial photographs	79
Sobolev A.A., Shipinskaya U.S. Ipid bark beetle population assessment and threats to weaken pine stands in Central Russia	89
Chalkin A.A., Lyabzina S.N., Sinitsyna E.V., Lobur A.Yu., Donskoy O.A. Bark beetles (Scolytinae) monitoring in national reserve «Kivach» forest cenosis by domestically produced pheromone traps	98

FOREST TECHNOLOGY TRANSFER

Katarov V.K., Aleshina N.V., Syuney V.S., Rat'kova E.I., Markov V.I. Assessment of soil compacted state in forest road construction	106
---	-----

ECONOMY IN FOREST COMPLEX

Trofimova N.V., Sazykina M.Yu., Mamleeva E.R. Forest industry complex development in Russian Federation regions	118
---	-----

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОМПЕНСАЦИОННОМУ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЮ

Е.П. Платонов, А.С. Оплетаев, С.В. Залесов, К.А. Башегуров

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 620100, Россия, г. Екатеринбург,
ул. Сибирский тракт, д. 37

Zalesovsv@usfeu.ru

Проанализировано Постановление Правительства Российской Федерации от 7 мая 2019 г. № 566 «Об утверждении Правил выполнения работ по лесовосстановлению или лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка». Указано, что, несмотря на своевременность принятия Постановления, оно не в полной мере соответствует региональным условиям некоторых субъектов Российской Федерации и, в частности, Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. Установлено, что в районах интенсивной нефтегазодобычи проведение компенсационных мероприятий путем создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой на труднодоступных гарях и в погибших насаждениях приведет к неоправданно высоким затратам на лесовосстановление, а отсутствие агротехнических и лесоводственных уходов обусловит гибель лесных культур и дискредитацию компенсационных мероприятий. На основе опыта работ по компенсационному лесовосстановлению, накопленному в Ханты-Мансийском автономном округе — Югры, высказаны предложения по совершенствованию компенсационных мероприятий.

Ключевые слова: компенсационное лесовосстановление, лесоразведение, лесные культуры, агротехнические и лесоводственные уходы, посадочный материал с закрытой корневой системой

Ссылка для цитирования: Платонов Е.П., Оплетаев А.С., Залесов С.В., Башегуров К.А. Пути совершенствования мероприятий по компенсационному лесовосстановлению // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 5–10. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-5-10

Интенсивное антропогенное воздействие на лесные экосистемы приводит к их деградации, что особенно четко проявляется в условиях северной и средней тайги, где интенсивными темпами осуществляется добыча углеводородного сырья [1, 2]. Ухудшению состояния лесных насаждений при этом во многом способствуют выбросы нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий [3], отвод земель лесного фонда под создание линейных и площадных объектов [4], изменение гидрологического режима, сплошнолесосечные рубки [5] и т. д. Освоение таежных районов, как известно, привело к повышению показателей фактической горимости лесов [6, 7], что особенно четко стало проявляться в связи с изменениями климата.

Проводимые в настоящее время рекультивационные мероприятия [8–10] и установленные случаи положительного воздействия нефтегазового комплекса на лесовозобновление [11–13] не компенсируют в целом общей тенденции ухудшения лесного фонда, проявляющегося прежде всего в снижении показателей лесистости. Деградация лесов в целом и снижение лесистости в частности приводят к ухудшению экологической обстановки и в результате к снижению качества жизни населения [14–16] в прилегающих районах и сокращению биологического разнообразия [17, 18].

Одной из попыток минимизации наносимого лесным экосистемам ущерба является обнародование Постановления Правительства

Российской Федерации от 7 мая 2019 г. № 566 «Об утверждении Правил выполнения работ по лесовосстановлению и лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка» [19] (далее — Постановление). Указанное Постановление предусматривает проведение компенсационных мероприятий в целях сохранения показателей лесистости территории путем создания искусственных насаждений на не покрытых лесной растительностью участках, равных по площади изымаемым из лесного фонда участкам под строительство линейных и площадных объектов и для других целей, не связанных с ведением лесного хозяйства.

Цель работы

Цель работы — анализ лесоводственной эффективности реализации требований Постановления и разработка предложений по совершенствованию вышеуказанного постановления на основе имеющегося опыта проведения компенсационных мероприятий.

Материалы и методы

В основу исследований положены результаты реализации компенсационных мероприятий на территории Ханты-Мансийского автономного округа — Югры (ХМАО — Югры) за период с 2008 по 2019 гг.

На основе изучения опыта лесовосстановления в условиях ХМАО-Югры, основанного на сотрудничестве топливно-энергетического комплекса и Департамента недропользования и природных ресурсов ХМАО — Югры предпринята попытка критического анализа предлагаемых Постановлением мероприятий по компенсационному лесовосстановлению и лесоразведению с учетом последующих рисков. Работа выполнена с учетом природно-экономических условий региона и таксационных показателей лесного фонда ХМАО — Югры на примере конкретных лицензионных участков.

При выполнении исследований использовалась методика закладки пробных площадей [20, 21], а также методика обработки электронных баз данных по материалам лесоустройства [22]. При анализе эффективности компенсационных мероприятий использовались действующие нормативно-правовые документы [19, 23].

Результаты и обсуждение

Рассматриваемое Постановление является давно ожидаемым нормативно-правовым документом, обеспечивающим проведение компенсационных мероприятий в случае вырубки или изъятия из лесного фонда насаждений лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка. Проведение компенсационных работ по лесовосстановлению или лесоразведению предусматривается на не покрытых лесной растительностью землях (вырубках, гарях, территориях с погибшими насаждениями, прогалинах и др.), а также на нарушенных землях в процессе их рекультивации. Указанные участки входят в состав земель лесного фонда, населенных пунктов и особо охраняемых природных территорий.

Площадь участков, на которых предусматривается лесоразведение или лесовосстановление, соответствует площади насаждений, на которых осуществлена рубка. Мероприятия по компенсационному лесовосстановлению или лесоразведению проводятся искусственным или комбинированным способом и включают в себя создание лесных культур с помощью посадочного материала с закрытой корневой системой.

Полагаем, что в большинстве субъектов РФ реализация Постановления не вызовет серьезных сложностей, однако абсолютно иная картина складывается при проведении компенсационных мероприятий на территории ХМАО — Югры. Округ характеризуется жесткими лесорастительными условиями, что обуславливает доминирование

низкопродуктивных насаждений с низкополотными древостоями. При лесистости территории ХМАО — Югры, составляющей 53,8 %, основная территория лесного фонда представлена насаждениями с переувлажненными почвами и болотами. В связи с переувлажнением, низким плодородием почв и жесткими климатическими условиями 65,2 % площади покрытых лесной растительностью земель характеризуется Va–Vб классами бонитета.

При общем фонде лесовосстановления на 1 января 2021 г., составляющем 256,8 тыс. га, на долю гарей пришлось 38,5 % этого фонда, погибших лесных насаждений — 10,4, вырубок — 48,3, прогалин и пустырей — 2,8 %.

Следует особо отметить, что мероприятия по компенсационному лесовосстановлению и лесоразведению могут проводиться только на старых вырубках, гарях, на участках погибших насаждений на прогалинах и пустырях. На свежих вырубках работы по лесовосстановлению осуществляются арендаторами лесного фонда, осуществляющими заготовку древесины. При этом вырубки, гари и участки погибших насаждений в условиях Западно-Сибирского среднетаежного равнинного и Западно-Сибирского северотаежного равнинного лесных районов в течение первых 5 лет интенсивно зарастают мягколиственными породами. В результате на тех участках, где рубка, пожар или ветровал произошли более 5 лет тому назад, можно говорить не о создании лесных культур, а о реконструкции мягколиственных насаждений.

Если учесть низкую потенциальную производительность древостоев в насаждениях большинства типов леса с экономической и лесоводственной точек зрения проведение реконструкции нецелесообразно [24, 25]. Правильнее было бы на территории ХМАО — Югры утвердить березу в качестве главной древесной породы, что наряду с получением востребованной березовой древесины обеспечит быстрый перевод не покрытых лесной растительностью земель в покрытые. Это будет способствовать улучшению экологической обстановки в регионе. Кроме того, формирование хвойных искусственных насаждений при высокой конкуренции со стороны мягколиственных пород малоперспективно. В пользу последнего вывода свидетельствует отсутствие в Постановлении данных о выделении средств на агротехнические и лесоводственные уходы.

Постановление предусматривает создание лесных культур с помощью посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС). Однако на территории ХМАО — Югры отсутствует опыт создания подобных культур. Кроме того, в Уральском федеральном округе нет лесных

селекционно-семеноводческих центров по выращиванию семян или саженцев с ЗКС, поэтому крайне необходимы инвестиции в размере около 1,5 млрд руб. для создания такого центра.

На территории ХМАО — Югры выделено четыре группы типов леса. Создание лесных культур в первой группе (лишайниковый и лишайниково-брусничный типы леса) нецелесообразно, поскольку при наличии обсеменителей они великолепно возобновляются естественным способом.

В четвертой группе типов леса (сфагновые и травяно-болотные леса) создание лесных культур не имеет смысла без проведения гидромелиоративных работ.

Таким образом, потенциальными объектами создания компенсационных лесных культур являются вырубki, гари и участки погибших насаждений второй и третьей групп типов леса. Редины и прогалины в условиях округа образовались естественно по причине низкого плодородия и неблагоприятного гидрологического режима почв, следовательно, создание в них лесных культур также нецелесообразно.

Гари и участки погибших насаждений находятся преимущественно в труднодоступных местах, поэтому для проведения лесовосстановительных работ требуются строительство дополнительных лесохозяйственных дорог, расчистка площадей от неликвидной древесины, а это резко увеличивает себестоимость создания лесных культур. Даже по примерным подсчетам ориентировочная стоимость создания лесных культур сеянцами с ЗКС может составить 0,5–1,0 млн руб./га. Кроме того, как отмечалось ранее, потребуются проведение агротехнических и лесоводственных уходов, отсутствие которых приведет к дискредитации Постановления.

По данным Департамента недропользования и природных ресурсов ХМАО — Югры, в общем фонде лесовосстановления, доступном для хозяйственного воздействия (122 тыс. га), лесовосстановление путем создания лесных культур можно обеспечить на площади всего лишь в 17,4 тыс. га (форма № 12-ГЛР на 01.01.2021 г.). При этом объем обязательств предприятий топливно-энергетического комплекса по компенсационному лесовосстановлению только в 2020 г. составил 14,3 тыс. га. Следовательно, при реализации требований постановления, все площади, рекомендуемые для искусственного лесовосстановления, будут использованы уже в 2021 г.

Следует отметить, что в ХМАО — Югры имеется значительный опыт проведения компенсационных мероприятий. За период с 2008 по 2019 гг. в рамках компенсационных мероприятий создано 10831,7 га лесных культур

сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.) и 1712,9 га — сосны обыкновенной. Кроме того, здесь проводились рубки ухода в мягколиственных молодняках (потенциальных кедровниках) в целях их переформирования в кедровники. При этом в основу работ была положена монетизация, т. е. предприятия топливно-энергетического комплекса, использующие лесной фонд для размещения линейных и площадных объектов, перечисляли в специальный фонд денежные средства, с помощью которых оплачивалось проведение компенсационных мероприятий специализированными предприятиями. Общий объем выделенных средств за период с 2008 по 2019 гг. составил более 700 млн руб. При этом себестоимость создания лесных культур сосны сибирской — 200 тыс. руб./га, сосны обыкновенной — 140 тыс. руб./га, проведение рубок ухода в потенциальных кедровниках — 70 тыс. руб./га.

Полагаем, что монетизация позволила бы снять многие вопросы проведения компенсационных мероприятий. Последнее особенно важно, поскольку без проведения агротехнических и лесоводственных уходов созданные лесные культуры просто погибнут.

Выводы

1. Целесообразность компенсационного лесовосстановления не вызывает сомнений, однако, содержание Постановления Правительства Российской Федерации от 7 мая 2019 г. № 566 «Об утверждении Правил выполнения работ по лесовосстановлению или лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка» нуждается в уточнении.

2. Требование перехода на создание лесных культур только посадочным материалом с ЗКС не обосновано. Главную роль при этом играет не вид посадочного материала, а период перевода не покрытых лесной растительностью участков в покрытые лесной растительностью земли.

3. Необходима монетизация компенсационных мероприятий, что позволит предусмотреть агротехнические и лесоводственные уходы, а также правильно спланировать способы лесовосстановления.

4. Компенсационные мероприятия целесообразно планировать не в рамках субъекта РФ, а в рамках федерального округа, что позволит использовать средства более рационально и получить больший лесоводственный и экономический эффект от компенсационных мероприятий.

Список литературы

- [1] Залесов С.В., Кряжевских Н.А., Крупинин Н.Я. Деградация и демутация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2002. Вып. 1. 436 с.
- [2] Stavishenko I.V., Zalesov S.V., Luganskii N.A., Kryazhevskikh N.A., Morozov A.E. Communities of wood-attacking fungi in the region of oil and gas production // Russian J. of Ecology, 2002, t. 33, no. 3, pp. 161–169.
- [3] Anikeev D.R., Luganskii N.A., Zalesov S.V., Yusupov I.A., Lopatin K.I. Effect of emissions from petroleum gas flares on the Leproductive state of pine stands in the northern taiga subzone // Russian J. of Ecology, 2006, t. 37, no. 2, pp. 109–113.
- [4] Захаров А.И., Гаркунов Г.А., Чижов Б.Е. Виды и масштабы воздействий нефтедобывающей промышленности на лесной фонд Ханты-Мансийского автономного округа // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Вып. 6. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 1998. С. 149–160.
- [5] Цветков В.Ф. Камо грядеши. Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. 254 с.
- [6] Захаров А.И. Горимость лесов Ханты-Мансийского автономного округа // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Вып. 6. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 1998. С. 99–106.
- [7] Залесов С.В., Годовалов Г.А., Платонов Е.Ю. Уточненная шкала распределения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности // Аграрный вестник Урала, 2013. № 10 (116). С. 45–49.
- [8] Баталов А.Е. Мониторинг восстановления растительного покрова на Ардалинском нефтяном месторождении (Большеземельская тундра) // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2007. С. 22–38.
- [9] 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.
- [10] 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 J. of Agriculture Sciences, 2020, no. 35 (1), pp. 7–14. Doi: 10.28955/alinterizbd.696559
- [11] Седых В.Н. Парадоксы в решении экологических проблем Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2005. 160 с.
- [12] Седых В.Н. Лесообразовательный процесс. Новосибирск: Наука, 2009. 164 с.
- [13] Седых В.Н. Леса и нефтегазовый комплекс. Новосибирск: Наука, 2011. 138 с.
- [14] Мехренцев А.В., Хрущева М.И., Залесов С.В., Леонгардт В.А. Качество жизни: проблемы и перспективы XXI века. Екатеринбург: ГК «Стратегия позитива», 2013. 532 с.
- [15] Жилищно-коммунальное хозяйство и качество жизни в XXI веке: экономические модели, новые технологии и практики управления / под ред. Я.П. Силина, Г.А. Астратовой. Москва; Екатеринбург: Издательский центр «Науковедение», 2017. 600 с.
- [16] Качество жизни в XXI веке: актуальные проблемы и перспективы / под ред. Г.А. Астратовой. Екатеринбург: ГК «Стратегия позитива», 2014. 542 с.
- [17] Залесов С.В., Ведерников Е.А., Залесов В.Н., Сандаков О.Н., Пономарева А.В., Эфа Д.Э. Задачи сохранения биоразнообразия при заготовке древесины и пути их решения // Аграрный вестник Урала, 2016. № 2 (144). С. 37–40.
- [18] Алейникова А.А., Семенцова М.В., Яницкая Т.О. Полевой определитель ключевых лесосек на территории Иркутской области. М.: WWF, 1986. 86 с.
- [19] Об утверждении Правил выполнения работ по лесовосстановлению или лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка: Утв. Постановлением Правительства РФ от 7 мая 2019 г. № 566. URL: <https://docs.cntd.ru/document/554506302> (дата обращения 15.04.2021 г.).
- [20] ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИгослесхоза СССР, 1983. 60 с.
- [21] Бунькова Н.П., Залесов С.В., Залесова Е.С., Магасумова А.Г., Осипенко Р.А. Основы фитомониторинга. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2020. 90 с.
- [22] Черных А.И., Оплетаев А.С. Анализ повыведельной геобазы с использованием SQL-запросов для определения статически достоверной информации на примере ГИС MAPINFO // Леса России и хозяйство в них, 2013. № 1 (44). С. 53–54.
- [23] Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: Утв. Приказом Минприроды России от 4.12.2020 г. № 1014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573123762> (дата обращения 15.04.2021 г.).
- [24] Залесов С.В., Попов А.С., Кравченко К.В., Кученкова М.В., Фомин Л.О. Об особенностях реализации закона от 19.07.2018 г. № 212-ФЗ «О компенсационном лесовосстановлении и лесоразведении на территории Ямало-Ненецкого автономного округа» // Леса России и хозяйство в них, 2020. № 2 (73). С. 58–64.
- [25] Леса Югры / под ред. С.В. Залесова. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2010. 200 с.

Сведения об авторах

Платонов Евгений Петрович — канд. с.-х. наук, ректор ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», platonovep@m.usfeu.ru

Оплетаев Антон Сергеевич — канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесоводства ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», opletaevas@m.usfeu.ru

Залесов Сергей Вениаминович — д-р с.-х. наук, зав. кафедрой лесоводства ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Zalesovsv@m.usfeu.ru

Башегуров Константин Андреевич — аспирант ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», bashegurovka@m.usfeu.ru

Поступила в редакцию 02.07.2021.

Принята к публикации 19.08.2021.

MEASURES TO IMPROVE COMPENSATORY REFORESTATION

E.P. Platonov, A.S. Opletaev, S.V. Zalesov, K.A. Bashegurov

FSBSS HO «The Ural state Forest Engineering University», 37, Sibirsky Tract st., 620100, Ekaterinburg, Russia

Zalesovsv@usfeu.ru

Based on the materials of long-term research of departmental materials and production experience, an attempt was made to analyze the possibility of implementing the Russian Federation Government decree of May 7, 2019 № 566 «On the approval of the rules for performing reforestation or afforestation by persons using forests in accordance with Article 43–46 of the Forest code of the Russian Federation and by persons who have applied for an application to change the designated purpose of the forest area». It is noted that, despite the timeliness of the Russian Federation government resolution it does not fully comply with the regional conditions of a number of constituent entities of the Russian Federation and in particular the Khanty-Mansiisk Autonomous district — Yugra. In areas of oil and gas production, carrying out compensatory measures by creating forest plantations using ball-rooted seedlings on hard to reach burnt areas and in dead plantations will lead to unreasonably high costs for reforestation and the lack of agrotechnical and silvicultural care will result in the death of forest crops as well as discredit the compensatory measures. Considering some work experience on compensatory reforestation in the Khanty-Mansiisk Autonomous district — Yugra the suggestions were made to improve the compensatory measures.

Keywords: compensatory reforestation, reforestations, forest crops, agrotechnical and silvicultural care, ball-rooted seedling

Suggested citation: Platonov E.P., Opletaev A.S., Zalesov S.V., Bashegurov K.A. *Puti sovershenstvovaniya meropriyatiy po kompensatsionnomu lesovosstanovleniyu* [Measures to improve compensatory reforestation]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 5–10. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-5-10

References

- [1] Zalesov S.V., Kryazhevskikh N.A., Krupinin N.Ya. *Degradatsiya i demutatsiya lesnykh ekosistem v usloviyakh neftegazodobychi* [Degradation and demutation of forest ecosystems in conditions of oil and gas production]. Yekaterinburg: UGLTU, 2002, iss. 1, 436 p.
- [2] Stavishenko I.V., Zalesov S.V., Luganskii N.A., Kryazhevskikh N.A., Morozov A.E. Communities of wood-attacking fungi in the region of oil and gas production. *Russian J. of Ecology*, 2002, t. 33, no. 3, pp. 161–169.
- [3] Anikeev D.R., Luganskii N.A., Zalesov S.V., Yusupov I.A., Lopatin K.I. Effect of emissions from petroleum gas flares on the Leproductive state of pine stands in the northern taiga subzone. *Russian J. of Ecology*, 2006, t. 37, no. 2, pp. 109–113.
- [4] Zakharov A.I., Garkunov G.A., Chizhov B.E. *Vidy i masshtaby vozdeystviy neftedobyvayushchey promyshlennosti na lesnoy fond Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga* [Types and scale of the impact of the oil industry on the forest fund of the Khanty-Mansiisk Autonomous Okrug]. *Lesa i lesnoe khozyaystvo Zapadnoy Sibiri* [Forests and forestry of Western Siberia]. Iss. 6. Tyumen: Tyumen State Publishing House. University, 1998, pp. 149–160.
- [5] Tsvetkov V.F. *Kamo gryadeshi. Nekotorye voprosy lesovedeniya i lesovodstva na Evropeyskom Severe* [Camo is coming. Some questions of forestry and forestry in the European North]. Arkhangelsk: AGTU, 2000, 254 p.
- [6] Zakharov A.I. *Gorimost' lesov Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga* [Burningness of the forests of the Khanty-Mansiisk Autonomous Okrug]. *Lesa i lesnoe khozyaystvo Zapadnoy Sibiri* [Forests and forestry of Western Siberia]. Iss. 6. Tyumen: Publishing house of the Tyumen state. University, 1998, pp. 99–106.
- [7] Zalesov S.V., Godovalov G.A., Platonov E.Yu. *Utochnennaya shkala raspredeleniya uchastkov lesnogo fonda po klassam prirodnoy pozharnoy opasnosti* [A refined scale for the distribution of forest areas by natural fire hazard classes]. *Agrarny vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2013, no. 10 (116), pp. 45–49.
- [8] Batalov A.E. *Monitoring vosstanovleniya rastitel'nogo pokrova na Ardalinskom neftyanom mestorozhdenii (Bol'shezemel'skaya tundra)* [Monitoring the restoration of vegetation cover at the Ardalinskoye oil field (Bolshezemel'skaya tundra)]. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya i monitoring narushennykh zemel'* [Biological reclamation and monitoring of disturbed lands]. Ekaterinburg: UGLTU, 2007, pp. 22–38.
- [9] Bachurina A.V., Zalesov S.V., Tolkach O.V. *Effektivnost' lesnoy rekul'tivatsii narushennykh zemel' v zone vliyaniya medeplavil'nogo proizvodstva* [Efficiency of forest reclamation of disturbed lands in the zone of influence of copper smelting production]. [*Ecology and Industry of Russia*], 2020, no. 24 (6), pp. 67–71.
- [10] 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 J. of Agriculture Sciences*, 2020, no. 35 (1), pp. 7–14. Doi: 10.28955/alinterizbd.696559
- [11] Sedykh V.N. *Paradoksy v reshenii ekologicheskikh problem Zapadnoy Sibiri* [Paradoxes in solving environmental problems of Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 2005, 160 p.
- [12] Sedykh V.N. *Lesoobrazovatel'nyy protsess* [Forest formation process]. Novosibirsk: Nauka, 2009, 164 p.
- [13] Sedykh V.N. *Lesa i neftegazovyy kompleks* [Forests and oil and gas complex]. Novosibirsk: Nauka, 2011, 138 p.
- [14] Mekhrentsev A.V., Khrushcheva M.I., Zalesov S.V., Leongardt V.A. *Kachestvo zhizni: problemy i perspektivy XXI veka* [Quality of life: problems and perspectives of the XXI century]. Yekaterinburg: GC «Positive Strategy TM», 2013, 532 p.
- [15] *Zhilishchno-kommunal'noe khozyaystvo i kachestvo zhizni v XXI veke: ekonomicheskie modeli, novye tekhnologii i praktiki upravleniya* [Housing and communal services and the quality of life in the XXI century: economic models, new technologies and management practices]. Ed. Silin N.S., Astratov G.A. Moscow; Yekaterinburg: Publishing house. Center for Science Studies, 2017, 600 p.
- [16] *Kachestvo zhizni v XXI veke: aktual'nye problemy i perspektivy* [Quality of life in the XXI century: actual problems and prospects]. Ed. G.A. Astratova. Yekaterinburg: GC «Positive Strategy TM», 2014, 542 p.

- [17] Zalesov S.V., Vedernikov E.A., Zalesov V.N., Sandakov O.N., Ponomareva A.V., Efa D.E. *Zadachi sokhraneniya bioraznoobraziya pri zagotovke drevesiny i puti ikh resheniya* [Tasks of biodiversity conservation during timber harvesting and ways to solve them]. *Agrarnyy vestnik Urals* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2016, no. 2 (144), pp. 37–40.
- [18] Aleynikova A.A., Sementsova M.V., Yanitskaya T.O. *Polevoy opredelitel' klyuchevykh lesosek na territorii Irkutskoy oblasti* [Field guide for key cutting areas in the Irkutsk region]. Moscow: WWF, 1986, 86 p.
- [19] *Ob utverzhdenii Pravil vypolneniya rabot po lesovosstanovleniyu ili lesorazvedeniyu litsami, ispol'zuyushchimi lesa v sootvetstvii so stat'yami 43–46 Lesnogo kodeksa Rossiyskoy Federatsii, i litsami, obrativshimisya s khodataystvom ili zayavleniem ob izmenenii tselevogo naznacheniya lesnogo uchastka: Utv. Postanovleniem Pravitel'stva RF ot 7 maya 2019 g. № 566* [On the approval of the Rules for the performance of work on reforestation or afforestation by persons using forests in accordance with Articles 43–46 of the Forest Code of the Russian Federation, and persons who have applied for or an application to change the designated purpose of a forest area: Approved. Decree of the Government of the Russian Federation of May 7, 2019 No. 566]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/554506302> (accessed 15.04.2021).
- [20] OST 56-69-83 *Ploshchadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [Forest inventory test areas. Bookmark method]. Moscow: TsBNTIgosleskhoza USSR, 1983, 60 p.
- [21] Bun'kova N.P., Zalesov S.V., Zalesova E.S., Magasumova A.G., Osipenko R.A. *Osnovy fitomonitoringa* [Fundamentals of phytomonitoring]. Ekaterinburg: UGLTU, 2020, 90 p.
- [22] Chermnykh A.I., Opletaev A.S. *Analiz povydel'noy geobazy s ispol'zovaniem SQL-zaprosov dlya opredeleniya staticheski dostovernoy informatsii na primere GIS MAPINFO* [Analysis of a pop-up geobase using SQL-queries to determine statically reliable information on the example of GIS MAPINFO]. *Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh* [Forests of Russia and the economy in them], 2013, no. 1 (44), pp. 53–54.
- [23] *Ob utverzhdenii Pravil lesovosstanovleniya, sostava proekta lesovosstanovleniya, poryadka razrabotki proekta lesovosstanovleniya i vneseniya v nego izmeneniy: Utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 4.12.2020 g. № 1014* [On the approval of the Rules for reforestation, the composition of the reforestation project, the procedure for the development of the reforestation project and amending it: Approved. By order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated December 4, 2020 No. 1014]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573123762> (accessed 15.04.2021).
- [24] Zalesov S.V., Popov A.S., Kravchenko K.V., Kuchenkova M.V., Fomin L.O. *Ob osobennostyakh realizatsii zakona ot 19.07.2018 g. № 212-FZ «O kompensatsionnom lesovosstanovlenii i lesorazvedenii na territorii Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga»* [On the peculiarities of the implementation of the law of 19.07.2018, No. 212-FZ On compensatory reforestation and afforestation in the territory of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug]. *Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh* [Forests of Russia and their economy], 2020, no. 2 (73), pp. 58–64.
- [25] *Lesa Yugry* [Forests of Ugra]. Ed. S.V. Zalesov. Ekaterinburg: UGLTU, 2010, 200 p.

Authors' information

Platonov Evgeny Petrovich — Cand. Sci. (Agriculture), Rector of the Ural State Forestry University, platonovp@m.usfeu.ru

Opletaev Anton Sergeevich — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Forestry of the Ural State Forestry Engineering University, opletaevas@m.usfeu.ru

Zalesov Sergey Veniaminovich — Dr. Sci. (Agriculture), Head of the Department of Forestry, of the Ural State Forestry University, Zalesovsv@m.usfeu.ru

Bashegurov Konstantin Andreevich — Post-graduate student of the Ural State Forestry University, bashegurovka@m.usfeu.ru

Received 02.07.2021.

Accepted for publication 19.08.2021.

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СУКЦЕССИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РУБОК УХОДА В ЕЛЬНИКЕ ЧЕРНИЧНОМ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

Е.Н. Наквасина¹, А.С. Ильинцев², А.-А.П. Дунаева¹

¹ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), 163002, Россия, г. Архангельск, ул. Набережная Северной Двины, д. 17

²ФБУ Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, д. 13

nakvasina@yandex.ru

Представлены материалы изучения повреждений почвенного покрова при проведении двухприемных (1973 и 2002 гг.) рубок переформирования в ельнике черничном северной тайги (хлыстовая трелевка, трактор ТДТ-55). Установлены типы повреждений, сохраняющиеся при восстановительной сукцессии в течение 50 лет и имеющие признаки, связанные с нарушениями, которые вызваны проведением работ. Выявлено, что мозаичность перемешанных горизонтов сохраняется, придавленная техникой лесная подстилка заменяется новообразованной при сохранении нетипичного для нативной подзолистой почвы органогенного горизонта средней степени разложения. Указано, что наиболее частым нарушением верхних горизонтов почв при проведении рубок ухода, связанных с недостаточным покрытием волоков порубочными остатками, является формирование перемешанного горизонта, формирующегося в связи с перемешиванием почв гусеницами трактора. Определена доля таких повреждений — 77 и 79 % на волоках 1973 и 2002 гг. соответственно, но глубина повреждения невелика: в среднем 10 см, с колебаниями до 22 см. При этом установлены развитие в нано- и микропонижениях процессов оторфянивания и оглеения, постепенное увеличение числа локализаций с проявлением заболачивания почв. Обнаружено, что доля заболоченных почв в 2,5 раза выше на волоках 1973 г., чем на волоках 2002 г. (86,9 и 37,3 % соответственно). Длительное сохранение нарушений почвенного покрова по строению почвенного профиля вызывает необходимость разработки классификационных подходов для совершенствования диагностики антропогенно нарушенных почв на лесосеках. Даны предложения по выделению классификационных единиц.

Ключевые слова: рубки ухода, лесозаготовительная техника, почвенный покров, нарушения, сукцессии, классификация

Ссылка для цитирования: Наквасина Е.Н., Ильинцев А.С., Дунаева А.-А.П. Восстановительные сукцессии повреждений почвенного покрова при проведении рубок ухода в ельнике черничном северной тайги // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 11–19. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-11-19

Лесозаготовительные работы, связанные с рубкой и трелевкой деревьев, оказывают непосредственное воздействие на почвенный покров при любой технологии — от самой простой до самой сложной — с применением многооперационной техники [1]. Во время проведения технологических операций техника сдирает лесную подстилку, оголяя минеральные горизонты, или перемешивает верхние горизонты почвы, смешивая органогенные слои с минеральными, но при этом почти всегда уплотняет почву, формирует колеи разной глубины и т. п. Это может послужить причиной деградации почв [2], так как при антропогенных нарушениях происходят изменения не только их физических, химических и биологических свойств, но и изменяется структура почвенного покрова [3–5]. Равнинные участки колеи и другие углубления, которые появляются при проходе техники, часто являются сборниками осадков и заполняются водой на длительный период, что приводит к развитию процессов оглеения и локального анаэробно-биологического разложения [6].

Восстановление нарушенных почв происходит на протяжении нескольких десятилетий после проведения рубок, а в некоторых случаях имеют

место и необратимые повреждения [7, 8]. Наблюдения показывают, что в течение 15 лет после рубки глубокие колеи сглаживаются, но полностью не исчезают [9].

Несомненно, восстановление почв после повреждений лесозаготовительной техникой связано с длительностью периода после рубки [7, 10] и при этом зависит от свойств почвы [1], глубины воздействия [11]. Считается, что процесс восстановления почв на вырубках может затянуться на десятилетия. По данным работ [12–14], только на восстановление физических свойств почв может потребоваться 30...40 лет, а, согласно работе [15], в условиях таежной зоны оно может растянуться и на 70 лет. Еще больше времени необходимо для восстановления структуры почвенного профиля. По мнению авторов работы [7], на это может уйти до 140 лет, в зависимости от групп почв, классифицированных по последствиям нарушений почвенного покрова. На значительные сроки восстановления морфологических признаков турбированных горизонтов указано также в работе [16], в которой представлены материалы исследований, проведенных в близких условиях.

Изменения в строении почвенного профиля, вызываемые различными типами воздействия лесозаготовительной техники, обуславливают структурные изменения и диагностические особенности, которые могут сохраняться длительное время, а, следовательно, должны учитываться при оценке лесосек и при их восстановлении. Для восстановления нарушенных почв, подвергшихся различному антропогенному воздействию, необходима разработка новых подходов к их детальной классификации [17, 18] для включения и совершенствования новой Классификации и диагностики почв России [19], для составления которой впервые была привлечена научная общественность.

Цель работы

Цель работы — рассмотрение изученных сукцессионных изменений в строении почвенного покрова на основном технологическом элементе (волоке) при рубках ухода в черничном типе леса (в пределах северной тайги) для разработки подходов к классификации почв пострубочных экосистем.

Объекты и методы

Исследования проведены в 2019–2020 гг. на участке рубок переформирования в Усть-Двинском участковом лесничестве Архангельского лесничества (северная тайга). Двухприемные рубки проводились в 1973 г. и в 2002 г. в спелом насаждении состава 6ЕЗС1Б+Ос черничного типа леса коридорным способом. Коридоры шириной 4 м закладывали в первый прием через 30 м, во второй — сдвигая на 10 м в сторону пасаки. Рубку проводили бензопилой, трелевку хлыстами — гусеничным трактором ТДТ-55. Несмотря на значительную массу (9,6 т) давление гусениц этой модели на грунт составляет не более 0,45 МПа, что позволяет работать на почвогрунтах с низкой несущей способностью [20]. Трактор ТДТ-55 относится к относительно легкой технике, поскольку масса современных лесозаготовительных машин с грузом достигает 40 т [21].

Выборка по запасу при проведении рубок ухода составила 48 м³/га (21 %). Очистку лесосек проводили укладкой порубочных остатков на волоки. Однако вследствие малой выборки при рубках ухода они покрывали только 31,5 % площади волоков при объеме 38,9 м³/га [22], что, несомненно, сказалось на повреждении почвенного покрова.

Почвенный покров на участке представлен типичной для ельников черничных северной тайги почвой — поверхностно-подзолистой легкосуглинистой иллювиально-железистой на тяжелом моренном суглинке. Для изучения структуры и

типичности повреждения почв при трелевке на волоках (края волока и центр) и пасаках проводили почвенное опробование путем закладки прикопок, вскрывая верхние почвенные горизонты до глубины не более 40 см. Именно до этой глубины диагностируются повреждения почв при лесозаготовках [17]. Общее число точек опробования составило 180 шт.

Для предварительного определения колеяного и межколеяного пространства на волоках провели почвенное опробование на траншеях, заложенных поперек волоков. В настоящее время на обоих волоках колеи затянуты растительностью, заметны только на отдельных участках волоков, как правило в понижениях, а повреждения почв характерны по всей ширине волока. Поэтому дальнейшее точечное почвенное опробование проводили в центре волока (ожидаемое межколеяное пространство) и по краям волока (ожидаемые колеи) с шагом 2 м.

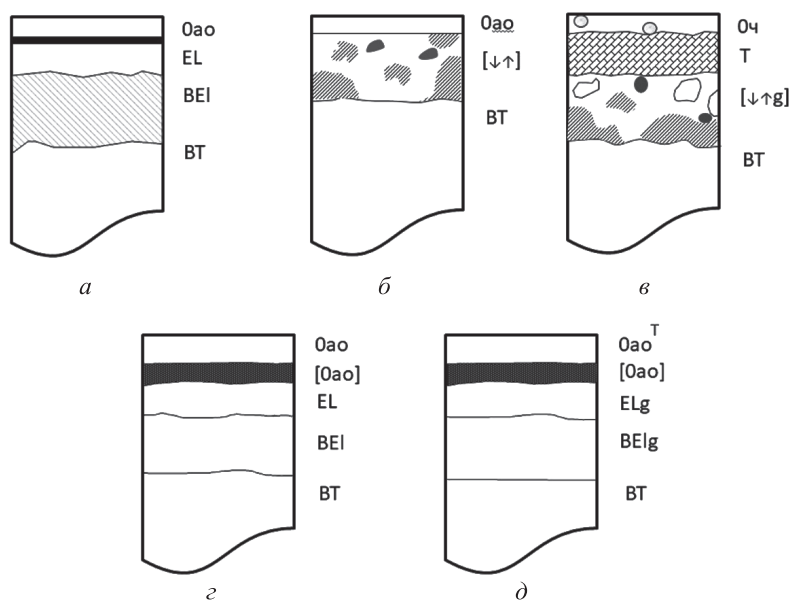
Каждую прикопку и траншею описывали с выделением типичных классификационных горизонтов и перемешанных горизонтов, в которых отмечались мозаичный состав, присутствие детрита различной степени разложения, наличие родовых и видовых признаков (оглеения, оторфывания и разложения органогенных горизонтов), замерялась толщина горизонтов согласно [19]. Одновременно проводили учет естественного возобновления и живого напочвенного покрова по общепринятым методикам.

Результаты и обсуждение

В настоящее время на волоках, по сравнению с пасаками, произошло породное и численное изменение в разрастающемся естественном возобновлении и в представленности видов живого напочвенного покрова. Модификации при восстановительной сукцессии, связанные с растительностью, отражаются в реградации почвенного покрова.

Почвенное опробование (42 точки) на пасаках в год обследования не выявило нарушений поверхностных горизонтов почвы, строение их не было нарушенным, мощность подзолистого горизонта Е1 в среднем составляла 3 см.

На пасаках средний состав подроста — 60Е37Ос3Б, общая численность — 5,5 тыс. шт./га. Представленность подроста на волоках 1973 г. (46 лет после рубки) и волоках 2002 г. (17 лет после рубки) отличается, что может быть связано с совпадением или несовпадением года рубки с семенными годами, прежде всего хвойных пород. В северных районах семенные годы ели и сосны наблюдаются через 3...5 и 15 лет соответственно [23]. На волоке рубки 1973 г. состав подроста — 75Е15Б7Ос3С при средней численности



Строение почвенных профилей нативной подзолистой почвы на пасаках (а), нарушенных почв на волоках с перемешанным горизонтом без заболачивания (б), с заболачиванием (в), с трансформацией лесной подстилки без заболачивания (г) и с заболачиванием (д)

The structure of native podzolic soil profiles on swath (a), damaged soils on skid roads with a mixed bedrock without waterlogging (б), with waterlogging (в), with transformation of forest litter without waterlogging (г) and with waterlogging (д)

18,9 тыс. шт./га. Преобладающий подрост ели представлен различными категориями крупности. Тогда как на волоке рубки 2002 г. возобновление шло преимущественно березой и осинкой, подрост сосны и ели в основном мелкий, ослабленный, поселившийся после пионерных березы и осины. Состав подроста — 36Б26С22Е16Ос при средней численности 11,5 тыс. шт./га. Подлесок на волоках распространен единично или группами и представлен рябиной, можжевельником, шиповником, ивой в общей численности 0,6 тыс. шт./га. Под пологом древостоя два последних вида отсутствуют, численность подлеска не превышает 0,2 тыс. шт./га.

На пасеке напочвенный покров представлен типичными лесными видами (численность травяно-кустарничкового яруса — 28 видов, мохово-лишайникового — 16 видов) с преобладанием *Vaccinium myrtillus* (среднее проективное покрытие 43 %). В моховом покрове преобладает типичный для этого типа леса мох Плеурозиум Шребери (*Pleurozium schreberi*) (30 %), проективное покрытие сопутствующих мхов Политрихума обыкновенного (*Polytrichum commune*), Хилокомиума блестящего (*Hylocomium splendens*), видов рода Сфагнум (*Sphagnum sp.*) составляет 10...15 % каждого вида. На волоках осветление, нарушение почвенного покрова (в том числе колеиность), частичное покрытие детритом и формирование нано- и микровариаций рельефа привело к изменению растительного покрова. Так, спустя 17 лет

после рубки, на волоках резко увеличивается число видов травяно-кустарничкового яруса (36 видов), число видов мохово-лишайникового яруса изменяется незначительно (18 видов). При этом проективное покрытие черники (*Vaccinium myrtillus*) уменьшилось на 22 %, а доля мхов рода сфагнум закономерно увеличилась до 35 % (варьирует в пределах от 10...50 %), при относительно стабильном проективном покрытии типичных зеленых мхов. На волоках спустя 46 лет после рубки число видов в травяно-кустарничковом и мохово-лишайниковом ярусах приблизилось к исходному насаждению (пасеке) и составило 29 и 28 видов соответственно. Проективное покрытие черники (23 %) и типичными зелеными мхами (15 %) остается стабильным, проективное покрытие сфагновых мхов остается достаточно высоким по сравнению с пасекой (в среднем 30 %, варьирует в пределах 5...65 %). Влаголюбивые мхи являются индикаторами процессов поверхностного заболачивания, происходящих в почве.

На волоке шириной 4 м в почвенных разностях не просматривается четкое деление по повреждениям на колеи и межколеиное пространство (центр волока), что может быть обусловлено как техническими характеристиками применяемой техники (при ширине ходовой части 2,35 м, ширине гусениц — 44, дорожного просвета — 55,5 см), так и извилистостью движения трактора между оставленными на волоке пнями, перевалкой

через них. В результате припневая часть почвы остается ненарушенной, а остальная часть волока, свободная от пней и крупных порубочных остатков, повреждена по всей ширине проезжей части трактора однотипно, о чем позволяет судить наличие и толщина перемешанного горизонта. Средняя толщина перемешанного горизонта на волоках 1973 г. составляет 8,9...10,4 см, на волоках 2002 г. — 10,5...10,7 см, при среднем коэффициенте изменчивости (36...39%). Подобный тип повреждения может быть связан также и с недостаточным покрытием волока порубочными остатками при проведении рубок ухода, в отличие от сплошных рубок.

Все это привело к тому, что при проведении почвенного опробования на волоках отмечены различные типы повреждения почв, зафиксированные в строении почвенного профиля (верхних горизонтов) и сохраняющие типичные признаки при восстановительной сукцессии разных сроков проведения лесозаготовительных работ (рисунок).

На волоках часто встречаются повреждения почвенного покрова, связанные с перемешиванием верхних горизонтов почвы (см. рисунок, б). В этом случае в толще почвенного разреза выделяется перемешанный горизонт, состоящий из двух (подзолистого и иллювиального), или трех (лесной подстилки, подзолистого и иллювиального) горизонтов, что идентифицируется по мозаике пятен. В первом случае на фоне белесого цвета подзолистого горизонта видны пятна рыжего цвета иллювиального горизонта, во втором случае к ним примешиваются органогенные пятна черного цвета, представленные хорошо разложившейся лесной подстилкой (торфяно-подстилочный горизонт Оао).

В некоторых случаях при прохождении восстановительной сукцессии в условиях длительного сезонного застоя поверхностной влаги развиваются процессы заболачивания (см. рисунок, в), которые могут проявляться как образованием торфа с формированием толщи сфагнового очеса на его поверхности, так и с появлением признаков оглеения, выражающихся в появлении глинистых веществ в минеральных горизонтах, прежде всего в перемешанном и контактирующим с ним иллювиальным. При сильной степени оглеения прослеживается смена окраски иллювиального горизонта на «стальной». Провокация оглеения и степень развития процесса оглеения может быть связана не только с наличием нано- и микропонижений (в том числе колеи), возникающих от проезда тяжелой техники, но также и с уплотнением почвы, которое может прослеживаться на почвах подзолистого типа на глубину до 30 см и более [9]. Разрастание сфагновых мхов подтверждает и идентифицирует такие микропонижения, которые связаны с застоем влаги.

Кроме почв с наличием перемешанного горизонта на волоках встречаются почвы с измененным строением верхней толщи почвенного профиля (см. рисунок, з), присущего нативным (типичные подзолистые почвы — см. рисунок, а) почвам, за счет появления новообразованной лесной подстилки с типичными признаками (строением по подгорizontам и окраской), но залегающей на органогенном слое толщиной не менее 4 см. Ниже этого слоя лежат типичные минеральные горизонты подзолистой почвы (E1 и BE1) ненарушенного строения. Подобный органогенный горизонт имеет равномерную среднюю до сильной степень разложения и, скорее всего, представляет собой погребенную толщу ранее существующей лесной подстилки (горизонт Оао). В этих местах могло быть уплотнение почвы без ее перемешивания или сдвига за счет локального покрытия поверхности порубочными остатками. Такие почвы, несомненно, нельзя считать турбоземами по определению [19]. В то же время их нельзя считать нативными аналогами и относить к неповрежденным. Воздействие было прежде всего за счет уплотнения, и оно привело к изменениям строения почвенного профиля, характерного для нативных почв. Несомненно, такие почвы быстрее восстановятся при прохождении восстановительной сукцессии, однако даже через 46 лет после проведения лесозаготовительных работ фиксируется сохранение признаков нарушения.

При подобных нарушениях почвенного покрова также сказывается влияние застоя поверхностной влаги в нано- и микропонижениях. Здесь могут развиваться процессы поверхностного заболачивания, связанного с сезонным застоем влаги. В этом случае (см. рисунок, д) на толще погребенной лесной подстилки начинает образовываться слой торфа со сфагновым очесом с включением неразложившихся детритных остатков, особенно хорошо заметных на ранних стадиях восстановительной сукцессии, в рассматриваемом случае через 17 лет после проведения лесозаготовительных работ. Детритные остатки вдавлены техникой в лесную подстилку и консервируются при формировании торфа. В нижележащих минеральных горизонтах появляются типичные признаки оглеения, отражающиеся в появлении скольжения, придаваемого глинистыми минералами, и изменении окраски.

Почвенное опробование, проведенное на волоках различных лет проведения рубок ухода, позволило установить доленое участие типов повреждения почв (табл. 1).

Наиболее частым нарушением верхних горизонтов почв является их перемешивание гусеницами трактора и формирование перемешанного горизонта, который сохраняется в настоящее время.

Доля таких повреждений почв составляет 77 и 79 % на волоках 1973 и 2002 гг. соответственно. Длительность восстановительной сукцессии сказалась на развитии процессов заболачивания. На волоках 1973 г. доля заболоченных почв в 2,5 раза выше, чем на волоках 2002 г. (86,9 и 37,3 % соответственно). Причем к заболачиванию при восстановительной сукцессии чаще склонны почвы с наиболее выраженным нарушением поверхностных горизонтов почв, связанным с перемешиванием. Несмотря на «затягивание» колеи, формирующихся на волоке, хорошо заметно по точечному опробованию почв, что все же наиболее частое и сильное воздействие характерно для краев волока, где и формируются более устойчивые колеи. Вопреки хлыстовой вывозке древесины суглинистые почвы подвержены образованию колеиности [24].

Застой влаги ведет к образованию торфа в пониженных локациях и затягиванию сфагновыми мхами уже через 17 лет после воздействия техники на почву (табл. 2).

По мере восстановительной сукцессии на волоках идет постепенное увеличение доли заторфованных участков, однако толщина торфа увеличивается незначительно и составляет в среднем 8...9 см (изменчивость 48...53 %). Скорее с возрастом сукцессии усиливаются процессы оглеения минеральных горизонтов, лежащих ниже.

Особый интерес представляет вопрос о количестве и сохранности порубочных остатков в толще почвы, что, по мнению А.А. Дымова [17], позволяет идентифицировать нарушенные почвы на лесосеках как турбоземы детритные. При проведении рубок ухода (выборочных рубок) количество детрита значительно меньше, как отмечалось выше. На поверхности волоков спустя 17...46 лет после рубки ухода в ельнике черничном неразложившиеся порубочные остатки встречаются единично, и только в виде оснований крупных сучьев. Повышенная освещенность и инсоляция приводят к быстрому разложению мелкого и среднего по крупности детрита. При проведении исследований детритные остатки различной степени разложения встречались в формирующихся после повреждений слоях торфа и лесной подстилки. Часто детрит включен и в перемешанный горизонт. Торф способствует более длительному сохранению детритных остатков, способствуя их консервации и снижая скорость разложения. Однако наличие порубочных остатков в толще почвы через десятилетия после нарушения почв на объектах выборочных рубок нельзя считать повсеместным и имеющим важное значение для образования восстановленных почв.

В то же время, говоря о совершенствовании классификации почв с подобными антропоген-

Т а б л и ц а 1

Распределение точек опробования с различными признаками нарушения в толще почвенного профиля (%)

Distribution of sampling points with different signs of damage in the soil profile (%)

Местоположение точек опробования	Число точек	С наличием перемешанного горизонта		Без перемешанного горизонта	
		Без признаков оглеения	С признаками оглеения	Без признаков оглеения	С признаками оглеения
Волок 1973 г.					
Центр волока	22	9,1	59,1	9,1	22,7
Края волока	39	0	82,1	10,2	7,7
Итого	61	3,3	73,8	9,8	13,1
Волок 2002 г.					
Центр волока	22	54,5	18,3	22,7	4,5
Края волока	37	40,5	43,2	13,5	2,7
Итого	59	45,8	33,9	16,9	3,4

Т а б л и ц а 2

Наличие торфяной залежи и ее мощность при восстановительной сукцессии поврежденных почв на волоках при проведении рубок ухода 1973 и 2002 гг.

The presence of a peat deposit and its thickness during the progressive succession of damaged soils on the skid roads during thinning in 1973 and 2002

Показатель	1973 г.	2002 г.
Число точек опробования почв	48	18
Количество (%) точек опробования с толщиной торфа, см		
0...10	68,8	77,0
10...20	29,2	23,0
> 20	2,0	0

ными нарушениями, а также имея в виду расширяющиеся исследования по влиянию лесозаготовительной техники на почвенный покров лесных насаждений, этот вопрос следует рассматривать во всех аспектах, и не только как результат сплошных рубок, но акцентируя внимание и на рубках выборочного характера. Это даст возможность разработать превентивные меры по снижению повреждений почв, проследить восстановительные сукцессии, применяя однотипную терминологию для сравнительных исследований. Основой для типологической систематики антропогенно нарушенных почв являются разработки, представленные в работе [19], в которой впервые и начали рассматривать подобные почвы.

Почвы с перемешанными горизонтами, согласно работе [19], относят к отделу турбированных почв. Перемешанный горизонт считается турбированным. Учитывая, что основой типов турбоземов являются особенности турбированного горизонта (с фрагментами горизонтов исходной почвы), в названии турбоземов должен быть включен исходный тип почвы. По мнению, изложенному в работе [25], изменение морфологических и физико-химических автоморфных подзолистых текстурно-дифференцированных почв на вырубках не сопровождается переходом почв, в частности, подзолистых в еловом типе леса, в другой тип.

В качестве дополнительных признаков, по нашему мнению, должны быть отражены сукцессионные изменения, связанные с преобразованиями поврежденных горизонтов и формированием новых поверхностных горизонтов разного генезиса, связанного с изменением водно-воздушного режима на лесосеках и образованием глубоких локальных повреждений почвенного покрова. Можно предложить и видовые признаки по мощности турбированного горизонта: мелкие (мелкотурбированные) — до 15 см; средние (среднетурбированные) — 15...30; глубокие (глубокотурбированные) — более 30 см.

Таким образом, почвы с наличием перемешанного горизонта, встреченные нами на волоках при проведении рубок ухода, можно по аналогии с Классификацией и диагностикой почв России (2004) считать реградированными турбоземами типичными постподзолистыми мелкотурбированными и реградированными турбоземами поверхностно-гидроморфными постподзолистыми мелкотурбированными, выражая их строение соответствующими индексами и символами:

$$\text{Oao} + \text{TUR}[\uparrow\downarrow\text{OAO-EI-BEI}] + \text{BT} + \text{C},$$

$$\text{TO} + \text{T} + \text{TURg}[\uparrow\downarrow\text{OAO-EI-BEI}] + \text{BT}(\text{g}) + \text{C}.$$

Строение почв без наличия в толще профиля перемешанного горизонта, но имеющее в почвенном профиле признаки нарушения и реградации, можно выразить следующей системой таксономических единиц, соблюдая принципы, представленные в работе [19]:

$$\text{Oao} + [\text{Oao}] + [\text{EI}] + [\text{BEI}] + \text{BT} + \text{C},$$

$$\text{TO} + \text{T} + [\text{Oao}] + [\text{EIg}] + [\text{BEIg}] + \text{BT}(\text{g}) + \text{C}.$$

Однако терминология почв с неявными нарушениями строения почвенного профиля пока остается неопределенной. На первых порах в этом направлении предлагаем называть их псевдотурбоземами: псевдотурбозем реградированный постподзолистый и псевдотурбозем реградированный поверхностно-гидроморфный. Такие почвы требуют дополнительного изучения и наблюдения при восстановительной сукцессии.

Различные типы повреждений почвенного покрова будут по-разному влиять на восстановительные процессы на лесосеках [9, 26]. Необходимо в дальнейшем проводить оценку лесосек по представленности типов повреждений на технологических элементах, а для этого важно знать свойства измененных почв, унифицировать термины и определения, проследить их связь с процессами лесовосстановления.

В перспективе продолжающихся исследований морфологического и диагностического строения почв, нарушенных при проведении лесозаготовительных работ при проведении как сплошных, так и выборочных рубок, будут постепенно складываться их терминология и диагностические признаки. Изучение почв на различных этапах восстановительной сукцессии позволит также проследить сроки и пути развития морфолого-генетических изменений в почвенном покрове, разработать систему классификационных единиц для лучшего понимания и систематизации происходящих процессов.

Выводы

Почвенные нарушения, оставленные лесозаготовительной техникой на волоках при пасечном способе проведения рубок ухода в черничном типе леса, даже в случае относительно легкой техники (ТДТ-55), сохраняются до 50 лет. Морфологические изменения, приближающие нарушенное строение почвенного профиля в верхних горизонтах подзолистых почв к нативным, не происходят. Сохраняется мозаичность перемешанных горизонтов. Придавленная техникой лесная подстилка заменяется новообразованной при сохранении нетипичного для нативной подзолистой почвы органогенного горизонта средней степени разложения. В нано- и микропонижениях развиваются процессы оторфянивания, образуется слой торфа, в котором консервируются порубочные остатки, а также происходит оглеение разной степени в нижележащих минеральных горизонтах. По крайней мере, в течение 50 лет после рубки число локализаций с проявлением заболачивания почв постепенно увеличивается. На волоках, возникших на 30 лет позднее при втором проходе рубок ухода, доля таких локаций значительно ниже.

Длительное сохранение нарушений почвенного покрова по строению почвенного профиля вызывает необходимость изучения свойств нарушенных почв по типам нарушений. Это необходимо для планирования лесовосстановительных работ, оценки естественного возобновления, а также для разработки классификационных подходов в целях совершенствования диагностики антропогенно нарушенных почв на лесосеках.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых — кандидатов наук в рамках проекта МК-2622.2021.5 «Закономерности изменения лесорастительной среды под влиянием антропогенных факторов (рубок леса) в бореальных лесах Севера»

Список литературы

- [1] Cambi M., Certini G., Neri F., Marchi E. Impact of heavy traffic on forest soils: a review // *Forest Ecology and Management*, 2015, v. 338, pp. 124–138. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.11.022
- [2] Akay A.E., Yuksel A., Reis M., Tutus A. The impacts of ground-based logging equipment on forest soil // *Polish J. of Environmental Studies*, 2007, v. 16, no. 3, pp. 371–376.
- [3] Worrell R., Hampson A. The influence of some forest operations on the sustainable management of forest soils: a review // *Forestry*, 1997, v. 70, pp. 61–85.
- [4] Powers R.F., Scott D.A., Sanchez F.G., Voldseth R.A., Page-Dumroese D., Elioff J.D., Stone D.M. The North American long-term soil productivity experiment: findings from the first decade of research // *Forest Ecology and Management*, 2005, v. 220, iss. 1–3, pp. 31–50. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.08.003>
- [5] Zetterberg T., Olsson B.A., Löfgren S., Brömssen C.V., Brandtberg P.-O. The effect of harvest intensity on long-term calcium dynamics in soil and soil solution at three coniferous sites in Sweden // *Forest Ecology and Management*, 2013, v. 302, pp. 280–294. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.03.030>
- [6] Дымов А.А., Лаптева Е.М. Изменение подзолистых почв на двучленных отложениях при рубках // *Лесоведение*, 2006. № 3. С. 42–49.
- [7] Рожков В.А., Карпачевский Л.О. Лесной покров России и охрана почв // *Почвоведение*, 2006. № 5. С. 1157–1164.
- [8] Klaes B., Struck J., Schneider R., Schu G. Middle-term effects after timber harvesting with heavy machinery on a fine-textured forest soil // *European J. of Forest Research*, 2016, v. 135, pp. 1083–1095. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-0995-2>
- [9] Ilintsev A., Bogdanov A., Nakvasina E., Amosova I., Koptev S., Tretyakov S. The natural recovery of disturbed soil, plant cover and trees after clear-cutting in the Boreal Forests, Russia // *iForest*, 2020, v. 13, pp. 531–540. DOI: 10.3832/ifor3371-013
- [10] Mohieddinna H., Brasseur B., Spichera F., Gallet-Morona E., Buridanta J., Kobaisib A., Horena H. Physical recovery of forest soil after compaction by heavy machines, revealed by penetration resistance over multiple decades // *Forest Ecology and Management*, 2019, v. 449, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117472>
- [11] Goutal N., Boivin P., Ranger J. Assessment of the natural recovery rate of soil specific volume following forest soil compaction // *Soil Science Society of America Journal*, 2012, v. 76, p. 1426. <https://doi.org/10.2136/sssaj2011.0402>
- [12] Буш К.К., Иевинь И.К. Экологические и технологические основы рубок ухода. Рига: Зинатне, 1984. 174 с.
- [13] Рубцов М.В., Дерюгин А.А., Салмина Ю.Н., Гурцев В.И. Водорегулирующая роль таежных лесов. М.: Агропромиздат, 1990. 223 с.
- [14] Чертовской В.Г., Аникеева В.А., Кубрак Н.И. Влияние сплошных рубок на водорегулирующие и почвозащитные функции северотаежных лесов // *Материалы отчетной сессии по итогам НИР в XI пятилетке*. – Архангельск: Изд-во АИЛыЛХ, 1986. С. 48–49.
- [15] Серый В.С., Аникеева В.А., Вялых Н.И., Кубрак Н.И. Изменение лесорастительных условий вырубок при современных лесозаготовках // *Экологические исследования в лесах Европейского Севера*. Архангельск, 1991. С. 3–15.
- [16] Дымов А.А. Почвы механически нарушенных участков лесосек средней тайги Республики Коми // *Лесоведение*, 2018. № 2. С. 130–142.
- [17] Дымов А.А. Сукцессии почв в бореальных лесах Республики Коми / под ред. Е.Ю. Милановского. М.: Изд-во ГЕОС, 2020. 336 с.
- [18] Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Накvasina E.H., Сивцева Н.Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // *Почвоведение*, 2014. № 10. С. 1155–1164.
- [19] Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 343 с.
- [20] О спецтехнике. URL: <http://spez-tech.com/tehnika/lesozagotovitel'naya/trelevochnnye-tractoryi/tdt/55-harakteristiki-ustroystvo-konstruktsii-stoimost.html> (дата обращения 06.03.2021 г.).
- [21] Eliasson L. Effects of forwarder tyre pressure on rut formation and soil compaction // *Silva Fennica*, 2005, v. 39, no. 4, pp. 549–557. DOI: 10.14214/sf.366
- [22] Бурова Н.В., Феклистов П.А. Антропогенная трансформация пригородных лесов. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2007. 264 с.
- [23] Салаховец П.М. Лесные культуры. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2012. 222 с.
- [24] Лаптева Е.М., Втюрин Г.М., Бобкова К.С., Каверин Д.А., Дымов А.А., Симонов Г.А. Изменение почв и почвенного покрова еловых лесов после сплошнолесосечных рубок // *Сибирский лесной журнал*, 2015. № 5. С. 64–76.
- [25] Ilintsev A., Nakvasina E., Aleynikov A., Tretyakov S., Koptev S., Bogdanov A. Middle-term changes in topsoils properties on skidding trails and cutting strips after long-gradual cutting: a case study in the boreal forest of the north-east of Russia // *Croatian J. of Forest Engineering*, 2018, v. 39, no. 1, pp. 71–83. <http://www.crojfe.com/site/assets/files/4189/ilintsev.pdf>
- [26] Катаров В.К., Сюнев В.С., Рагькова Е.И., Герасимов Ю.Ю. Влияние форвардеров на лесные почвогрунты // *Resources and Technology*, 2012. № 9(2). С. 73–81.

Сведения об авторах

Накvasина Елена Николаевна — д-р с.-х. наук, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, Почетный работник ВПО РФ, nakvasina@yandex.ru

Ильинцев Алексей Сергеевич — канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», ilintsev666@yandex.ru

Дунаева Алиса-Анастасия Павловна — аспирант кафедры лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, a.apanicina@narfu.ru

Поступила в редакцию 12.03.2021.

Принята к публикации 06.09.2021.

PRODRSSIVE SOIL SUCCESSION AFTER THINNING IN NORTHERN TAIGA BILBERRY SPRUCE FOREST

E.N. Nakvasina¹, A.S. Ilintsev², A.-A.P. Dunaeva¹

¹Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 17, Naberezhnaya Severnoy Dviny st., 163002, Arkhangelsk, Russia

²Northern Research Institute of Forestry, 13, Nikitova st., 163062, Arkhangelsk, Russia

nakvasina@yandex.ru

Damage to the top soil layers during logging operations can be of various forms (compaction, mixing, pressing, etc.) and of a long-term character. The recovery of the morphological characters and the structure of the soil profile of the native soil can take decades or have irreversible effect. We have studied the soil damage during two-stage (1973 and 2002) conversion thinning operations in the spruce forest with blueberry cover in the northern taiga (tree-length log skidding, TDT-55 tractor). The types of damage that stay during the progressive succession for 50 years and have signs of disturbances due to the logging operations were identified. The mosaic structure of the mixed bedrocks still continues to exist. The forest litter pressed by the heavy machines is replaced by the newly formed one. And at the same time, the organic bedrock of the medium degree of decomposition, which is untypical for the native podzolic soil, is preserved. Mixing by tractor tracks and the formation of mixed bedrock is the most common disturbance of the upper bedrock during logging operations due to insufficient coverage of the skid roads by felling residues. The amount of such damage to the soil is 77 % and 79 % in the skid roads of 1973 and 2002, respectively. But the depth of damage is small, which is 10 cm on average, with fluctuations up to 22 cm. In nano- and micro-depressions, the processes of peat formation and gleying develop. The number of locations with the genesis of bog soils is gradually increasing. On the skid roads of 1973 the proportion of wetlands is 2,5 times higher than in the skid roads of 2002 (86,9 % and 37,3 %, respectively). The long-term soil disturbance in the structure of the soil profile makes it necessary to develop classification approaches to improve the analysis of anthropogenic disturbed soils in cutting areas. The classification units are suggested.

Keywords: logging, logging equipment, soil cover, violations, successions, classification

Suggested citation: Nakvasina E.N., Ilintsev A.S., Dunaeva A.-A.P. *Vosstanovitel'nye suksessii povrezhdeniy pochvennogo pokrova pri provedenii rubok ukhoda v el'nike chernichnom severnoy taygi* [Prodrssive soil succession after thinning in northern taiga bilberry spruce forest]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 11–19. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-11-19

References

- [1] Cambi M., Certini G., Neri F., Marchi E. Impact of heavy traffic on forest soils: a review. *Forest Ecology and Management*, 2015, v. 338, pp. 124–138. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.11.022
- [2] Akay A.E., Yuksel A., Reis M., Tutus A. The impacts of ground-based logging equipment on forest soil. *Polish J. of Environmental Studies*, 2007, v. 16, no. 3, pp. 371–376.
- [3] Worrell R., Hampson A. The influence of some forest operations on the sustainable management of forest soils: a review. *Forestry*, 1997, v. 70, pp. 61–85.
- [4] Powers R.F., Scott D.A., Sanchez F.G., Voldseth R.A., Page-Dumroese D., Elioff J.D., Stone D.M. The North American long-term soil productivity experiment: findings from the first decade of research. *Forest Ecology and Management*, 2005, v. 220, iss. 1–3, pp. 31–50. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.08.003>
- [5] Zetterberg T., Olsson B.A., Löfgren S., Brömssen C.V., Brandtberg P.-O. The effect of harvest intensity on long-term calcium dynamics in soil and soil solution at three coniferous sites in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 2013, v. 302, pp. 280–294. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.03.030>
- [6] Dymov A.A., Lapteva E.M. *Izmeneniye podzolistykh pochv na dvuchlennykh otlozheniyakh pri rubkakh* [Changes in Podzolic Soils on Bilayered Deposits under the Influence of Felling]. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], 2006, no. 3, pp. 42–49.
- [7] Rozhkov V.A., Karpachevskiy L.O. *Lesnoy pokrov Rossii i okhrana pochv* [The Forest Cover of Russia and Soil Conservation] *Pochvovedeniye* [Eurasian Soil Science], 2006, no. 10, pp. 1157–1164.
- [8] Klaes B., Struck J., Schneider R., Schu G. Middle-term effects after timber harvesting with heavy machinery on a fine-textured forest soil. *European J. of Forest Research*, 2016, v. 135, pp. 1083–1095. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-0995-2>
- [9] Ilintsev A., Bogdanov A., Nakvasina E., Amosova I., Koptev S., Tretyakov S. The natural recovery of disturbed soil, plant cover and trees after clear-cutting in the Boreal Forests, Russia. *iForest*, 2020, v. 13, pp. 531–540. DOI: 10.3832/ifer3371-013
- [10] Mohieddinnea H., Brasseur B., Spichera F., Gallet-Morona E., Buridanta J., Kobaisib A., Horena H. Physical recovery of forest soil after compaction by heavy machines, revealed by penetration resistance over multiple decades. *Forest Ecology and Management*, 2019, v. 449, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117472>
- [11] Goutal N., Boivin P., Ranger J. Assessment of the natural recovery rate of soil specific volume following forest soil compaction. *Soil Science Society of America Journal*, 2012, v. 76, p. 1426. <https://doi.org/10.2136/sssaj2011.0402>
- [12] Bush K.K., Iyevin' I.K. *Ekologicheskiye i tekhnologicheskiye osnovy rubok ukhoda* [Ecological and technological bases of thinning]. Riga: Zinatne, 1984, 174 p.
- [13] Rubtsov M.V., Deryugin A.A., Salmina U.N., Gurtsev V.I. *Vodoreguliruyushchaya rol' tayezhnykh lesov* [Water regulating role of taiga forests]. Moscow: Agropromizdat, 1990, 223 p.

- [14] Chertovskoy V.G., Anikeyeva V.A., Kubrak N.I. et al. *Vliyaniye sploshnykh rubok na vodoreguliruyushchiyei pochvozashchitnyye funktsii severotayezhnykh lesov* [Impact of clearcutting on water regulation and soil protection functions of boreal forests] *Materialy otchetnoy sessii po itogam NIR v XI pyatiletke* [Materials of the reporting session on the results of research in the XI five-year period]. Arkhangelsk: AILiLH, 1986, pp. 48–49.
- [15] Seryy V.S., Anikeyeva V.A., Vyalykh N.I., Kubrak N.I. *Izmeneniye lesorastitel'nykh usloviy vyrubok pri sovremennykh lesozagotovkakh* [Changes in the forest growing conditions of the cutting area during modern logging] *Ekologicheskiye issledovaniya v lesakh Yevropeyskogo Severa: Sb. nauch. trudov.* [Proc. Ecological research in the forests of the European North]. Arkhangelsk, 1991, pp. 3–15.
- [16] Dymov A.A. *Pochvy mekhanicheskii narushennykh uchastkov lesosek sredney taygi Respubliki Komi* [Soils of mechanically disturbed sites at cuttings of the middle taiga of the Komi Republic] *Lesovedeniye* [Russian Journal of Forest Science], 2018, no. 2, pp. 130–142. DOI: 10.7868/S0024114818020055
- [17] Dymov A.A. *Suktssessii pochv v boreal'nykh lesakh Respubliki Komi* [Soil succession at boreal forests of the Komi Republic]. Moscow: GEOS, 2020, 336 p. DOI: 10.34756/GEOS.2020.10.37828
- [18] Prokof'yeva T.V., Gerasimova M.I., Bezuglova O.S., Bakhmatova K.A., Gol'yeva A.A., Gorbov S.N., Zharikova E.A., Matinyan N.N., Nakvasina E.N., Sivtseva N.E. *Vvedeniye pochv i pochvopodobnykh obrazovaniy gorodskikh territoriy v klassifikatsiyu pochv Rossii* [Inclusion of soils and soil-like bodies of urban territories into the Russian soil classification system]. *Pochvovedeniye* [Eurasian Soil Science], 2014, no. 10, pp. 1155–1164. DOI: 10.7868/S0032180X14100104
- [19] *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and Diagnosis of Soils in Russia]. Smolensk: Oykumena, 2004, 343 p.
- [20] *O spetstekhnike* [About special equipment]. Available at: <http://spez-tech.com/tehnika/lesozagotovitel'naya/trelevochnyie-traktoryi/tdt/55-harakteristiki-ustroystvo-konstruktsii-stoimost.html> (accessed 6 March 2021).
- [21] Eliasson L. Effects of forwarder tyre pressure on rut formation and soil compaction. *Silva Fennica*, 2005, v. 39, no. 4, pp. 549–557. DOI: 10.14214/sf.366
- [22] Burova N.V., Feklistov P.A. *Antropogennaya transformatsiya prigorodnykh lesov* [Anthropogenic transformation of suburban forests], Arkhangelsk: ASTU, 2007, 264 p.
- [23] Malakhovets P.M. *Lesnyye kul'tury: ucheb. Posobiye* [Forest cultivation: textbook]. Arkhangelsk: NArFU, 2012, 222 p.
- [24] Lapteva E.M., Vtyurin G.M., Bobkova K.S., Kaverin D.A., Dymov A.A., Simonov G.A. *Izmeneniye pochv i pochvennogo pokrova elovykh lesov posle sploshnolesosechnykh rubok* [Changes in soils and soil cover of spruce forests after clearcutting]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forest Journal], 2015, no. 5, pp. 64–76.
- [25] Ilintsev A., Nakvasina E., Aleynikov A., Tretyakov S., Koptev S., Bogdanov A. Middle-term changes in topsoils properties on skidding trails and cutting strips after long-gradual cutting: a case study in the boreal forest of the north-east of Russia. *Croatian J. of Forest Engineering*, 2018, v. 39, no. 1, pp. 71–83. <http://www.crojfe.com/site/assets/files/4189/ilintsev.pdf>
- [26] Katarov V.K., Syunev V.S., Rat'kova E.I., Gerasimov U.U. *Vliyaniye forvarderov na lesnyye pochvo-grunty* [Impact of forwarders on forest soils], *Resources and Technology*, 2012, no. 9 (2), pp. 73–81.

Authors' information

Nakvasina Elena Nikolaevna — Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Forestry and Forest Management of the Higher School of Natural Sciences and Technology of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, nakvasina@yandex.ru

Ilintsev Aleksey Sergeevich — Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher at the Northern Research Institute of Forestry, ilintsev666@yandex.ru

Dunaeva Alisa-Anastasiya Pavlovna — Pg. student of the Department of Forestry and Forest Management of the Higher School of Natural Sciences and Technology of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, a.panicina@narfu.ru

Received 12.03.2021.

Accepted for publication 06.09.2021.

УДК 630.161(581.5)

DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-20-30

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛЬНИКОВ *PICEETUM OXALIDOSUM* УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

К.Е. Ведерников

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1

wke-les@rambler.ru

Представлены результаты лесоводственно-таксационного исследования еловых насаждений кисличного типа двух лесных районов Удмуртской Республики. Отмечена гибель наиболее продуктивных особей ели (класс продуктивности I–II по Б.Д. Жилкину) и чистых еловых насаждений (кисличные типы леса, I–II класс бонитета) вследствие массового распространения короёда-типографа (*Ips typographus*). Наиболее масштабные процессы усыхания насаждений отмечены в лесном районе хвойно-широколиственных лесов Удмуртии. Выявлено снижение полноты на некоторых участках еловых насаждений до 0,1...0,3, а также накопление больших объемов мертвой древесины. Выявлено изменение экологических условий вследствие снижения полноты в еловых насаждениях, что привело к развитию полевого разнотравья и росту мягколиственных пород. Несмотря на то, что пик развития короёда пришелся на 2013 г. выявлено постепенное расширение его ареала как в лесном районе хвойно-широколиственных лесов, так и в южно-таежном лесном районе Удмуртской Республики.

Ключевые слова: еловые насаждения, таксационное описание, состояние насаждений, массовое усыхание, абсолютная полнота, сухостой, устойчивость

Ссылка для цитирования: Ведерников К.Е. Лесоводственно-таксационное состояние ельников *Piceetum oxalidosum* Удмуртской Республики // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 20–30. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-20-30

Современные леса на территории европейской части России сформировались в результате длительного антропогенного воздействия. Лесной фонд представлен преимущественно вторичными мягколиственными породами либо хвойными монокультурами. Эти леса отличаются меньшим видовым разнообразием, одновозрастными древостоями с упрощенной структурой и не способны в полной мере противостоять неблагоприятным факторам окружающей среды. Особенно остро это проявляется при погодных аномалиях. В пределах умеренного пояса аномально высокие температуры воздуха и его низкая влажность в 2010 г. привели к ослаблению еловых насаждений, сформировали благоприятные условия для развития ксилофагов [1, 2]. В дальнейшем погодные условия (температурный режим, влажность воздуха, количество осадков) были благоприятнее для развития еловых насаждений, однако их усыхание не прекратилось, а плотность популяции короёда увеличилась [3].

В настоящее время открываются широкие возможности для изучения состояния еловых насаждений в умеренном поясе в связи с их масштабным усыханием.

Удмуртская Республика относится к типичным регионам европейской части Российской Федерации с активно осваиваемым лесным фондом, в котором преобладают хвойные насаждения, т. е. большинство лесничеств с долей хвойных насаждений не менее 46 %.

Цель работы

Цель работы — изучение таксационных параметров и санитарного состояния еловых насаждений Удмуртской Республики в условиях распространения вредителя короёда-типографа (*Ips typographus*).

Материалы и методы

Исследования были проведены на территории Удмуртской Республики, площадью 42,06 тыс. км², расположенной в европейской части Российской Федерации в бассейнах рек Камы и Вятки к западу от Уральских гор. Значительная вытянутость ее территории с севера на юг и холмисто-увалистый рельеф обусловили значительные отличия между северной и южной частями по таким погодным показателям, как температура и влажность воздуха, ветровой режим, количество осадков. Удмуртская Республика расположена в пределах двух лесорастительных районов: в таежной зоне — южнотаежном районе европейской части Российской Федерации (северная часть) и зоне хвойно-широколиственных лесов — районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации (южная часть) [4, 5].

Для оценки таксационных параметров и состояния еловых насаждений были заложены пробные площади (ПП) в шести лесничествах: Завьяловском, Яганском, Можгинском, расположенным в подтаежной зоне (районе хвойно-

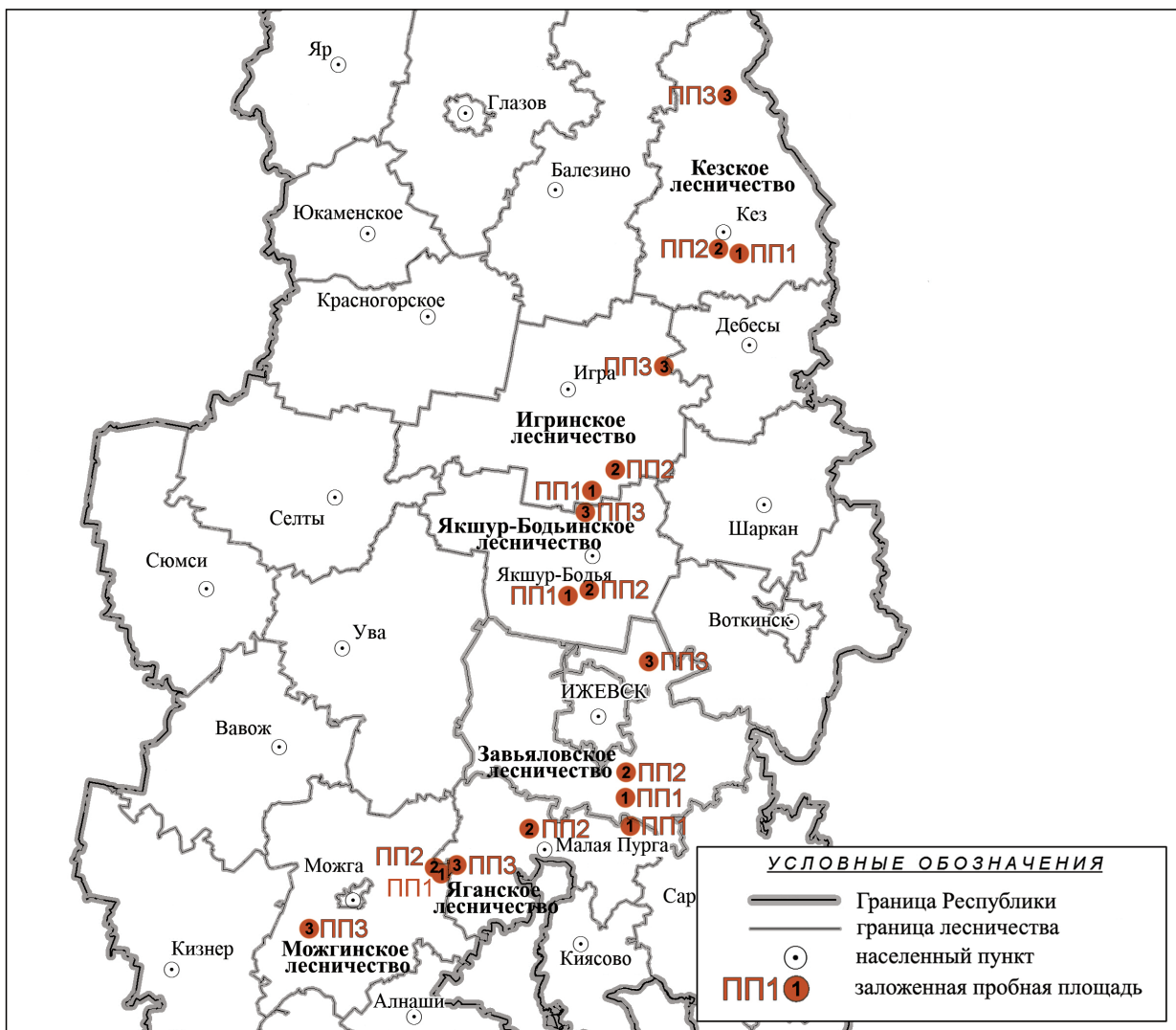


Рис. 1. Пространственное расположение пробных площадей на территории Удмуртской Республики
 Fig. 1. Spatial location of trial plots on the territory of the Udmurt Republic

широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации — в южной части Удмуртской Республики, Якшур-Бодьинском, Игринском, Кезском, располагающимся в таежной зоне (южнотаежном районе европейской части Российской Федерации — в северной части Удмуртской Республики. В связи с тем, что материалы лесоустройства устарели (последнее лесоустройство проводилось в 1993–1997 гг.) подбор мест закладки ПП осуществляли путем дешифрирования доступных космических фотоснимков с использованием программ SAS.Planet и MapInfo Professional. В каждом лесничестве было заложено по три ПП в насаждениях с преобладанием ели в местах их активного усыхания, в кисличных типах леса ($E_{кз}$). Размер ПП был стандартным для всех лесничеств и составлял 1 га (100×100 м). В целях минимизации хозяйственного воздействия ПП закладывали в защитных (выполняющих функции защиты природных и иных

объектов) и эксплуатационных лесах на особо-защитных участках (берегозащитных, почвозащитных), расположенных вдоль водных объектов, склонов оврагов (рис. 1).

Тип леса на ПП определяли по лесоводственной типологии В.Н. Сукачева на основании таксационного описания и характеристики живого напочвенного покрова [6]. Также характеризовали подрост и подлесок.

Диаметр стволов деревьев определяли с помощью мерной вилки, возраст — с помощью возрастного бура Haglof-350 мм, высоту — высотометром Forestry Pro Nikon. Таксационные параметры насаждения (средний диаметр ствола, среднюю высоту, средний возраст, полноту, состав) определяли пересчетными методами, продуктивность насаждения — определяли по методике Б.Д. Жилкина. Данная методика основана на распределении деревьев на классы относительно среднего диаметра ствола в

насаждениях: I класс — 1,46 и выше, II — 1,45...1,16, III — 1,15...0,86, IV — 0,85...0,76, V класс — 0,75 и меньше [7–9]. Запас древесины определяли по формуле, предложенной проф. Н.П. Анучиным для теневыносливых пород [10]

$$M = 10 \times \sum G + 0,4 \sum G(H - 21).$$

Состояние деревьев устанавливали по внешним морфологическим признакам в соответствии со шкалой категорий состояния деревьев, представленной в Постановлении Правительства от 9 декабря 2020 г. № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах» [11].

Результаты и обсуждение

На исследуемых ПП в живом напочвенном покрове (ЖНП) преобладает неморальное широколистное: кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), копытень европейский (*Asarum europaeum* L.), местами подмаренник мягкий (*Galium mollugo* L.), папоротник орляк (*Pteridium aquilinum* L.), из мхов — ритидиладельфус (*Rhytidiadelphus triquetrus*). Таким образом, по лесоводственной типологии В.Н. Сукачева насаждения относятся к группе *Piceeta hylocomiosa*, а тип леса — к ельнику кисличнику (*Piceetum oxalidosum*) [6].

Однако на ПП в Яганском и Завьяловском лесничествах изреживание основного древесного полога, являющегося средообразующим фактором, стало причиной смены растительного сообщества в ЖНП. Данные участки потеряли основные признаки еловых лесных экосистем. В живом напочвенном покрове лесные неморальные травы (копытень европейский, кислица обыкновенная и др.) стало вытеснять полевое разнотравье — осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), клевер гибридный (*Trifolium hybridum* L.) и др. Изменение экологических условий в этих насаждениях негативно сказалось на моховом покрове — он почти полностью исчез. Активное развитие злакового разнотравья сформировало плотную дернину, не позволяющую укореняться сеянцам ели.

На ПП в лесном районе хвойно-широколиственных лесов подрост хвойных пород на ПП в Яганском лесничестве отсутствует, на ПП Завьяловского лесничества и ПП-2 и ПП-3 Можгинского лесничества присутствует в недостаточном количестве (менее 500 шт./га) и имеет низкое качество (неблагонадежен). Распределение по ПП неравномерное, куртинное. На ПП-1 и ПП-2 Яганского лесничества выявлен подрост березы повислой (*Betula pendula* Roth.), которая начинает формировать основной ярус на фоне разреженного елового древостоя. Явление смены елового леса

на березовый некоторые авторы отмечают как естественный элемент сукцессионного ряда [12].

На ПП-1 Можгинского лесничества подрост благонадежен, имеет высоту 3,0 м и насчитывает 1500 шт./га. Распределение подроста по ПП равномерное. Однако в видовом отношении этот ярус состоит из липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.). Биологические особенности данного вида дерева (теневыносливость, более высокая энергия роста по сравнению с голосеменными) создают предпосылки для смены хвойного яруса на мягколистный.

В южнотаежном лесном районе на всех ПП отмечается наличие подроста хвойных пород, однако по количеству (500...1500 шт./га) и неблагоприятному качеству этого количества недостаточно для формирования полноценного древесного полога. В породном отношении здесь преобладает пихта сибирская, а доля участия ели незначительна.

В целом подлесочный ярус в исследуемых насаждениях отсутствует или редко присутствует. Довольно высокая густота подлеска наблюдалась на тех ПП, на которых был зафиксирован высокий процент гибели деревьев основного яруса. В видовом отношении подлесочный ярус однообразен как в лесном районе хвойно-широколиственных лесов, так и в южнотаежном лесном районе. Чаще всего на ПП в подлеске встречались такие виды, как малина лесная (*Rubus idaeus* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa* Scop.), жимолость лесная (*Lonicera xylosteum* L.) и ива козья (*Salix caprea* L.) и др. В лесном районе хвойно-широколиственных лесов в Можгинском лесничестве (ПП-3) в подлеске были выявлены лещина (*Corylus avellana* L.) и дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). Вследствие несоответствующих условий произрастания для дуба не формируется древесный ярус и чаще всего он не выходит за пределы подлесочного яруса [13].

Состав древостоев в большинстве чистый, примесь иных пород не превышает 10 %. В южнотаежном лесном районе чистые еловые древостои хотя и встречались, однако большинство насаждений были сложные. Основной породой, входящей в состав еловых древостоев, стала пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.). Если в районе хвойно-широколиственных лесов доля пихты не превышала 10 % состава древостоя, то в южнотаежном лесном районе ее доля уже достигла 20 %.

В возрастном отношении все исследуемые древостои были разновозрастными (средний возраст 60...77 лет), кроме ПП-2 Можгинского лесничества (средний возраст 50 лет). Средняя высота древостоя составляла от 18 до 23 м, средний диаметр стволов — 19,1...30,8 см (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Таксационная характеристика елового древостоя на пробных площадях

Taxation characteristics of spruce stand on trial plots

Лесничество	Номер пробной площади	Состав древостоя	Число деревьев		Средний возраст <i>A</i> , лет	Средняя высота <i>H</i> , м	Средний диаметр ствола дерева на высоте 1,3 м (<i>D</i> _{1,3}), см	Запас насаждений (<i>M</i>), м ³ /га		Бонитет (по М.М. Орлову)
			штук на пробную площадь	доля усыхающих и погибших, %				по растущим деревьям	по сухостойю	
Лесной район хвойно-широколиственных лесов										
Завьяловское	1	9Е1П+Б	260	47,7	70	21	27,9	107	67	II
	2	9Е1П+Б	324	38,3	67	23	26,0	120	88	I
	3	9Е1П+Ос	464	25,6	60	20	26,9	198	48,6	I
Яганское	1	10Е+П	252	50,8	60	18	25,9	53	94	II
	2	10Е	155	56,1	65	22	21,4	31	29	I
	3	10Е	154	56,5	60	18	20,3	61,6	71,5	II
Можгинское	1	9Е1П+Лп	383	56,7	60	23	25,7	107,2	126,4	I
	2	9Е1П	408	50,2	50	20	22,6	145,7	99,5	I
	3	9Е1С+Б	456	21,1	60	19	19,1	264,9	57,5	II
Южнотаежный лесной район										
Яшкур-Бодьинское	1	7Е1ПБ1Ос	312	27,9	77	18	22,2	109,1	29,3	III
	2	9Е1Ос+П	441	42,6	74	23	26,8	191,2	89,9	II
	3	8Е2П	479	14,6	74	21	30,8	375	23	I
Игринское	1	8Е2П	515	13,6	69	19	22,9	182,2	26,0	II
	2	9Е1П	581	12,6	70	19	23,9	27,7	15,7	II
	3	8Е2П	645	12,9	64	20	21,9	222,1	21,2	I
Кезское	1	8Е2П	642	11,7	62	19	21,1	196,6	187	II
	2	9Е1П	669	12,3	63	21	21,4	225,9	22,1	I
	3	8Е2П	634	11,8	65	21	22,3	213	18,9	I

Полнота древостоя является важным показателем, характеризующим структуру древостоя. От полноты зависит обилие и видовой состав ЖНП, подлеска, успешность возобновления и другие параметры [14].

Исследуемые насаждения характеризуются сильным разбросом по полноте (абсолютная полнота от 2,9 до 37,5 м²/га). В лесном районе хвойно-широколиственных лесов наблюдается наименьшая полнота насаждений от 2,9 до 28,8 м²/га, особенно на ПП Яганского лесничества (2,9...7,0 м²/га), на ПП-1 и ПП-2 Завьяловского (4,2...6,8 м²/га) и на ПП-1 (3,3 м²/га) Яшкур-Бодьинского лесничества. С продвижением на север полнота насаждений увеличивается (табл. 2).

На лесных участках, где зафиксирована низкая полнота насаждений, отмечено значительное количество погибших особей ели (свежий и старый сухостой, относящиеся к категориям санитарного состояния 5(а) и 5(г) соответственно). На ПП в

Яганском лесничестве запас отмершей древесины превышает запас древесины живых деревьев, а в Завьяловском лесничестве на сухостойную древесину приходится более 50 % запаса древесины живых деревьев. Выявленные нами значительные запасы биомассы отмершей древесины вызывают повышенный риск возникновения и распространения лесных пожаров.

Ель довольно уязвима от факторов внешней среды, поэтому ее выращивание все чаще ассоциируется с высоким уровнем риска. Для оценки управленческих рисков при росте древостоев важное значение имеет определение санитарного состояния насаждений [15, 16], по которому их характеризуют, начиная от ослабленных и до усыхающих. Наиболее неблагоприятное санитарное состояние наблюдается в лесном районе хвойно-широколиственных лесов, где индекс санитарного состояния насаждений составляет от 2,62 (Можгинское лесничество ПП-3) до 3,73

Т а б л и ц а 2

Абсолютная и относительная полнота изучаемых еловых насаждений

Absolute and relative completeness of the studied spruce stands

Лесничество	Номер пробной площади	Состав древостоя	Число деревьев		Абсолютная полнота, м ² /га		Относительная полнота*
			штук на пробную площадь	доля усыхающих и погибших, %	растущих деревьев	сухостоя	
Район хвойно-широколиственных лесов							
Завьяловское	1	9Е1П+Б	260	47,7	10,7	4,2	0,3
	2	9Е1П+Б	324	38,3	11,1	6,8	0,3
	3	9Е1П+Ос	464	25,6	22,2	5,2	0,7
Яганское	1	10Е+П	252	50,8	6,0	10,6	0,2
	2	10Е	155	56,1	2,9	3,0	0,1
	3	10Е	154	56,5	7,0	8,0	0,2
Можгинское	1	9Е1П+Лп	383	56,7	16,6	16,4	0,6
	2	9Е1П	408	50,2	15,2	10,3	0,5
	3	9Е1С+Б	456	21,1	28,8	6,2	0,9
Южнотаежный район							
Яшкур- Бодьинское	1	7Е1ПБ1Ос	312	27,9	10,1	3,3	0,2
	2	9Е1Ос+П	441	42,6	17,7	8,3	0,5
	3	8Е2П	479	14,6	37,5	2,4	0,8
Игринское	1	8Е2П	515	13,6	19,8	2,9	0,5
	2	9Е1П	581	12,6	26,0	1,7	0,7
	3	8Е2П	645	12,9	23,1	2,2	0,6
Кезское	1	8Е2П	642	11,7	21,0	2,0	0,6
	2	9Е1П	669	12,3	22,5	2,2	0,6
	3	8Е2П	634	11,8	21,4	1,9	0,5

*Относительная полнота рассчитывалась как отношение абсолютной полноты исследуемого древостоя к абсолютной полноте полных (нормальных) еловых древостоев южной тайги и северной подзоны смешанных лесов северо-запада европейской части РФ.



Рис. 2. Санитарное состояние исследуемых насаждений
Fig. 2. Sanitary condition of the studied stands



Рис. 3. Внешний вид особей ели, пораженных короедом-типографом на ПП-3 Якшур-Бодьинского лесничества
Fig. 3. The exterior of spruce specimens affected by the bark beetle-typographus at PP-3 of Yakshur-Bodinsky forestry

(Яганское лесничество ПП-2). Наиболее неблагоприятная санитарная обстановка наблюдается на ПП Яганского лесничества, где насаждения характеризуются как усыхающие. Несмотря на то, что санитарное состояние насаждений на ПП Завьяловского и Можгинского лесничеств лучше, чем в Яганском, тем не менее, индекс их санитарного состояния довольно высок (рис. 2).

Неблагоприятное санитарное состояние еловых насаждений в лесном районе хвойно-широколиственном лесов связано с распространением вредителя короеда-типографа. На ПП в Яганском, Завьяловском и Можгинском (кроме ПП-2 и ПП-3) лесничествах отмечен высокий процент деревьев старого сухостоя (при отсутствии усыхающих деревьев и свежего сухостоя) с характерными маточными следами под корой. Это может свидетельствовать о том, что на указанных ПП стадия активного развития короеда осталась в прошлом. В Можгинском лесничестве на ПП-2 были выявлены деревья свежего сухостоя, при этом деревья старого сухостоя зафиксированы не были. На ПП-3 того же лесничества не были выявлены отмирающие особи и особи, поврежденные короедом-типографом. Эта особенность может свидетельствовать о

том, что развитие короеда-типографа на юге Удмуртской Республики не прекратилось и продолжается.

В южнотаежном лесном районе наиболее благоприятное санитарное состояние наблюдается на ПП-1 и ПП-2 Якшур-Бодьинского лесничества (индексы санитарного состояния 2,76 и 3,09 соответственно). Насаждения на данных участках характеризуются как сильно ослабленные (обилие особей категории старый сухостой со следами жизнедеятельности насекомых). На ПП-3 Якшур-Бодьинского лесничества хотя и не выявлены погибшие особи ели, однако зафиксированы усыхающие особи, поврежденные короедом-типографом. Количество таких особей составляло 15,8 % общего количества растений ели на данной ПП (рис. 3).

Несмотря на официальные данные о затухшей стадии развития короеда-типографа (согласно официальным материалам, пик развития короеда-типографа пришелся на 2013 г.), нами выявлены действующие его очаги развития, как в районе хвойно-широколиственных лесов, так и в южнотаежном лесном районе [17, 18].

Распределение особей ели по категориям состояния приведено на рис. 4.

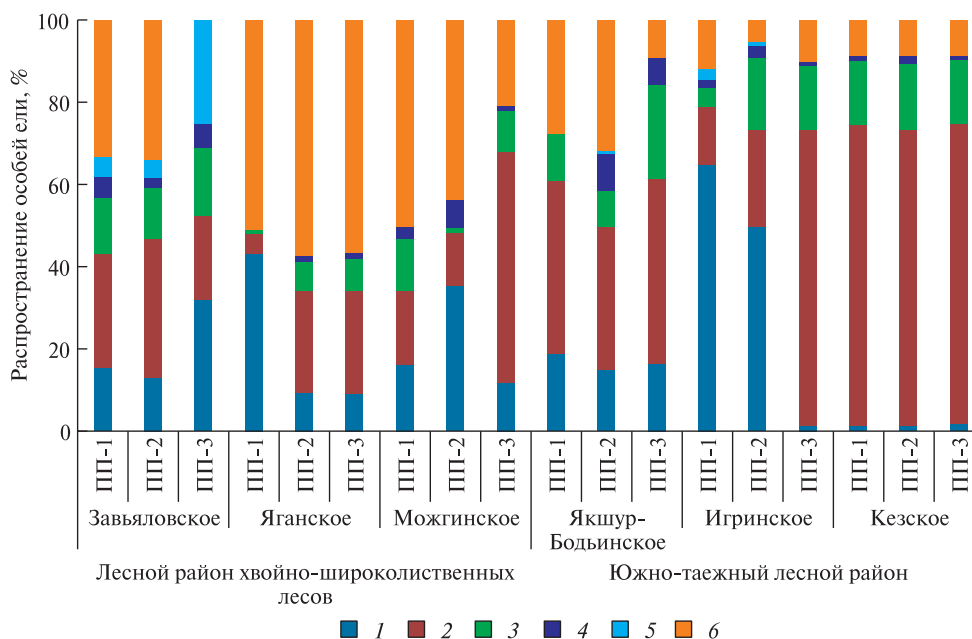


Рис. 4. Распределение особей ели по категориям состояния: 1 — здоровые деревья (без признаков ослабления); 2 — ослабленные; 3 — сильно ослабленные; 4 — усыхающие; 5 — свежий сухостой; 6 — старый сухостой

Fig. 4. Distribution of spruce individuals by status categories of plant condition: 1 — healthy trees (no signs of weakening), 2 — weakened, 3 — severely weakened, 4 — drying out, 5 — fresh dead wood, 6 — old dead wood

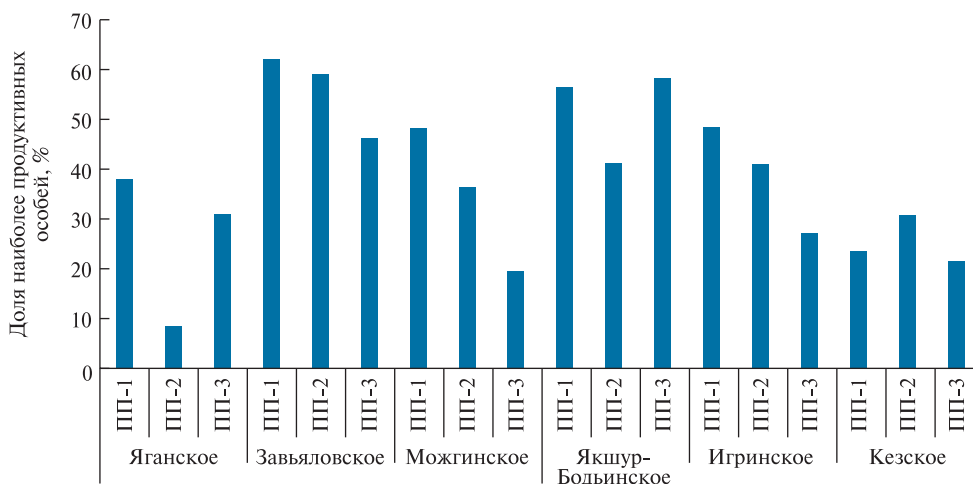


Рис. 5. Доля погибших особей I–III класса продуктивности относительно общего количества погибших особей, %

Fig. 5. The proportion of dead trees of I – III productivity classes relative to the total number of dead trees, %

Наиболее благоприятное санитарное состояние наблюдается в насаждениях Игринского и Кезского лесничеств (северное расположение ПП). Еловые древостои на ПП в данных лесничествах характеризуются как ослабленные (индекс санитарного состояния 1,87...2,47), деревья, пораженные короедом-типографом, не выявлены.

В одном из насаждений Кезского лесничества (ПП-3), в процессе отбора ядер древесины отмечены деревья, пораженные корневой губкой (с пустотами внутри ствола). Также на данном участке

выявлены ветровальные деревья. У поваленных растений наблюдалась деструктивная гниль механической ткани корневой системы, что также подтверждает распространение в данном насаждении патогена *Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk. Еловая корневая губка — сапротрофный гриб, приводящий к ветровалу ели и снижающий качество древесины. Однако гриб редко вызывает массовое усыхание насаждений, но формирует благоприятные условия для развития фитофагов [19–21].

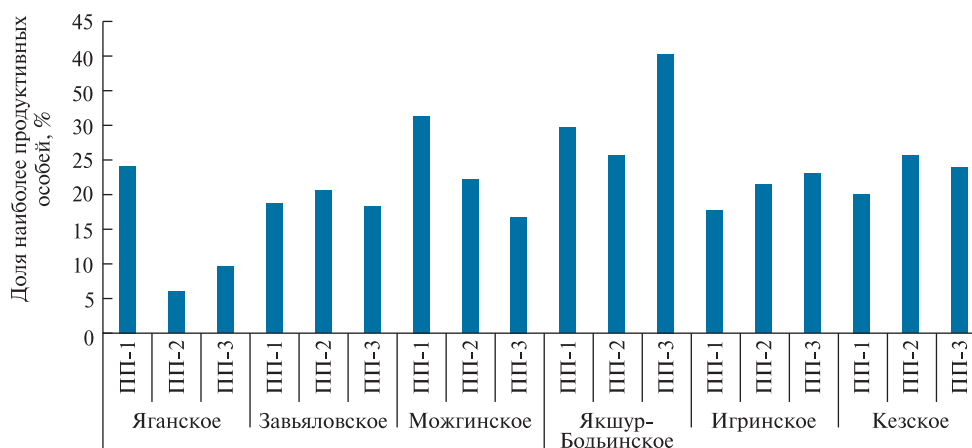


Рис. 6. Доля особей I–II класса продуктивности относительно общего количества особей ели, %
Fig. 6. The proportion of trees of I-II productivity classes relative to the total number of spruce trees, %

На большинстве ПП класс продуктивности изменяется от II,9 до III,5 (продуктивность по Б.Д. Жилкину). Следует отметить, что в большинстве исследуемых насаждений, где наблюдался наибольший процент гибели особей ели (Яганское, Завьяловское и Якшур-Бодьинское лесничества), погибшие деревья были высокопродуктивными. Большинство погибших деревьев имели диаметр ствола выше среднего диаметра ствола того же древостоя. Более 50 % погибших особей относились к I–III классам продуктивности (рис. 5).

В местах усыхания эффект гибели, в первую очередь наиболее крупных особей, отмечен в работах В.А. Резенберга [22], Л.В. Любарского и К.П. Соловьева [23]. При выяснении причин гибели еловых насаждений Дальнего Востока Ю.И. Манько обратил внимание на тот факт, что массовая гибель еловых насаждений наблюдается в условиях, близких к оптимальным [24]. При этом в местах, где ель произрастает на пределе своих возможностей, массовая гибель особей не наблюдалась. Возможно, эта особенность связана со свойствами организма растений, произрастающих в неблагоприятных местах.

На наш взгляд, в условиях нарушения гидрологического режима почв (в период засухи) первыми начинают гибнуть высокопроизводительные растения. Это связано с интенсивным расходом влаги на транспирацию в условиях более развитой надземной массы.

На ПП-2 Можгинского лесничества деревья текущего и общего отпада имеют средний диаметр стволов больше среднего диаметра стволов данного насаждения. Таким образом, на этой ПП отмечается активная фаза развития очага короеда-типографа. Это свидетельствует о том, что данное насаждение находится на начальных этапах деградации. По данным А.Д. Маслова, в

насаждении с нарушенной устойчивостью деревья патологического отпада имеют диаметр ствола, равный или выше среднего значения для данного древостоя [3].

На остальных ПП средний диаметр стволов деревьев 4–5-й категории санитарного состояния ниже среднего значения для данного насаждения. Отсутствие деревьев свежеселенных короедом-типографом (кроме ПП-2 Можгинского лесничества и ПП-3 Якшур-Бодьинского лесничества), низкая густота стояния на 1 га при большом количестве старого сухостоя свидетельствуют о деградирующей фазе очага развития насекомых.

Следовательно, в период формирования неблагоприятных факторов и развития патогенных организмов начинают гибнуть наиболее производительные особи ели. По данным перечислительной таксации, доля особей, имеющих диаметр ствола выше среднего диаметра стволов деревьев, составляющих данный древостой (I–II класс продуктивности, по Б.Д. Жилкину), составляет 20 % (рис. 6).

Причиной этого, скорее всего, выступает неспособность корневой системы обслуживать развитую надземную массу и несовершенство проводящей системы голосеменных растений. Отмечается также, что лидирующие деревья отличаются меньшим варьированием морфологических параметров по сравнению с угнетенными растениями, несомненно, влияющим на адаптивные свойства растений. По данным наших исследований, доля таких растений составляет 20 % и более относительно общего количества особей. Ослабление и гибель такого количества растений формирует обширную кормовую базу для ксилофагов. Благоприятные условия и избыток пищи способствуют генерации многочисленных поколений короеда-типографа, и они начинают атаковать здоровые особи ели.

Следует особо отметить, что в процессе исследования, в местах массового усыхания, нами выявлены особи ели, имеющие хорошее жизненное состояние. Возможно, что повреждаемость и гибель одних особей и хорошее состояние других связаны с индивидуальными особенностями деревьев (физиологическими и биохимическими свойствами древесины). Это подтверждается ранее проведенными нами исследованиями по содержанию экстрактивных веществ в древесине ели сибирской (*Picea sibirica* Ledeb.) [25].

Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о масштабных деградиционных процессах в еловых насаждениях Удмуртской Республики, наблюдаемых в наиболее продуктивных типах леса — *Piceetum oxalidosum*.

Самое неблагоприятное санитарное состояние еловых насаждений наблюдается в лесном районе хвойно-широколиственных лесов (индекс санитарного состояния 2,7...3,7) и связаны с жизнедеятельностью вредителя короеда-типографа (*Ips typographus*). Выявлено постепенное распространение короеда-типографа и в южнотаежном лесном районе Удмуртской Республики.

Неблагоприятные экологические факторы (метеорологические условия, патогенные организмы) воздействуют и на наиболее продуктивные особи ели (I–III класс продуктивности), что приводит к потерям деловой древесины и накоплению значительных объемов мертвой биомассы в лесах, а это, в свою очередь, снижает экономическую эффективность лесной отрасли.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-04-00353.

Список литературы

- [1] Маслов А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. М.: Изд-во ВНИИЛМ, 2010. 138 с.
- [2] Шелуха В.П., Шошин В.И., Ключев В.С. Динамика санитарного состояния ельников в период кульминации размножения типографа и эффективность лесозащитных мероприятий // ИзВУЗ Лесной журнал, 2014. № 2. С. 30–39.
- [3] Маслов А.Д., Комарова И.А., Краснобаева С.Ю. Повышение устойчивости еловых насаждений к неблагоприятным факторам. Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 2015. 28 с.
- [4] География Удмуртии: природные условия и ресурсы / под ред. И.И. Рысина. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2009. Ч. 1. 256 с.
- [5] Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ №367 от 18.08.2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420224339> (дата обращения 25.05.2021 г.).
- [6] Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 190 с.
- [7] Практикум по лесоводству: для вузов / под ред. В.П. Григорьева, И.Э. Рихтер, Л.И. Лахтанова, Г.В. Меркуль. Минск: Вышэйшай школа, 1989. С. 10–13.
- [8] Жилкин Б.Д. Опыт изучения типов леса БССР. Минск: Изд-во Науч.-техн. об-ва сельского и лесного хозяйства. Белорусское правление, 1957. 38 с.
- [9] Жилкин Б.Д. Классификация деревьев по продуктивности. М.: Лесная пром-ть, 1965. 109 с.
- [10] Ушаков А.И. Лесная таксация и лесоустройство. М.: МГУЛ, 1997. 176 с.
- [11] Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. № 2047. URL: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370645/ (дата обращения 25.05.2021 г.).
- [12] Дубровский Ю.А., Новаковский А.Б. Пирогенная динамика таежных темнохвойных лесов в условиях заповедного режима (Республика Коми, Печеро-Ильчский заповедник) // Леса Евразии — Большой Алтай: Материалы XV Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Г.Н. Высоцкого, г. Барнаул, 13–20 сентября 2015 г. М.: МГУЛ, 2015. С. 47–49.
- [13] Мелехов И. С. Лесоводство. М.: МГУЛ, 2003. 320 с.
- [14] Pukkala T., Vettenranta J., Kolström T., Miina J. Productivity of mixed stands of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* // Scandinavian J. of Forest Research, 1994, v. 9, pp. 143–153.
- [15] Miezite O., Okmanis M., Indriksons A., Ruba J., Polmanis K., Freimane L. Assessment of sanitary conditions in stands of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) damaged by spruce bud scale (*Physokermes piceae* Schrnk.) // iForest – Biogeosciences and Forestry, 2013, v. 6, iss. 2, pp. 73–78. DOI: <https://doi.org/10.3832/ifer0703-006>
- [16] Ruba J., Miezite O., Liepa I., Sisenis L. Effect of abiotic and biotic factors on Penduculate Oak (*Quercus Robur* L.) vitality in various forest stands // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Proceedings SGEM, Bulgaria, 18–24 August 2020, 2020, v. 20, book 3.1, pp. 645–652. DOI: [10.5593/sgem2020/3.1/s14.083](https://doi.org/10.5593/sgem2020/3.1/s14.083)
- [17] Краткий обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Удмуртской Республики за 2013 год и прогноз лесопатологической ситуации на 2014 год. Пермь: Рослесозащита, 2013. 44 с.
- [18] Об утверждении Лесного плана Удмуртской Республики. Указ Главы Удмуртской Республики от 18 февраля 2019 г. № 17. URL: <https://docs.cntd.ru/document/553160573> (дата обращения 25.05.2021 г.).
- [19] Whitney R.D. Root-rotting fungi in white spruce, black spruce, and balsam fir in northern Ontario // Canadian J. of Forest Research, 1995, v. 25, pp. 1209–1230. <https://doi.org/10.1139/x95-134>.
- [20] Stenlid J. Fungi inhabiting stems of *Picea abies* in managed stand in Lithuania // Forest Ecology and Management, 1998, v. 109(1). DOI: [10.1016/S0378-1127\(98\)00226-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00226-6).
- [21] Zemaitis P., Zemaitė I. Does butt rot affect the crown condition of Norway spruce trees? // Trees, 2018, v. 32, pp. 489–495.
- [22] Розенберг В.А. О выходе деловой древесины из усыхающих и сухих стволов аянской ели // Сообщения Дальневосточного филиала АН СССР, 1950. Вып. 1. С. 3–7.
- [23] Любарский Л.В. Санитарное состояние лесов Дальнего Востока и пути их оздоровления // Вопросы развития лесного хозяйства и лесной промышленности Дальнего Востока. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 175 с.
- [24] Манько Ю.И. Ель аянская. Л.: Наука, 1987. 280 с.
- [25] Vedernikov K., Zagrebin E., Bukharina I. Specific Nature of the Biochemical Composition of Spruce Wood from the Forest Stands Exposed to Drying out in European Russia // Kastamonu University J. of Forestry Faculty, 2020, t. 20, no. 3, pp. 208–219. DOI: [10.17475/kastorman.849461](https://doi.org/10.17475/kastorman.849461)

Сведения об авторе

Ведерников Константин Евгеньевич — канд. биол. наук, доцент кафедры инженерной защиты окружающей среды, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», wke-les@rambler.ru

Поступила в редакцию 01.07.2021.

Принята к публикации 26.10.2021.

FORESTRY AND TAXATION CHARACTERISTICS OF SPRUCE (*PICEETUM OXALIDOSUM*) STANDS IN UDMURT REPUBLIC

К.Е. Vedernikov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Udmurt State University», 1, Universitetskaya st., 426034, Izhevsk, Republic of ANS, Russia

wke-les@rambler.ru

The results of a forestry and taxation study of spruce stands of the acidic type of two forest districts of the Udmurt Republic are presented. The death of the most productive spruce individuals (productivity class I–II according to B.D. Zhilkin) and pure spruce plantations (acidic forest types, I–II class of bonitet) was noted due to the mass spread of bark beetle typographus (*Ips typographus*). The most extensive processes of shrinking of plantings were noted in the forest area of coniferous-deciduous forests of Udmurtia. A decrease in completeness in some areas of spruce stands to 0,1...0,3 was revealed, as well as the accumulation of large volumes of dead wood. A change in environmental conditions was revealed due to a decrease in completeness in spruce stands, which led to the development of field grasses and the growth of soft-leaved species. Despite the fact that the peak of the bark beetle development occurred in 2013, a gradual expansion of its range was revealed both in the forest area of coniferous-deciduous forests and in the south taiga forest area of the Udmurt Republic.

Keywords: spruce stands, death of spruce trees, condition of stands, taxational description, dead wood, stability

Suggested citation: Vedernikov K.E. *Lesovodstvenno-taksatsionnoe sostyanie el'nikov Piceetum oxalidosum Udmurtskoy Respubliki* [Forestry and taxation characteristics of Spruce (*Piceetum oxalidosum*) stands in Udmurt Republic]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 20–30. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-20-30

References

- [1] Maslov A.D. *Koroed-tipograf i usykhaniye elovykh lesov* [Bark beetle-typographer and shrinking of spruce forests]. Moscow: All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry (ARRISMF), 2010, 138 p.
- [2] Shelukho V.P., Shoshin V.I., Klyuev V.S. *Dinamika sanitarnogo sostoyaniya el'nikov v period kul'minatsii razmnozheniya tipografa i effektivnost' lesozashchitnykh meropriyatiy* [Sanitary State Dynamics of Spruce Forests Under Culminating Ips typographus Reproduction and Efficiency of Forest-Protection Measures]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2014, no. 2, pp. 30–39.
- [3] Maslov A.D., Komarova I.A., Krasnobaeva S.Yu. *Povysheniye ustoychivosti elovykh nasazhdeniy k neblagopriyatnym faktoram* [Increasing the stability of spruce plantations to adverse factors]. Pushkino: VNIILM, 2015, 28 p.
- [4] *Geografiya Udmurtii: prirodnye usloviya i resursy* [Geography of Udmurtia: natural conditions and resources]. Ed. I.I. Rysin. Izhevsk: Publ. House «Udmurt University», 2009, part 1, 256 p.
- [5] *Ob utverzhdenii Perechnya lesorastitel'nykh zon Rossiyskoy Federatsii i Perechnya lesnykh rayonov Rossiyskoy Federatsii. Prikaz Ministerstva prirodnnykh resursov i ekologii RF № 367 ot 18.08.2014* [On approval of the List of Forest-growing Zones of the Russian Federation and the List of Forest Areas of the Russian Federation. Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation № 367] of 18.08.2014. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420224339> (accessed 25.05.2021).
- [6] Sukachev V.N., Zonn S.V. *Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu tipov lesa* [Methodological guidelines for the study of forest types]. Moscow: Academy of Sciences of the USSR, 1961, 190 p.
- [7] *Praktikum po lesovodstvu: dlya vuzov* [Practicum on forestry: for universities]. Ed. V.P. Grigor'ev, I.E. Rihter, L.I. Lahtanova, G.V. Merkul. Minsk: Vysshaya shkola, 1989, pp. 10–13.
- [8] Zhilkin B.D. *Opyt izucheniya tipov lesa BSSR* [The experience of studying forest types in the BSSR]. Minsk: Nauch.-tekhn. o-vo sel'skogo i lesnogo khozyaystva. Belorusskoe pravlenie, 1957, 38 p.
- [9] Zhilkin B.D. *Klassifikatsiya derev'ev po produktivnosti* [Classification of trees by productivity] Moscow: Lesnaya prom-st' [Forest industry], 1965, 109 p.
- [10] Ushakov A.I. *Lesnaya taksatsiya i lesoustroystvo* [Forest taxation and forest inventory]. Moscow: MSFU, 1997, 176 p.
- [11] *Ob utverzhdenii Pravil sanitarnoy bezopasnosti v lesakh Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 9 dekabrya 2020 g. № 2047* [On the approval of the Rules of sanitary safety in forests. Decree of the Government of the Russian Federation № 2047.] of 09.12.2020. Available at: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370645/ (accessed 25.05.2021).
- [12] Dubrovskiy Yu.A., Novakovskiy A.B. *Pirogennaya dinamika taezhnykh temnokhvoynnykh lesov v usloviyakh zapovednogo rezhima (Respublika Komi, Pechero-Ilychskiy zapovednik)* [Pyrogenic dynamics of taiga dark coniferous forests in the conditions of the reserve regime (Republic of Komi, Pechora-Ilych reserve)]. *Lesa Evrazii — Bol'shoy Altay: Materialy XV Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya professora G.N. Vysotskogo, [Forests of Eurasia—the Great Altai: Proceedings of the XV International Conference of Young Scientists]* Barnaul, 13–20 sentyabrya 2015 g. Moscow: MSFU, 2015, pp. 47–49.

- [13] Melekhov I.S. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow: MGUL, 2003, 320 p.
- [14] Pukkala T., Vettenranta J., Kolström T., Miina J. Productivity of mixed stands of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. *Scandinavian J. of Forest Research*, 1994, v. 9, pp. 143–153.
- [15] Miežite O., Okmanis M., Indriksons A., Ruba J., Polmanis K., Freimane L. Assessment of sanitary conditions in stands of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) damaged by spruce bud scale (*Physokermes piceae* Schrnk.). *iForest — Biogeosciences and Forestry*, 2013, v. 6, iss. 2, pp. 73–78. DOI: <https://doi.org/10.3832/ifor0703-006>
- [16] Ruba J., Miežite O., Liepa I., Sisenis L. Effect of abiotic and biotic factors on Penduculate Oak (*Quercus Robur* L.) vitality in various forest stands. 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Proceedings SGEM, Bulgaria, 18–24 August 2020, v. 20, book 3.1, pp. 645–652. DOI: [10.5593/sgem2020/3.1/s14.083](https://doi.org/10.5593/sgem2020/3.1/s14.083)
- [17] *Kratkiy obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov Udmurtskoy Respubliki za 2013 god i prognoz lesopatologicheskoy situatsii na 2014 god* [A brief review of the sanitary and forest pathology state of the forests of the Udmurt Republic for 2013 and the forecast of the forest pathology situation for 2014] Perm': Roslesozashchita, 2013, 44 p.
- [18] *Ob utverzhdenii Lesnogo plana Udmurtskoy Respubliki. Ukaz Glavy Udmurtskoy Respubliki ot 18 fevralya 2019 g. № 17* [The Approval of the Forest Plan of the Udmurt Republic. Decree of the Head of the Udmurt Republic of February 18, 2019 №17]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/553160573> (accessed 25.05.2021).
- [19] Whitney R.D. Root-rotting fungi in white spruce, black spruce, and balsam fir in northern Ontario. *Canadian J. of Forest Research*, 1995, v. 25, pp. 1209–1230. <https://doi.org/10.1139/x95-134>.
- [20] Stenlid J. Fungi inhabiting stems of *Picea abies* in managed stand in Lithuania. *Forest Ecology and Management*, 1998, v. 109(1). DOI: [10.1016/S0378-1127\(98\)00226-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00226-6).
- [21] Zemaitis P., Zemaitė I. Does butt rot affect the crown condition of Norway spruce trees? *Trees*, 2018, v. 32, pp. 489–495.
- [22] Rozenberg V.A. *O vykhode delovoy drevesiny iz usykhayushchikh i sukhikh stvolov ayanskoy eli* [On the yield of commercial wood from drying and dry trunks of Ayan spruce]. *Soobshcheniya Dal'nevostochnogo filiala AN SSSR* [Messages of the Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences], 1950, iss. 1, pp. 3–7.
- [23] Lyubarskiy L.V. *Sanitarnoe sostoyanie lesov Dal'nego Vostoka i puti ikh ozdorovleniya* [Sanitary condition of the forests of the Far East and ways of their recovery]. *Voprosy razvitiya lesnogo khozyaystva i lesnoy promyshlennosti Dal'nego Vostoka* [Issues of the development of forestry and forest industry of the Far East]. Moscow, Leningrad: Ed. USSR Academy of Sciences, 1955, 175 p.
- [24] Man'ko YU.I. *El' ayanskaya* [Ayan spruce]. Leningrad: Nauka [Science], 1987, 280 p.
- [25] Vedernikov K., Zagrebin E., Bukharina I. Specific Nature of the Biochemical Composition of Spruce Wood from the Forest Stands Exposed to Drying out in European Russia. *Kastamonu University J. of Forestry Faculty*, 2020, t. 20, no. 3, pp. 208–219. DOI: [10.17475/kastorman.849461](https://doi.org/10.17475/kastorman.849461)

Author's information

Vedernikov Konstantin Evgenievich — Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Department of Environmental Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Udmurt State University», wke-les@rambler.ru

Received 01.07.2021.

Accepted for publication 26.10.2021.

УДК 634.7:631.559 (470.51)

DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-31-38

ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ ЯГОДНЫХ РЕСУРСОВ В СЕЛТИНСКОМ И ВАВОЖСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВАХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

К.И. Воеводина, Р.Р. Абсалямов, С.Л. Абсалямова

ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11

lesovod27@yandex.ru

Проведено исследование запасов ягодных ресурсов на территории лесничеств, расположенных в районе южнотаежных лесов европейской части Российской Федерации, в таежной зоне и в районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации, в зоне хвойно-широколиственных лесов. С помощью закладки круговых пробных площадей в преобладающих типах леса были определены доминирующие ягодные ресурсы: брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.). Выявлена зависимость их урожайности от возраста и полноты древостоя. Рассчитан биологический, промысловый и хозяйственный запасы ягодных ресурсов. Установлено, что на исследуемых участках леса имеются достаточные объемы для заготовки ягод. Даны рекомендации по рациональному и неистощительному использованию этих ресурсов.

Ключевые слова: пищевые растения, ягодные ресурсы леса, круговые пробные площади постоянного радиуса, группа возраста, страты, тип леса, полнота

Ссылка для цитирования: Воеводина К.И., Абсалямов Р.Р., Абсалямова С.Л. Оценка урожайности ягодных ресурсов в Селтинском и Вавожском лесничествах Удмуртской Республики // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 31–38. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-31-38

Учитывая экономическое значение леса, следует отметить, что для большинства стран мира развитая лесная промышленность является фактором экономической стабильности, поскольку лес относится к возобновляемым источникам материальных ресурсов, основную часть которых составляет древесина [1].

В настоящее время освоение лесных богатств осуществляется в неполном объеме, используется только стволовая древесина, причем, не полностью [2, 3].

Ресурсы леса не ограничены одной древесиной, значительную ценность представляют пищевые и лекарственные растения, произрастающие в нем.

Одной из важнейших проблем современности можно назвать недостаточность исследований недревесных богатств леса — растительных ресурсов, используемых к тому же нерационально и неэффективно, что обуславливает сокращение и даже уничтожение запасов пищевых, лекарственных и других полезных растений леса [4–8].

Леса Удмуртии отличаются большим запасом полезных и ценных растений. Свыше 90 произрастающих здесь лесных видов относятся к пищевым растениям. Дикорастущие пищевые растения, как и культурные, служат источником веществ, необходимых для жизнедеятельности человеческого организма, однако в настоящее время широким применением характеризуются только такие дикорастущие плодовые растения, как земляника, малина, брусника, черника, клюква, лещина [9, 10].

Цель работы

Цель работы — изучение и выявление ресурсной урожайности пищевых растений (ягод) на примере Селтинского лесничества (Головизинское и Сардыкское участковые лесничества) Удмуртской Республики, расположенного в районе южнотаежных лесов европейской части Российской Федерации, таежной зоны и Вавожского лесничества Удмуртской Республики, расположенного в районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации, зоны хвойно-широколиственных лесов.

Материалы и методы

Для проведения исследования был выбран преобладающий тип леса для каждого лесничества. Учет сырьевых ресурсов проводился в насаждениях с полнотой менее 0,8 и проективным покрытием ягодными растениями 20 % и выше. Выделы группировались по принципу однородности таксационных показателей. Пробные площади подбирались преимущественно в отдаленности от автомагистралей не менее чем на 2 км, от городов и населенных пунктов — 5 км.

На каждой пробной площади проводятся обычные работы по таксации древесного полога и других компонентов насаждения, предусмотренные ОСТ 56-69–83, с некоторым упрощением.

Подбор пробных площадей в пределах выдела проведен механическим путем по принципу бесповторной выборки. В каждом учетном выделе закладывались круговые пробные площади

Т а б л и ц а 1

**Таксационная характеристика обследуемых объектов
в Селтинском и Вавожском лесничествах**

Taxation characteristics of the studied objects in Seltinsky and Vavozhsky forestries

Номер квартала	Номер выдела	Состав древостоя	Полнота насаждения	Возраст преобладающей породы, лет	Класс бонитета	Тип леса	Тип лесорастительных условий
Селтинское лесничество							
Головизинское участковое лесничество							
50	2	Лесные культуры 6ЕЗЛП1ОС	0,5	12	2	С _{бр}	А ₂
40	4	Лесные культуры 7СЗБ+С	0,6	38	2	С _{бр}	А ₂
52	2	4С1Е4Б1ОС	0,4	75	1	С _{бр}	А ₂
49	12	9С1Б+С	0,7	75	1	С _{бр}	А ₂
21	40	5ЕЗС2Б+ОС	0,5	90	1	С _{бр}	А ₂
52	30	8С2Е+Б	0,7	85	1	С _{бр}	А ₂
Сардыкское участковое лесничество							
142	15	4Е1ПЗБ2ОС	0,4	60	1А	С _ч	В ₃
155	64	Лесные культуры 4С1ЕЗБ2ЛП	0,7	41	2	С _ч	В ₃
142	20	4Е1П2ЛП2ОС1Б	0,5	70	2	С _ч	В ₃
111	24	7С1Е2Б	0,7	70	2	С _ч	В ₃
62	29	8С1Б1ОС	0,5	95	2	С _ч	В ₃
63	14	7С1Е2Б	0,7	90	2	С _ч	В ₃
Вавожское лесничество							
Центральное участковое лесничество							
34	14	7Е1Б2ЛП	0,4	25	1	Е _{кк}	С ₃
23	7	Лесные культуры 5Е2Б2ОЛС1ОЛЧ	0,7	26	1	Е _{кк}	С ₂
24	21	5Е2С2Б1Б+П+ОЛЧ	0,5	50	2	Е _{кк}	С ₃
23	34	Насаждение из подроста 7ЕЗЛП	0,7	45	2	Е _{кк}	С ₃
38	4	4Е1ПЗЛП2Б+ЛП	0,5	90	1	Е _{кк}	С ₂
30	7	Лесные культуры 4Е1П5ЛП+Б	0,6	85	1	Е _{кк}	С ₃

постоянного радиуса. Размер их устанавливался для древостоев с полнотой 0,7 и больше — 400 м² (радиус — 11,28 м), с полнотой ниже 0,7 — 600 м² (радиус — 13,82 м) [11–15].

Количество круговых пробных площадей постоянного радиуса устанавливается в зависимости от площади выдела, однородности древостоя, его полноты. На площади 2–4 га количество круговых пробных площадей составило 14 шт., 5–8 га — 17 шт., 9–12 га — 18 шт., 13–19 га — 22 шт. и при 20 га и более — 26 шт. Величина учетной площадки зависит от высоты растения [16–18].

Согласно методике исследования для учета урожайности ягод (брусники обыкновенной, черники обыкновенной, земляники лесной) размер учетной площадки составляет 1×1 м. Для исследования подобрано по шесть учетных выделов в каждом лесничестве в разных возрастных группах с низкой и средней полнотой (табл. 1).

В Головизинском участковом лесничестве объектом исследования служили ягоды брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Здесь преобладающий тип леса — сосняк брусничный (С_{бр}). Исследование проведено в молодняках, приспевающих и спелых насаждениях.

В Сардыкском участковом лесничестве объектом исследования служили ягоды черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.). Здесь преобладающий тип леса — сосняк черничный (С_ч). Исследование проведено в средневозрастных, приспевающих и спелых насаждениях.

В Вавожском лесничестве объектом исследования служила земляника лесная (*Fragaria vesca* L.). Здесь преобладающий тип леса ельник кисличный (Е_{кк}). Исследование проведено в молодняках, средневозрастных и спелых насаждениях.

Согласно разработанной методике, учетные площадки заложены в Головизинском участковом

**Основные статистические показатели результатов наблюдений
по учетным выделам**

The main observation results by accounting units

Группа возраста, полнота	$X \pm m_x$, г/м ²	$V \pm m_v$, %	$P \pm m_p$, %	Коэффициент достоверности		
				t_x	t_v	t_p
Селтинское лесничество						
Головизинское участковое лесничество						
<i>Брусника обыкновенная</i>						
Молодняки 0,5	21,33 ± 1,19	58,75 ± 0,92	7,02 ± 0,32	17,9	63,9	21,9
Молодняки 0,6	26,63 ± 1,21	47,71 ± 0,83	5,70 ± 0,29	22,0	57,5	19,7
Приспевающие 0,4	30,34 ± 0,83	31,45 ± 0,62	3,43 ± 0,20	36,6	50,7	17,2
Приспевающие 0,7	33,69 ± 0,70	24,21 ± 0,54	2,63 ± 0,18	48,1	44,8	14,6
Спелые 0,5	35,56 ± 0,71	21,02 ± 0,55	2,51 ± 0,19	50,1	38,2	13,2
Спелые 0,7	39,82 ± 0,50	13,34 ± 0,44	1,59 ± 0,15	79,6	30,3	10,6
Сардыкское участковое лесничество						
<i>Черника обыкновенная</i>						
Средневозрастные 0,4	68,26 ± 3,45	53,34 ± 0,88	6,37 ± 0,30	19,8	60,6	21,2
Средневозрастные 0,7	83,25 ± 3,50	48,87 ± 0,76	5,30 ± 0,25	23,8	64,3	21,2
Приспевающие 0,5	82,35 ± 2,87	36,75 ± 0,73	4,39 ± 0,25	28,7	50,3	17,6
Приспевающие 0,7	63,94 ± 2,57	46,77 ± 0,75	5,07 ± 0,25	24,9	62,4	20,3
Спелые 0,5	61,21 ± 3,26	56,07 ± 0,90	6,70 ± 0,31	18,8	62,3	21,6
Спелые 0,6	76,27 ± 3,73	51,59 ± 0,86	6,17 ± 0,30	20,4	60,0	20,6
Вавожское лесничество						
Центральное участковое лесничество						
<i>Земляника лесная</i>						
Молодняки 0,4	20,33 ± 2,07	90,74 ± 1,36	12,83 ± 0,51	9,8	66,7	25,2
Молодняки 0,7	28,20 ± 1,75	65,58 ± 0,97	7,84 ± 0,34	16,1	67,6	23,1
Средневозрастные 0,5	27,82 ± 1,83	69,24 ± 1,00	8,28 ± 0,35	15,2	69,2	23,7
Средневозрастные 0,7	36,70 ± 2,90	70,38 ± 1,20	9,95 ± 0,45	12,7	58,7	22,1
Спелые 0,5	27,45 ± 1,82	70,02 ± 1,01	8,37 ± 0,35	15,1	69,3	23,9
Спелые 0,6	35,83 ± 2,92	72,57 ± 1,22	10,26 ± 0,46	12,3	59,5	22,3

лесничестве — 450 шт., Сардыкском участковом и Центральном участковом лесничестве по 360 шт.

С учетных площадок проведен сбор ягод, взвешивание в свежем виде и подсчет количества собранных ягод, преобладающих в каждом лесничестве. При обработке результатов, полученных на пробных площадях, установлена средняя масса одной ягоды, рассчитан биологический, промысловый, хозяйственный запасы ягод на 1 га исследуемой площади и на площадь страт.

Результаты и обсуждение

Статистическая обработка экспериментальных данных исследования проведена аналитическим способом в программе Excel с вычислением основных показателей [19]: X — среднее значение признака; m_x — ошибка среднего квадратического отклонения; V — коэффициент вариации;

m_v — ошибка коэффициента вариации; P — точность опыта; m_p — ошибка точности опыта; t_x — достоверность среднего значения; t_v — достоверность коэффициента вариации; t_p — достоверность точности опыта (табл. 2).

Таким образом, полученные показатели достоверности (t_x , t_v , t_p) во всех вариантах оказались больше трех единиц. Это свидетельствует о том, что данные репрезентативны и позволяют использовать их для дальнейшей обработки.

В Головизинском участковом лесничестве Селтинского лесничества значение коэффициента изменчивости изменяется от значительного до очень большого (от 13,34 до 58,75 %), в Сардыкском участковом лесничестве Селтинского лесничества — от большого до очень большого (от 36,75 до 53,34 %), в Центральном участковом лесничестве Вавожского лесничеств — оно очень велико (от 65,58 до 90,74 %).

Т а б л и ц а 3

Запас ягодных ресурсов на территории Селтинского и Вавожского лесничеств

Berry resources on the territory of Seltinsky and Vavozhsky forestries

Группа возраста, полнота	Запас ягодных ресурсов					
	Биологический		Промысловый		Хозяйственный	
	на 1 га, кг	на площадь страт, т	на 1 га, кг	на площадь страт, т	на 1 га, кг	на площадь страт, т
Селтинское лесничество						
Головизинское участковое лесничество						
<i>Брусника обыкновенная</i>						
Молодняки 0,5	213,3	0,4	106,7	0,2	53,3	0,1
Молодняки 0,6	266,3	12,3	133,2	6,2	66,6	3,1
Приспевающие 0,4	303,4	2,3	151,7	1,2	75,9	0,6
Приспевающие 0,7	336,9	67,3	168,5	33,7	84,2	16,9
Спелые 0,5	355,6	2,7	177,8	1,4	88,9	0,7
Спелые 0,7	398,2	26,6	199,1	13,3	99,6	6,7
Итого:	–	111,6	–	55,8	–	28,1
Сардыкское участковое лесничество						
<i>Черника обыкновенная</i>						
Средневозрастные 0,4	682,6	2,1	341,3	1,1	170,7	0,5
Средневозрастные 0,7	832,5	94,9	416,3	47,5	208,1	23,7
Приспевающие 0,5	823,5	15,6	411,8	7,8	205,9	3,9
Приспевающие 0,7	639,4	24,9	319,7	12,5	159,9	6,2
Спелые 0,5	612,1	47,0	306,1	23,5	153,0	11,8
Спелые 0,7	762,7	55,9	381,4	28,0	190,7	14,0
Итого:	–	240,4	–	120,2	–	60,1
Вавожское лесничество						
Центральное участковое лесничество						
<i>Земляника лесная</i>						
Молодняки 0,4	203,3	2,3	101,7	1,2	50,8	0,6
Молодняки 0,7	282,0	8,6	141,0	4,3	70,5	2,2
Средневозрастные 0,5	278,2	19,6	139,1	9,8	69,6	4,9
Средневозрастные 0,7	367,0	7,7	183,5	3,9	91,8	1,9
Спелые 0,5	274,5	11,1	137,3	5,6	68,6	2,8
Спелые 0,6	358,3	3,1	179,2	1,6	89,6	0,8
Итого:	–	52,4	–	26,4	–	13,2

Средняя масса одной ягоды брусники обыкновенной составляет 0,21 г., одной ягоды черники обыкновенной — 0,56 г., ягоды земляники лесной — 0,37 г.

Для установления существенности различия запасов ягодных ресурсов был вычислен коэффициент существенности различия в разных группах с разной полнотой древостоя. Показатель отражает влияние полноты и возраста насаждения на запас сырья. Если коэффициент составляет больше трех единиц, то влияние значительно, если меньше — незначительно.

В Головизинском и Сардыкском участковых лесничествах коэффициент существенности различия (t) больше 3, что свидетельствует о влиянии полноты в данном диапазоне на запас ягод брусники обыкновенной и черники обыкновенной в каждой группе возраста. В Вавожском лесничестве коэффициент существенности различия (t)

меньше 3, что подтверждает незначительное влияние полноты в данном диапазоне на запас ягод земляники лесной в каждой группе возраста.

Для выявления зависимости запаса ягод от возраста древостоя был вычислен коэффициент существенности различия, основанный на сравнении между собой каждой группы возраста [20].

С помощью анализа полученных результатов выявлена зависимость запаса ягод от возраста древостоя.

В Головизинском и Сардыкском участковых лесничествах возраст насаждения оказывает большее влияние на запас ягод древостоях, поскольку коэффициент существенности различия в большинстве случаев больше трех единиц. В Вавожском лесничестве влияние возраста насаждения не существенно, поскольку коэффициент существенности различия больше трех единиц не во всех случаях.

По результатам данных, полученных на учетных площадках, найден биологический, хозяйственный и промысловый запасы (табл. 3) [21–23].

По данным расчетов в Головизинском участковом лесничестве наибольший биологический запас ягод брусники обыкновенной — 398,2 т в спелых насаждениях с полнотой 0,7, наименьший — 213,3 т в молодняках с полнотой 0,5, в Сардыкском участковом лесничестве — ягод черники обыкновенной — 832,5 т в средневозрастных насаждениях с полнотой 0,7, а наименьший — 612,1 т в спелых насаждениях с полнотой 0,5, в Вавожском лесничестве ягод земляники обыкновенной — 367,0 т в средневозрастных насаждениях с полнотой 0,7, а наименьший — 203,3 т в молодняках с полнотой 0,4.

Колебания урожайности могут быть связаны с проективным покрытием и возрастом древостоя. К одной из групп факторов, влияющих на показатель урожайности, относятся погодные условия. Недостаточное количество осадков, в целом сухая погода в период, предшествующий цветению и образованию завязей, низкие температуры воздуха — все это неблагоприятно сказывается на качестве и количестве урожая ягод. Иногда урожайность ягод снижается в связи с распространением вредителей, поедающих их.

Полученные данные по биологической урожайности по сравнению с имеющимися в региональных таблицах урожайности по исследуемым типам леса и лесорастительным условиям — высокая [24, 25]. Это свидетельствует о том, что в исследуемой зоне достаточно объемов имеющихся лесных ресурсов для заготовок ягод брусники обыкновенной, черники обыкновенной, земляники лесной.

Выводы

Проведенные исследования на территории Селтинского и Вавожского лесничеств Удмуртской Республики показали, что полнота древесного яруса не всегда значимый фактор продуктивности ягод. При определении биологического, промыслового и хозяйственного запасов ягодных ресурсов установлено влияние на них возраста древостоя. Согласно проведенному анализу, максимальная биологическая урожайность в Головизинском лесничестве отмечена в спелых насаждениях (полнота 0,7), в Сардыкском лесничестве — в средневозрастных (полнота 0,7), в Вавожском лесничестве — также в средневозрастных (полнота 0,7).

В пределах указанных лесничеств имеются вполне достаточные объемы для заготовок брусники обыкновенной, черники обыкновенной и земляники лесной.

Полученные данные могут служить основой для разработки рекомендаций по рациональному

освоению ягодников и применения их в деятельности аптечных учреждений и объектов пищевой промышленности.

Список литературы

- [1] ФАО и ЮНЕП. 2020 год. Состояние лесов мира — 2020. Леса, биоразнообразие и люди. Рим, ФАО. URL: <https://doi.org/10.4060/ca8642ru>. (дата обращения 19.12.2020).
- [2] Жукова А.И., Григорьев И.В., Григорьева О.И., Ледеяева А.С. Лесное ресурсоведение. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской ГЛТА, 2008. С. 9–10.
- [3] Буераков Н.Я. В лесном краю. Ижевск: Изд-во Удмуртского университета, 1997. 165 с.
- [4] Абсалямова С.Л., Абсалямов Р.Р., Мясникова К.И. Исследование массы лекарственных растений в лесничествах Удмуртской Республики на примере Вавожского и Увинского лесничеств // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Ижевск, 14–17 февраля 2017 г. В 3 т. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2017. С. 163–167.
- [5] Ильичев Ю.Н. Недревесные ресурсы леса: проблемы и перспективы использования // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2014. № 2. С. 321–325.
- [6] Баранова О.Г. Основные лесные растения и их практическое использование // Леса Удмуртии / под ред. В.В. Туганаева. Ижевск: Удмуртия, 1997. С. 67–141.
- [7] Абсалямова С.Л., Николаева Н.И. Учет запасов дикорастущего лекарственного сырья в Яганском лесничестве Удмуртской Республики // Леса Евразии — Леса Поволжья. Материалы XVII Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова, 95-летию Казанского государственного аграрного университета и Году экологии в России, Казань, 22–28 октября 2017 г. Казань: ООО ИПЦ «Маска», 2017. С. 40–42.
- [8] Абсалямов Р.Р., Абсалямова С.Л. Оценка запаса лекарственного сырья методом экспедиционных исследований // Леса Евразии — Большой Алтай: Материалы XV Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Г.Н. Высоцкого, г. Барнаул, 13–20 сентября 2015 г. М.: МГУЛ, 2015. С. 37–39.
- [9] Воеводина К.И., Абсалямов Р.Р., Абсалямова С.Л. Проблемы и перспективы использования недревесных ресурсов леса // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства. Материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Ижевск, 13–16 февраля 2018 г. В 3 т. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2018. С. 155–158.
- [10] Климачева Т.В., Бусоргина Н.А., Абсалямова С.Л. Пользование недревесными ресурсами леса и полезными свойствами леса на примере Удмуртской Республики // Наука, инновации и образование в современном АПК. Материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Ижевск, 11–14 февраля 2014 г. В 3 т. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2014. С. 181–186.
- [11] Загребев В.В., Сухих В.И., Швыдченко А.З., Гусев И.Н., Мошкалева А.Г. Общесоюзные нормативы для таксации лесов. М.: Колос, 1992. 495 с.
- [12] Мясникова К.И., Абсалямов Р.Р. Методические подходы в определении потенциала пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых ученых-исследователей. Материалы Всерос.

- науч.-практ. конф.: сб. статей. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2017. С. 72–76.
- [13] Светлакова О.А., Абсалямов Р.Р., Абсалямова С.Л. Методики определения урожайности недревесных лесных ресурсов // Теория и практика — устойчивому развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всерос. науч.-практ. конф., Ижевск, 17–20 февраля 2015 г. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2015. С. 233–236.
- [14] Соколов П. А., Абсалямова С.Л. Лесоустройство. Оценка запасов и пользование лекарственными растениями Удмуртской Республики: метод. указания. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2009. 51 с.
- [15] Соколов П.А., Газизуллин А.Х., Пуряев А.С. Методика учета естественного возобновления. Казань: РИЦ «Школа», 2007. 44 с.
- [16] Соколов П.А., Абсалямова С.Л., Поздеев Д.А. Медоносные и лекарственные растения Удмуртской Республики. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2004. 174 с.
- [17] Корепанов Д.А., Абсалямов Р.Р., Абсалямова С.Л., Альков Н.К., Украинцев В.С. Недревесные ресурсы леса Удмуртской Республики. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2008. 79 с.
- [18] Руководство по учету и оценке второстепенных лесных ресурсов и продуктов побочного лесопользования. М.: Изд-во ВНИИЛМ, 2003. 316 с.
- [19] Дворецкий М.Л. Практическое пособие по вариационной статистике. Йошкар-Ола: Изд-во Поволжского ЛТИ, 1961. 99 с.
- [20] Соколов П.А., Черных В.Л. Дипломное проектирование: обработка результатов измерений. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2007. 99 с.
- [21] Ведерникова Н.А. Оценка урожайности брусники в Селтинском лесничестве Удмуртской Республики // Студенческая наука — устойчивому развитию агропромышленного комплекса: Материалы Всерос. студ. науч. конф., г. Ижевск, 17–20 марта 2015 г. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2015. С. 62–66.
- [22] Ведерникова Н.А., Петров А.А. Оценка урожайности черники в лесничествах Удмуртской Республики, расположенных в таежной лесорастительной зоне, южно-таежном районе европейской части Российской Федерации, на примере Ярского и Увинского лесничеств. // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Ижевск, 16–19 февраля 2016 г. В 3 т. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2016. С. 166–172.
- [23] Зорина Т.А., Климачева Т.В. Оценка урожайности черники в Селтинском лесничестве Удмуртской Республики // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, 2010. № 4 (25). С. 15–17.
- [24] Курлович Л.Е., Косицын В.Н. Таксационный справочник по лесным ресурсам России (за исключением древесины). Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 2018. С. 59, 155.
- [25] Абсалямова С.Л., Поздеев Д.А. Лекарственные и пищевые растения. Ижевск: Изд-во Ижевской ГСХА, 2012. 32 с.

Сведения об авторах

Воеводина Ксения Ивановна — аспирант кафедры лесоустройства и экологии, ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», lesovod27@yandex.ru

Абсалямов Рафаэль Рамзиевич — канд. с.-х. наук, доцент, заведующий кафедрой лесоустройства и экологии, ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», lesovod27@yandex.ru

Абсалямова Светлана Леонидовна — ст. преподаватель кафедры лесоустройства и экологии, ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», lesovod27@yandex.ru

Поступила в редакцию 02.07.2021.

Принята к публикации 19.10.2021.

BERRY CROP PRODUCTIVITY ASSESSMENT IN SELTINSKY AND VAVOZHSKY FORESTRIES IN UDMURT REPUBLIC

K.I. Voevodina, R.R. Absalyamov, S.L. Absalyamova

Izhevsk State Agricultural Academy, 11, Studentskaya st., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russia

lesovod27@yandex.ru

The study of berry crops was carried out on the territory of forest areas located in the southern taiga forests in the European part of the Russian Federation, in the taiga zone and in the area of coniferous-broadleaved (mixed) forests of the European part of the Russian Federation as well as in the zone of coniferous-broadleaved forests. By establishing circular plots in the prevailing types of forest, the dominant berry crops were determined such as cranberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.), blueberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and wild strawberries (*Fragaria vesca* L.). The dependence of their yield on the age and the stand density was revealed. The biological, commercial and economic reserves of berry resources are calculated. It is established that there are sufficient volumes for harvesting berries in the studied forest areas. Recommendations on the rational and sustainable use of these resources are given.

Keywords: food plants, berry resources of the forest, circular trial areas of constant radius, age group, strata, forest type, completeness

Suggested citation: Voevodina K.I., Absalyamov R.R., Absalyamova S.L. *Otsenka urozhaynosti yagodnykh resursov v Seltinskom i Vavozhskom lesnichestvakh Udmurtskoy Respubliki* [Berry crop productivity assessment in Seltinsky and Vavozhsky forestries in Udmurt Republic]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 31–38. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-31-38

References

- [1] *FAO i YuNEP. 2020 god. Sostoyaniye lesov mira — 2020. Lesa, bioraznoobrazie i lyudi* [FAO and UNEP. 2020 year. State of the World's Forests 2020. Forests, Biodiversity and People]. Rome, FAO. Available at: <https://doi.org/10.4060/ca8642ru>. (accessed 19.12.2020).
- [2] Zhukova A.I., Grigor'ev I.V., Grigor'eva O.I., Ledyeva A.S. *Lesnoe resursovedeniye* [Forest Resource Science]. St. Petersburg: SPbGLTA, 2008, pp. 9–10.
- [3] Buerakov N.Ya. *V lesnom krayu* [In the forest edge]. Izhevsk: Publishing House of Udmurt University, 1997, 165 p.
- [4] Absalyamova S.L., Absalyamov R.R., Myasnikova K.I. *Issledovaniye massy lekarstvennykh rasteniy v lesnichestvakh Udmurtskoy Respubliki na primere Vavozhskogo i Uvinskogo lesnichestv* [Investigation of the mass of medicinal plants in the forest districts of the Udmurt Republic on the example of the Vavozhsky and Uvinsky forestries]. *Nauchno obosnovannyye tekhnologii intensivatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Scientifically grounded technologies for the intensification of agricultural production: materials of the International Scientific and Practical Conference], Izhevsk, February 14–17, 2017. In 3 vol. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2017, pp. 163–167.
- [5] Il'ichev Yu.N. *Nedrevesnyye resursy lesa: problemy i perspektivy ispol'zovaniya* [Non-timber forest resources: problems and prospects of use]. *Interexpo Geo-Siberia*, 2014, no. 2, pp. 321–325.
- [6] Baranova O.G. *Osnovnyye lesnye rasteniya i ikh prakticheskoye ispol'zovaniye* [The main forest plants and their practical use]. *Lesa Udmurtii* [Forests of Udmurtia]. Ed. V.V. Tuganaeva. Izhevsk: Udmurtia, 1997, pp. 67–141.
- [7] Absalyamova S.L., Nikolaeva N.I. *Uchet zapasov dikorastushchego lekarstvennogo syr'ya v Yaganskom lesnichestve Udmurtskoy Respubliki* [Accounting for reserves of wild-growing medicinal raw materials in the Yaganskoye forestry of the Udmurt Republic]. *Lesa Evrazii — Lesa Povolzh'ya. Materialy XVII Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya professora G.F. Morozova, 95-letiyu Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta i Godu ekologiy v Rossii* [Forests of Eurasia — Forests of the Volga region. Materials of the XVII International Conference of Young Scientists dedicated to the 150th anniversary of the birth of Professor G.F. Morozov, the 95th anniversary of the Kazan State Agrarian University and the Year of Ecology in Russia], Kazan, October 22–28, 2017. Kazan: OOO IPC Mask, 2017, pp. 40–42.
- [8] Absalyamov R.R., Absalyamova S.L. *Otsenka zapasa lekarstvennogo syr'ya metodom ekspeditsionnykh issledovaniy* [Assessment of the stock of medicinal raw materials by the method of expeditionary research]. *Lesa Evrazii — Bol'shoy Altay: Materialy XV Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya professora G.N. Vysotskogo* [Forests of Eurasia — Big Altai: Proceedings of the XV International Conference of Young Scientists dedicated to the 150th anniversary of the birth of Professor G.N. Vysotsky], Barnaul, September 13–20, 2015. Moscow: MGUL, 2015, pp. 37–39.
- [9] Voevodina K.I., Absalyamov R.R., Absalyamova S.L. *Problemy i perspektivy ispol'zovaniya nedrevesnykh resursov lesa* [Problems and prospects for the use of non-timber forest resources]. *Innovatsionnyye tekhnologii dlya realizatsii programmy nauchno-tekhnicheskogo razvitiya sel'skogo khozyaystva. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 3 t.* [Innovative technologies for the implementation of the program of scientific and technical development of agriculture. Materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2018, pp. 155–158.
- [10] Klimacheva T.V., Busorgina N.A., Absalyamova S.L. *Pol'zovaniye nedrevesnymi resursami lesa i poleznymi svoystvami lesa, na primere Udmurtskoy Respubliki* [The use of non-timber forest resources and useful properties of the forest, on the example of the Udmurt Republic]. *Nauka, innovatsii i obrazovaniye v sovremennom APK. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-*

- prakticheskoy konferentsii v 3-kh t. [Science, innovation and education in the modern agro-industrial complex. Materials of the International Scientific and Practical Conference in 3 volumes]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2014, pp. 181–186.
- [11] Zagreev V.V., Sukhikh V.I., Shvydchenko A.Z., Gusev I.N., Moshkalev A.G. *Obshcheyuznyye normativy dlya taksatsii lesov* [All-Union Standards for Forest Taxation]. Moscow: Kolos, 1992, 495 p.
- [12] Myasnikova K.I., Absalyamov R.R. *Metodicheskie podkhody v opredelenii potentsiala pishchevykh lesnykh resursov i lekarstvennykh rasteniy* [Methodological approaches in determining the potential of food forest resources and medicinal plants]. Innovatsionnyy potentsial sel'skokhozyaystvennoy nauki XXI veka: vklad molodykh uchenykh-issledovateley. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: sbornik statey. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii [Innovative potential of agricultural science in the XXI century: the contribution of young scientists-researchers. Materials of the All-Russian scientific-practical conference: collection of articles. Ministry of Agriculture of the Russian Federation]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2017, pp. 72–76.
- [13] Svetlakova O.A., Absalyamov R.R., Absalyamova S.L. *Metodiki opredeleniya urozhaynosti nedrevesnykh lesnykh resursov* [Methods for determining the yield of non-timber forest resources]. Teoriya i praktika — ustoychivomu razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa. Materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. [Theory and practice — sustainable development of the agro-industrial complex. Materials of the All-Russian scientific-practical conf.], Izhevsk, 17–20 February 2015. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2015, pp. 233–236.
- [14] Sokolov P. A., Absalyamova S.L. *Lesoustroystvo. Otsenka zapasov i pol'zovanie lekarstvennymi rasteniyami Udmurtskoy Respubliki: metod. ukazaniya* [Forest management. Assessment of reserves and use of medicinal plants in the Udmurt Republic: method. directions]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2009, 51 p.
- [15] Sokolov P.A., Gazizullin A.Kh., Puryaev A.S. *Metodika ucheta estestvennogo vobnovleniya* [Methodology for accounting for natural regeneration]. Kazan: RIC «School», 2007, 44 p.
- [16] Sokolov P.A., Absalyamova S.L., Pozdeev D.A. *Medonosnye i lekarstvennye rasteniya Udmurtskoy Respubliki* [Honey and medicinal plants of the Udmurt Republic]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2004, 174 p.
- [17] Korepanov D.A., Absalyamov R.R., Absalyamova S.L., Al'kov N.K., Ukrainsev V.S. *Nedrevesnye resursy lesa Udmurtskoy Respubliki* [Non-timber forest resources of the Udmurt Republic]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2008, 79 p.
- [18] *Rukovodstvo po uchetu i otsenke vtorostepennykh lesnykh resursov i produktov pobochnogo lesopol'zovaniya* [Guidelines for the accounting and assessment of secondary forest resources and products of secondary forest use]. Moscow: VNIILM, 2003, 316 p.
- [19] Dvoretzkiy M.L. *Prakticheskoe posobie po variatsionnoy statistike* [A Practical Guide to Variational Statistics]. Yoshkar-Ola: Povolzhskiy LTI, 1961, 99 p.
- [20] Sokolov P.A., Chernykh V.L. *Diplomnoe proektirovanie: obrabotka rezul'tatov izmereniy* [Graduate design: processing of measurement results]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2007, 99 p.
- [21] Vedernikova N.A. *Otsenka urozhaynosti brusniki v Seltinskom lesnichestve Udmurtskoy Respubliki* [Assessment of lingonberry yield in the Seltinsky forestry of the Udmurt Republic]. Studencheskaya nauka — ustoychivomu razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa: Materialy Vserossiyskoy studencheskoy nauchnoy konferentsii [Student science for sustainable development of the agro-industrial complex: Materials of the All-Russian student scientific conference], March 17–20, 2015. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2015, pp. 62–66.
- [22] Vedernikova N.A., Petrov A.A. *Otsenka urozhaynosti cherniki v lesnichestvakh Udmurtskoy Respubliki, raspolozhennykh v taezhnoy lesorastitel'noy zone, yuzhno-taezhnom rayone evropeyskoy chasti Rossiyskoy Federatsii, na primere Yarskogo i Uvinskogo lesnichestv* [Evaluation of blueberry productivity in the forestries of the Udmurt Republic located in the taiga forest zone, the southern taiga region of the European part of the Russian Federation, using the example of Yarskoye and Uvinskoye forestries]. Nauchnoe i kadrovoe obespechenie APK dlya prodovol'stvennogo importozameshcheniya: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Scientific and personnel support of the agro-industrial complex for food import substitution: materials of the All-Russian scientific and practical conference], Izhevsk, February 16–19, 2016. In 3 v. Izhevsk State Agricultural Academy, 2016, pp. 166–172.
- [23] Zorina T.A., Klimacheva T.V. *Otsenka urozhaynosti cherniki v Seltinskom lesnichestve Udmurtskoy Respubliki* [Assessment of the productivity of blueberries in the Seltinsky forestry of the Udmurt Republic]. Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy], 2010, no. 4 (25), pp. 15–17.
- [24] Kurlovich L.E., Kositsyn V.N. *Taksatsionnyy spravochnik po lesnym resursam Rossii (za isklucheniem drevesiny)* [Taxation reference book on forest resources of Russia (excluding timber)]. Pushkino: VNIILM, 2018, pp. 59, 155.
- [25] Absalyamova S.L., Pozdeev D.A. *Lekarstvennye i pishchevye rasteniya* [Medicinal and food plants]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2012, 32 p.

Authors' information

Voevodina Ksenia Ivanovna — Post-graduate student of the Department of Forest management and ecology, Izhevsk State Agricultural Academy, lesovod27@yandex.ru

Absalyamov Rafael Ramzievich — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Forest management and ecology, Izhevsk State Agricultural Academy, lesovod27@yandex.ru

Absalyamova Svetlana Leonidovna — Senior Lecturer at the Department of forest management and ecology, Izhevsk State Agricultural Academy, lesovod27@yandex.ru

Received 02.07.2021.

Accepted for publication 19.10.2021.

УДК 634.674.032.14

DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-39-44

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЗА ПРЕДЕЛАМИ АРЕАЛА ПРИ МИНИМАЛЬНОМ КОЛИЧЕСТВЕ СЕМЕННИКОВ

Л.П. Мельник

ФГБУН Институт лесоведения РАН (ИЛАН РАН), 140030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, ул. Советская, д. 21

lyubov.melnik.93@mail.ru

Представлены результаты исследования диссеминации и успешности естественного возобновления лиственницы европейской за пределами ее ареала произрастания, при минимальной обеспеченности семенниками. Проанализировано, что на успешность естественного возобновления лиственницы влияет отсутствие воздушных мешков у пыльцевых зерен, это ограничивает их рассеивание на близкие расстояния и снижает качество семян вида, вследствие неудовлетворительного опыления более 50 % являются невсхожими. Установлено, что расстояние максимальной диссеминации лиственницы европейской достигает 112–114 м, подрост и самосев — представлены разными высотными грациями: половина (49 %) учтенных растений — от 2 м и выше, 36,5 % — до 1 м, что подтверждает возможную продолжительность формирования молодого поколения лиственницы европейской в течение 10 лет при наличии необходимых условий, в частности, высокой минерализации почвы. Биометрические измерения показали, что лидирующие позиции среди изучаемых пород по высоте занимает береза, а лидером среди хвойных пород по росту в высоту является сосна обыкновенная. Определена положительная динамика годичных приростов лиственницы европейской до 2017 г., а затем зафиксировано ее снижение — с 38,6 до 24,7 см в 2020 г., что вызвано отсутствием лесоводственных уходов. Выявлены причины такого изменения динамики — внедрение новых особей самосева, который составляет 23,5 % учтенных растений. Сделан вывод о более высокой энергии роста при естественном возобновлении лиственницы европейской и сосны обыкновенной в условиях простых свежих суборей (B_2), чем у лесных культур и подростов ели европейской.

Ключевые слова: лиственница европейская, семенники, диссеминация, естественное возобновление, Никольская лесная дача, Подмосковье

Ссылка для цитирования: Мельник Л.П. Естественное возобновление лиственницы европейской за пределами ареала при минимальном количестве семенников // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 39–44. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-39-44

Для лесоводов первостепенное значение имеет экология возобновления леса. Возобновительные процессы способствуют биологическому равновесию в лесу, обеспечивают постоянство его существования, а следовательно и пользования им [1]. Подрост, даже если он не используется для лесовозобновления, всегда показывает устойчивость и жизнеспособность древесных пород, что особенно важно для пород-интродуцентов, одной из которых в центральной части Восточно-Европейской равнины, является лиственница европейская [2]. В Подмосковье лиственница относится к ценным породам, поскольку имеет высокую продуктивность и характеризуется устойчивостью [3–6]. Для проведения фундаментальных исследований важное значение приобретает изучение миграционных возможностей лиственницы, реализуемые главным образом путем диссеминации [7]. Этому вопросу посвящены некоторые зарубежные [8, 9] и отечественные работы для лесов Европейского Севера и Урала, где лиственница произрастает в естественном ареале [10–12]. Среди лесоводов России долгое время существовало мнение, о плохом естественном возобновлении лиственницы за преде-

лами ее естественного распространения [13, 14]. Первым, кто разрушил этот стереотип, был лесовод Х.М. Исаченко [15], обративший внимание на хорошее возобновление лиственницы сибирской в Богородицком лесхозе Тульской обл. В полосе чернозема, вблизи северной границы его распространения, успешность расселения лиственницы на расстоянии 50 м от материнского насаждения может достигать 5,66 шт./га [15]. В Московской обл. исследования по изучению естественного возобновления лиственницы европейской впервые выполнил Н.А. Ботолов [16]. В условиях Волоколамского лесорастительного подрайона в Лотошинском лесничестве Лотошинского лесхоза учет лиственницы составляет от 2,0 до 5,2 шт./га. На успешность естественного возобновления лиственницы влияет количество обсеменителей, оставляемых на вырубках. Этот вопрос всегда был актуален для практики лесного хозяйства. Отдельные деревья лиственницы как породы, требующей перекрестного опыления, в качестве семенников не оставляют. На Урале практикуется оставление семенных групп не менее 7–10 лиственниц в группе с расстоянием между группами не более 50 м [17]. Для условий средней и южной

тайги европейской части России А.П. Шиманюк [18] рекомендует отбор 3–5 обсеменительных групп, по возможности по 3–5, более молодых деревьев в каждой группе.

Цель работы

Цель работы — изучение особенностей диссеминации и естественного возобновления лиственницы европейской при минимальном количестве семенников в условиях Никольской лесной дачи.

Объекты и методы исследований

Исследования диссеминации и естественного возобновления лиственницы были проведены в Никольской лесной даче на постоянной пробной площади (ППП) МП-10, расположенной в Воря-Богородском участковом лесничестве Щелковского учебно-опытного лесхоза МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал) Московской обл. по общепринятым в лесоводственных исследованиях методикам [19]. Почва объекта исследований — дерново-подзолистая легкосуглинистая, сформированная на флювиогляциальном песке, оставленном ледниковыми потоками. Тип лесорастительных условий В₂ (простая свежая суборь) [20].

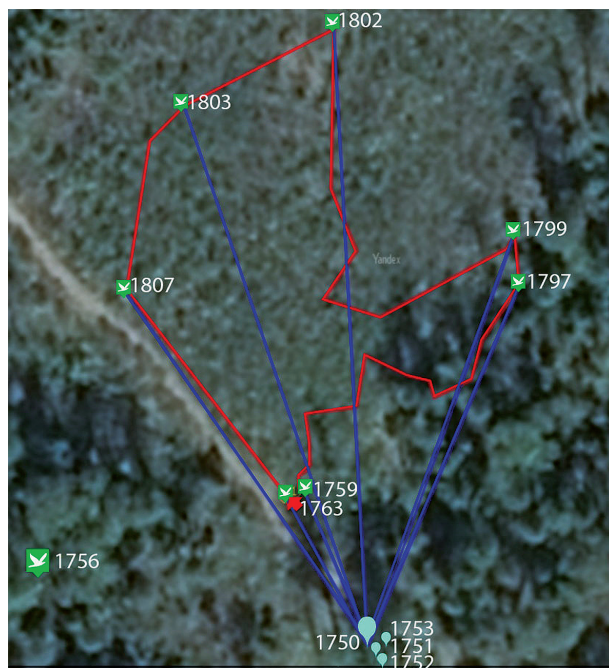


Рис. 1. Размещение семенников и максимальные расстояния диссеминации лиственницы европейской на постоянной пробной площади МП-10

Fig. 1. Placement of seed plants and maximum dissemination distances of European larch on a permanent trial plot МП-10

Впервые в Никольской лесной даче лесные культуры лиственницы европейской были заложены в 1870 г. лесничим из Саксонии по фамилии

Готтгрей. Культуры создавались методами посева и посадки. Помимо промышленных посадок лиственница использовалась в создании придорожных защитных полос и куртин [21]. Одна из таких куртин, состоящая из четырех деревьев лиственницы, послужила источником естественного возобновления в кв. 38 ближней части Никольской лесной дачи. К северо-западу и западу от нее находятся еще два дерева лиственницы европейской (всего шесть экземпляров), которые и послужили источником семенного материала.

Для проведения исследований натурным способом выполнен рекогносцировочный анализ участка, описаны лесорастительные условия, осуществлены биометрические измерения общей высоты и годовых приростов за 5 лет всех представленных пород на пробной площади МП-10. На опытном объекте применялся сплошной способ учета естественного возобновления. Учеты всех экземпляров лиственницы, а также определение расстояний от семенников до крайних растений на объекте проводили с помощью gps-приемников, что позволит в дальнейшем проводить регулярные научные наблюдения (рис. 1). Исследованиями была охвачена площадь 0,3 га. Весной 2020 г. проводили рубки ухода за хвойными породами — в основном осветлялись как отдельные экземпляры лиственницы, так и ее куртины.

При пересчете самосева и подроста учитывали породы, их происхождение, генерацию, высоту и годичный прирост. Качественная сторона подроста оценивалась по шкале И.С. Мелехова [1]. У всех экземпляров лиственницы различали здоровые, угнетенные, механически поврежденные, больные и мертвые особи. Критериями жизнеспособности считали прогрессирующий (или относительно стабилизированный) прирост главной оси стволика: нормально развитую хвою, отсутствие существенных повреждений грибами и насекомыми [22]. Напочвенный покров и факторы, влияющие на возобновление, определялись после выполнения сплошного учета.

Результаты и обсуждение

При изучении диссеминации необходимо учитывать, что многие виды растений склонны к партенокарпии. У лиственницы пустые семена вследствие неудовлетворительного опыления составляют 50 % и более, а в экстремальных условиях Кольского полуострова — 70–80 % [7]. Пыльцевые зерна сосны имеют воздушные мешки и могут относительно легко распространяться, а пыльцевые зерна лиственницы таковых не имеют, их рассеивание происходит на близкие (в пределах 100 м) расстояния, от этого зависит качество семян, что в свою очередь влияет на успешность естественного возобновления. Предварительные

Приросты древесных пород за 5-летний период на постоянной пробной площади МП-10
Growth of tree species over a 5-year period on a permanent trial area of

Порода	Прирост за год, см					H _{ср} , см
	2016	2017	2018	2019	2020	
Лиственница	35,0 ± 5,7	38,6 ± 5,9	36,8 ± 5,4	29,4 ± 5,2	24,7 ± 3,4	272,9 ± 37,1
Сосна	39,6 ± 3,8	45,2 ± 5,0	38,2 ± 5,8	31,6 ± 5,5	32,5 ± 6,1	300,2 ± 32,9
Ель (культуры)	27,5 ± 3,3	25,3 ± 4,0	23,2 ± 4,6	20,0 ± 4,2	33,1 ± 4,9	256,5 ± 28,2
Ель (естест. возоб.)	8,2 ± 1,2	8,6 ± 1,2	7,2 ± 0,8	4,7 ± 0,6	9,9 ± 1,1	77,2 ± 7,7
Береза	70,8 ± 14,8	63,3 ± 14,1	53,9 ± 10,8	52,8 ± 8,1	110,9 ± 7,8	658,7 ± 23,6
Осина	67,5 ± 28,0	68,9 ± 21,9	63,3 ± 17,6	42,8 ± 13,0	68,3 ± 10,3	595,4 ± 35,5
Ива козья	63,1 ± 13,7	51,7 ± 11,1	61,7 ± 11,8	55,1 ± 8,3	50,6 ± 5,3	564,8 ± 25,5

результаты первых лет исследований на других опытных объектах Никольской лесной дачи опубликованы ранее [23]. Определение расстояния максимальной диссеминации лиственницы европейской на ППП МП-10 проводили в начале ноября 2020 г., когда было установлено, что максимальное расстояние распространения семян достигает 112–114 м.

В 4-летнем возрасте (май 2014 г.) количество самосева лиственницы достигало 1,4 тыс. шт./га, чего вполне достаточно для формирования к возрасту спелости смешанного по составу высокопродуктивного лиственничного насаждения, при условии интенсивного ведения лесного хозяйства. К 11-летнему возрасту численность подроста и самосева на пробной площади снизилась до 0,2 тыс. шт./га в связи с отсутствием осветлений за истекший 7-летний период.

К числу основных и едва ли не главных критериев устойчивости лесных сообществ следует отнести наличие на площади лесного биоценоза естественного возобновления, составляющего последнее поколение в возрастном ряду древостоя [24]. На момент наших исследований подрост и самосев лиственницы европейской были представлены разными высотными градациями (рис. 2). Половина (49 %) учтенных растений относится к градации от 2 м и выше, 36,5 % — до 1 м, что подтверждает возможную продолжительность формирования молодого поколения лиственницы европейской в течение 10 лет при наличии необходимых условий, в частности высокой минерализации почвы.

Биометрические измерения общей высоты и годовых приростов пород, представленных на пробной площади МП-10, проведены в ноябре 2020 г. Полученные результаты показали, что лидирующие позиции на ППП МП-10 по высоте занимает береза, а лидером среди хвойных пород по росту в высоту является сосна обыкновенная (таблица, рис. 3). В 11-летнем возрасте средние

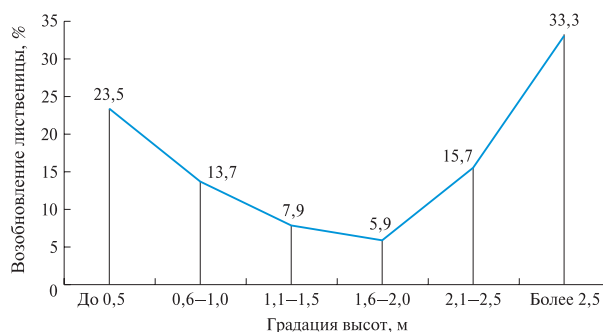


Рис. 2. Количество (%) возобновления лиственницы по градациям высот (м)

Fig. 2. Amount (%) of larch renewal by heights (m)

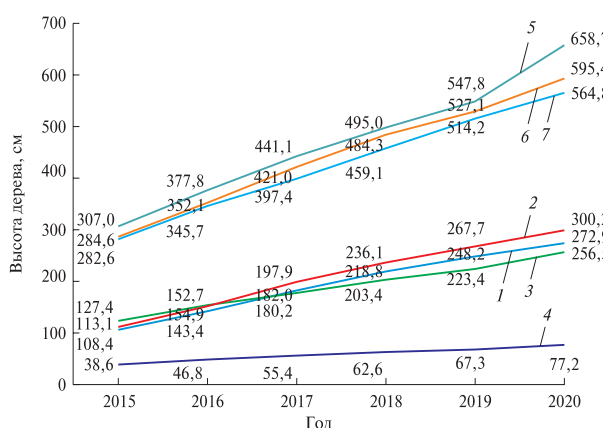


Рис. 3. Средняя высота по породам за 2015–2020 гг. на ППП МП-10: 1 — лиственница; 2 — сосна; 3 — ель (культуры); 4 — ель (естественного возобновления); 5 — береза; 6 — осина; 7 — ива козья

Fig. 3. Average height by species for 2015–2020 at ППП МП-10: 1 — larch; 2 — pine; 3 — spruce (crops); 4 — spruce (natural regeneration); 5 — birch; 6 — aspen; 7 — willow

высоты по породам распределились следующим образом: береза — 658,7 см, осина — 595,4 см, ива козья — 564,8 см, сосна — 300,2 см, лиственница — 272,9 см, культуры ели — 163,8 см, естественная ель — 77,2 см.

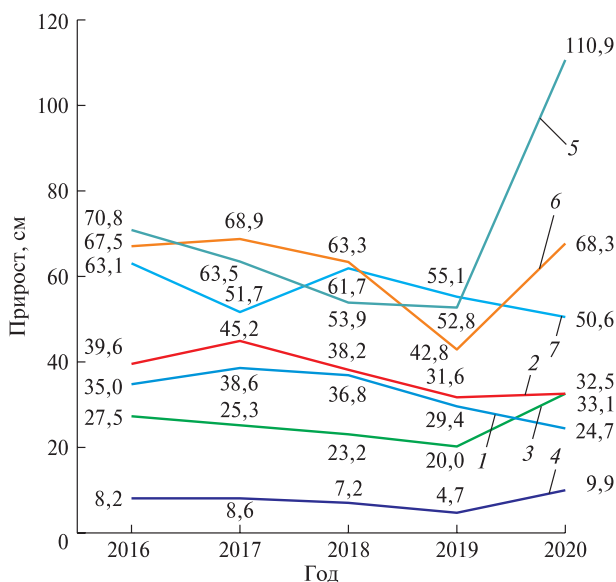


Рис. 4. Текущие приросты по породам за 2016–2020 гг. на ППП МП-10: 1 — лиственница; 2 — сосна; 3 — ель (культуры); 4 — ель (естественного возобновления); 5 — береза; 6 — осина; 7 — ива козья

Fig. 4. Current wood increments by species for 2016–2020 at ППП МП-10: 1 — larch; 2 — pine; 3 — spruce (crops); 4 — spruce (natural regeneration); 5 — birch; 6 — aspen; 7 — willow

Текущий прирост по породам имеет четко выраженную дифференциацию с лидерством мягколиственных пород и депрессивным приростом у ели естественного происхождения (рис. 4). По годовичному приросту лидируют ива козья, осина и береза, а среди хвойных пород — сосна, от которой незначительно отстает лиственница. Годичные приросты лиственницы европейской до 2017 г. имеют положительную динамику, после чего постепенно снижаются, с 38,6 до 24,7 см в 2020 г. (см. таблицу), что вызвано в первую очередь отсутствием лесоводственных уходов, и появлением новых особей самосева, который составляет 23,5 % учтенных растений. В целом, естественное возобновление лиственницы европейской и сосны обыкновенной в условиях простых свежих суборей (B_2), имеет более высокую энергию роста, чем у лесных культур и подроста ели европейской. Однако ель как темнохвойная порода отреагировала на осветления, проведенные весной 2020 г., увеличением текущего прироста, хотя у сосны прирост остался стабильным, а у лиственницы продолжалось его снижение.

Поскольку дистанционный мониторинг показал свою эффективность, целесообразна разработка, создание и внедрение автоматизированной системы учета естественного возобновления лиственницы как ценной породы для центральной части Восточно-Европейской равнины. В целях автоматизации процессов дешифрирования возможно применение нейронных сетей, а также

автоматизированной объектно-ориентированной классификации материалов аэро- и космических фотоснимков [25, 26].

В целом полученные результаты показывают, что можно сформировать естественные насаждения с преобладанием лиственницы европейской при минимальном обеспечении семенными деревьями с условием своевременного проведения лесоводственных уходов.

Выводы

1. Динамика естественного возобновления показывает, что в условиях простых свежих суборей Никольской лесной дачи лиственница европейская ежегодно дает семена.

2. Для образования качественных всхожих семян достаточно сохранять не менее четырех семенных деревьев в биогруппах, на вырубках или по их границам.

3. Для формирования естественных насаждений с преобладанием лиственницы европейской при минимальном обеспечении семенными деревьями необходимо проводить рубки леса на расстоянии не более 100 м от материнских насаждений и своевременно выполнять лесоводственные уходы за молодняками на вырубках.

4. Процесс образования молодого поколения лиственницы может длиться до 10 лет при благоприятных условиях, в частности, высокой минерализации почвы.

Список литературы

- [1] Мелехов И.С. Лесоведение. М.: Лесная пром-сть, 1980. 408 с.
- [2] Тимофеев В.П. Природа и насаждения Лесной опытной дачи Тимирязевской сельскохозяйственной академии за 100 лет. М.: Лесная пром-сть, 1965. 168 с.
- [3] Тимофеев В.П. Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 160 с.
- [4] Рубцов М.В., Мерзленко М.Д. Лесные культуры К.Ф. Тюрмера. М.: ЦБНТИлесхоз, 1975. 42 с.
- [5] Тимофеев В.П. Лесные культуры лиственницы. М.: Лесная пром-сть, 1977. 216 с.
- [6] Melnik P.G., Karasyov N.N. Productivity of different larch types in Moscow region // Eurasian Forests — Hungarian Forests: Materials of the VI International Conference of Young Scientists. Moscow: MSUF, 2006, pp. 83–85.
- [7] Удра И.Ф. Расселение растений и вопросы палео- и биогеографии. Киев: Наукова думка, 1988. 200 с.
- [8] Bouvier R. Les migrations vegetales. Paris, 1946, 306 p.
- [9] Müller P. Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen. Bern, 1955, 127 p.
- [10] Козобродов А.С. Семеношение и возобновление лиственницы в Архангельской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Минск, 1968, 22 с.
- [11] Козобродов А.С., Кашин В.И. Естественное возобновление лиственницы Сукачева на концентрированных вырубках и других открытых местах Европейского Севера // Лиственница. XXXIX. Т. II. Красноярск, 1964. С. 167–180.

- [12] Оплетаев А.С., Шарова У.С. Лесовозобновление лиственницы Сукачева после сплошных рубок на плотных силикатных почвообразующих породах на Урале // Леса России и хозяйство в них, 2015. № 2 (53). С. 54–59.
- [13] Товстолес Д.И. Лиственничные насаждения Линдуловской рощи. СПб.: Типо-литография М.П. Фроловой, 1907. 159 с.
- [14] Тимофеев В.П. Лиственница в культуре. М.-Л.: Гослестехиздат, 1947. 296 с.
- [15] Исаченко Х.М. Естественное возобновление лиственницы вне ареала // Лесное хозяйство, 1949. № 2. С. 32–34.
- [16] Ботолов Н.А. Естественное возобновление лиственницы в Московской области // Лесное хозяйство, 1966. № 12. С. 34–35.
- [17] Луганский Н.А., Залесов С.В., Азаренок В.А. Лесоводство. Екатеринбург: Уральская ГЛТА, 2001. 320 с.
- [18] Шиманюк А.П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 356 с.
- [19] Рубцов М.В. Учет естественного возобновления при постепенных рубках // Лесохозяйственная информация, 1968. № 5. С. 11–12.
- [20] Мерзленко М.Д. В лесных дачах Центральной России. Природно-исторический экскурс. М.: МГУЛ, 2009. 273 с.
- [21] Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. М.: МГУЛ, 2015. 112 с.
- [22] Санников С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с.
- [23] Melnik L.P. Dissemination and natural regeneration dynamics of larch in Nikolskaya forest estate // 56th Student's Scientific International Conference, Technical University in Zvolen, Slovak Republic, 2015, pp. 1213–1223.
- [24] Стороженко В.Г., Быков А.В., Бухарева О.А., Петров А.В. Устойчивость лесов. Теория и практика биогеоэкологических исследований. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 171 с.
- [25] Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Каменцев В.П. Система обработки самолетных изображений лесных экосистем по данным высокого спектрального и пространственного разрешения // Исследование Земли из космоса, 2013. № 6. С. 57–64.
- [26] Dmitriev E.V., Kozoderov V.V., Demytyev A.O., Safonova A.N. Combining Classifiers in the Problem of Thematic Processing of Hyperspectral Aerospace Images // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing, 2018, vol. 54 (3), pp. 213–221.

Сведения об авторе

Мельник Любовь Петровна — аспирант, мл. науч. сотр., ФГБУН Институт лесоведения РАН, lyubov.melnik.93@mail.ru

Поступила в редакцию 02.07.2021.

Принята к публикации 27.10.2021.

NATURAL REGENERATION OF EUROPEAN LARCH OUTSIDE NATURAL AREA WITH MINIMUM OF SEED TREES

L.P. Melnik

Institute of Forest Science Russian Academy of Sciences, 21, Sovetskaya st., 140030, Uspenskoe, Moscow reg., Russia

lyubov.melnik.93@mail.ru

The study of dissemination and success of natural regeneration of European larch outside its growing area, with a minimum supply of seed plants, is presented. It was analyzed that the success of natural regeneration of larch is affected by the absence of air sacs in pollen grains, this limits their dispersion at close distances and reduces the quality of seeds of the species, due to unsatisfactory pollination, more than fifty percent are dissimilar. It was found that the distance of maximum dissemination of European larch reaches 112–114 m. The undergrowth and self-seeding of European larch was represented by different height gradations. Half (49 %) of the recorded plants represent a gradation from 2 m and more, 36,5 % up to 1 meter in height, which indicates that the process of formation of the young generation of European larch can last up to 10 years, subject to the necessary conditions (good mineralized soil). Biometric measurements show that the leading position in height is occupied by birch, and the leader among conifers in height is Scotch pine. The dynamics of the annual growth of European larch until 2017 has a positive trend, after which it gradually decreases, from 38,6 cm to 24,7 cm in 2020, which is caused by the lack of silvicultural care, as well as the process of the emergence of new individuals of self-seeding, which is 23,5 % of accounted plants. In general, the natural regeneration of European larch and Scots pine under conditions of simple fresh subores (B₂) has a higher growth energy than that of forest crops and undergrowth of European spruce.

Keywords: *Larix decidua*, seed tree, dissemination, natural regeneration, Nikolsky forest dacha, Moscow region

Suggested citation: Melnik L.P. *Estestvennoe vozobnovlenie listvennitsy evropeyskoy za predelami areala pri minimal'nom kolichestve semennikov* [Natural regeneration of European Larch outside natural area with minimum of seed trees]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 39–44. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-39-44

References

- [1] Melehev I.S. *Lesovedenie* [Forestry]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1980, 408 p.
- [2] Timofeev V.P. *Priroda i nasazhdeniya Lesnoy opytnoy dachi Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii za 100 let* [The nature and plantations of forest experimental cottages Timiryazev agricultural Academy for 100 years]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest Industry], 1965, 168 p.

- [3] Timofeev V.P. *Rol' listvennitsy v podnyatii produktivnosti lesov* [The role of larch in raising forest productivity]. Moscow: AN SSSR, 1961, 160 p.
- [4] Rubtsov M.V., Merzlenko M.D. *Lesnye kul'tury K.F. Tyurmera* [Forest Crops of K.F. Turner]. Moscow: TsBNTIleskhoz, 1975, 42 p.
- [5] Timofeev V.P. *Lesnye kul'tury listvennitsy* [Larch forest plantation]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1977, 216 p.
- [6] Melnik P.G., Karasyov N.N. Productivity of different larch types in Moscow region. Eurasian Forests — Hungarian Forests: Materials of the VI International Conference of Young Scientists. Moscow: MSUF, 2006, pp. 83–85.
- [7] Udra I.F. *Rasselenie rasteniy i voprosy paleo- i biogeografii* [Plant dispersal and issues of paleo and biogeography]. Kiev: Naukova dumka, 1988, 200 p.
- [8] Bouvier R. *Les migrations vegetales*. Paris, 1946, 306 p.
- [9] Müller P. *Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen*. Bern, 1955, 127 p.
- [10] Kozobrodov A.S. *Semenoshenie i vozobnovlenie listvennitsy v Arhangel'skoy oblasti* [Seed production and renewal of larch in the Arkhangelsk region]: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. Minsk, 1968, 22 p.
- [11] Kozobrodov A.S., Kashin V.I. *Estestvennoe vozobnovlenie listvennitsy Sukacheva na koncentrirovannykh vyrubkakh i drugikh otkrytykh mestakh Evropeyskogo Severa* [Natural renewal of Sukachev's larch in concentrated clearings and other open areas of the European North]. *Listvennitsa*, XXXIX, t. II. Krasnoyarsk, 1964, pp. 167–180.
- [12] Oplataev A.S., Sharova U.C. *Lesovozobnovlenie listvennitsy Sukacheva posle sploshnykh rubok na plotnykh silikatnykh pochvoobrazuyushchih porodakh na Urale* [Reforestation of Sukachev larch after continuous logging on dense silicate soilforming rocks in the Urals]. *Lesa Rossii i khozyaystvo v nih* [Russian forests and their production], 2015, no. 2 (53), pp. 54–59.
- [13] Tovstoles D.I. *Listvennichnye nasazhdeniya Lindulovskoy roshchi* [Larch plantations of Lindulovskaya grove]. St. Petersburg: Tipo-lit. M.P. Frolovoy, 1907, 159 p.
- [14] Timofeev V.P. *Listvennitsa v kul'ture* [Larch in culture]. Moscow–Leningrad: Goslestechizdat, 1947, 296 p.
- [15] Isachenko H.M. *Estestvennoe vozobnovlenie listvennitsy vne areala* [Natural regeneration of larch outside the range]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1949, no. 2. pp. 32–34.
- [16] Botolov N.A. *Estestvennoe vozobnovlenie listvennitsy v Moskovskoy oblasti* [Natural renewal of larch in the Moscow region]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1966, no. 12, pp. 34–35.
- [17] Luganskiy N.A., Zalesov S.V., Azarenok V.A. *Lesovodstvo* [Forestry]. Ekaterinburg: Ural'skaya GLTA, 2001, 320 p.
- [18] Shimanyuk A. P. *Estestvennoe vozobnovlenie na kontsentrirrovannykh vyrubkakh* [Natural renewal on the concentrated cuttings]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1955, 356 p.
- [19] Rubtsov M.V. *Uchet estestvennogo vozobnovleniya pri postepennykh rubkakh* [Taking into account natural regeneration during gradual felling]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya*, 1968, no. 5, pp. 11–12.
- [20] Merzlenko M.D. *V lesnykh dachakh Tsentral'noy Rossii. Prirodno-istoricheskiy ekskurs* [In forest bower in Central Russia]. Moscow: MGUL, 2009, 273 p.
- [21] Merzlenko M.D., Mel'nik P.G. *Opyt lesovodstvennogo monitoringa v Nikol'skoy lesnoy dache* [Experience of silvicultural monitoring in Nikolskaya forest estate]. Moscow: MSFU, 2015, 112 p.
- [22] Sannikov S.N. *Ekologiya i geografiya estestvennogo vozobnovleniya sosny obyknovlennoy* [Ecology and geography of natural regeneration of Scots pine]. Moscow: Nauka, 1992, 264 p.
- [23] Melnik L.P. Dissemination and natural regeneration dynamics of larch in Nikolskaya forest estate. 56th Student's Scientific International Conference, Technical University in Zvolen, Slovak Republic, 2015, pp. 1213–1223.
- [24] Storozhenko V.G., Bykov A.V., Bukhareva O.A., Petrov A.V. *Ustoychivost' lesov. Teoriya i praktika biogeotsenoticheskikh issledovaniy* [Sustainability of forests. Theory and practice of biogeocenotic studies]. Moscow: Tov-vo nauch. izd. KMK (Partnership Sci. Publ. KMK), 2018, 171 p.
- [25] Kozoderov V.V., Dmitriev E.V., Kamentsev V.P. *Sistema obrabotki samoletnykh izobrazheniy lesnykh ekosistem po dan-nyam vysokogo spektral'nogo i prostranstvennogo razresheniya* [System for processing airplane images of forest ecosystems based on high spectral and spatial resolution data]. *Issledovanie Zemli iz kosmosa* [Earth Research from space], 2013, no. 6, pp. 57–64.
- [26] Dmitriev E.V., Kozoderov V.V., Demytyev A.O., Safonova A.N. Combining Classifiers in the Problem of Thematic Processing of Hyperspectral Aerospace Images. *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*, 2018, v. 54 (3), pp. 213–221.

Author's information

Melnik Lyubov Petrovna — Pg., Junior Research Assistant, Institute of Forest Science Russian Academy of Sciences, lesshi@bk.ru

Received 02.07.2021.

Accepted for publication 27.10.2021.

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ХВОЙНЫХ ПОРОД С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Бобушкина

ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, д. 13

svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru

На примере трех питомников Архангельской области проведен сравнительный анализ некоторых технологических операций при производстве сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой, отмечены сходные проблемы и предложены решения для повышения эффективности производства и снижения затрат. Установлено, что элементы каркаса и навесного оборудования в теплицах сокращают освещенность сеянцев на 40...45 %, что снижает интенсивность фотосинтеза. Поэтому рекомендована ротация кассет по расположению их в теплице. Для увеличения освещенности указано своевременно очищать тепличное покрытие от налета и загрязнений. При планировании и строительстве теплиц рекомендовано исключить их затенение другими объектами инфраструктуры. Отмечено, что субстрат для выращивания сеянцев в контейнерах желательнее приобретать на специализированных предприятиях и контролировать его состав перед посевом путем проведения химических анализов. С целью повышения выхода сеянцев с единицы площади рекомендовано использовать схему двух ротаций, при этом, обязательным условием на севере является обогрев теплиц весной и летом в периоды похолоданий и заморозков. Указано, что семена ели необходимо высевать в первую очередь, сосны — во вторую, так обе породы достигнут стандартных параметров к началу следующего вегетационного периода. Для сокращения разницы в количестве жидкости, поступающей к сеянцам во время полива и удобрений, рекомендованы постоянный контроль этих процессов, своевременная прочистка фильтров, устранение поломок, регулирование количества жидкости при поливе с помощью форсунок или ротацией кассет. Выявлено, что ускорить прорастание семян и рост сеянцев можно путем использования стимуляторов — экологически безопасных гуминовых препаратов. Замачивание семян ели в растворе препарата «Экорост» способствовало повышению всхожести и энергии прорастания до 13 %. Установлено, что полив раствором данного препарата позволил увеличить выход стандартных сеянцев ели на 40,6 %, а сосны — на 36,9 % по сравнению с контролем.

Ключевые слова: посадочный материал с закрытой корневой системой, сеянцы, питомник, технология выращивания, лесовосстановление, сосна (*Pinus sylvestris* L.), ель (*Picea abies*)

Ссылка для цитирования: Бобушкина С.В. Приемы повышения эффективности производства посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой в Архангельской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 45–54. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-45-54

По мере повышения спроса на посадочный материал с закрытой корневой системой (ПМЗКС) для лесовосстановления в последнее десятилетие активно проектируются и строятся питомники, тепличные комплексы и селекционно-семеноводческие центры. Рост спроса обусловлен, как рядом преимуществ данного вида посадочного материала, так и принятыми в 2018–2019 гг. нормами по увеличению доли ПМЗКС при искусственном лесовосстановлении.

Как известно, успех выращивания сеянцев хвойных пород в контейнерах определяется значительным количеством факторов: наличием качественных семян, температурным режимом, условиями полива, влажностью субстрата и его качеством, сроками выращивания, типом контейнеров, своевременностью проведения всех технологических операций и др. [1].

Несмотря на то, что некоторые расчеты [2] подтверждают, что создание лесных культур с помощью ПМЗКС является экономически выгодным для лесопользователей и государственных органов управления лесами, тем не менее, себестоимость растений с комом выше, чем традиционных сеянцев в 2–3 раза [3]. Высокие

затраты на выращивание ПМЗКС обусловлены дорогостоящим зарубежным оборудованием, необходимостью приобретения торфа или готового субстрата, контейнеров и др. Для достижения максимальной эффективности указанной технологии в конкретных условиях необходимо стремиться к снижению затрат, повышению качества посадочного материала, ускорению его роста.

Цель работы

Цель работы — выявить улучшенные методы организации процесса выращивания сеянцев хвойных пород в контейнерах в условиях таежной зоны севера Европейской части России для повышения эффективности производства.

Для достижения поставленной цели необходимо решить некоторые задачи:

- осуществить информационный поиск по теме исследования, провести анализ найденной информации;

- изучить технологические процессы и операции, проводимые в тепличных комплексах и лесных питомниках Архангельской обл., специализирующихся на выращивании ПМЗКС;

– проанализировать полученные материалы, дать сравнительную характеристику им и опыту, достигнутому другими исследователями, сформулировать выводы и предложения.

Объекты исследования — питомники и тепличные комплексы Архангельской обл., специализирующиеся на выращивании посадочного материала хвойных пород с комом субстрата для лесовосстановления, в том числе применяемые в них технологии.

Материалы и методы

В ходе работы были изучены литературные источники в области производства сеянцев в контейнерах в России и за рубежом [4–8], а также нормативные акты. Экспериментальные исследования проводились в Шенкурском лесопитомнике, Вельском тепличном комплексе и Устьянском лесном селекционно-семеноводческом центре. При общности целей и основных технологических операций предприятия различаются мощностью, размерами теплиц, количеством ротаций, комплектами оборудования, используемыми контейнерами, субстратами, применяемыми удобрениями и многим другим.

Опытные варианты закладывались с различными сроками посева семян и выноса кассет на площадку доращивания, испытывались субстраты различных производителей и составов, а также экологически безопасные стимуляторы роста.

Исследованиями по использованию различных добавок, по подбору оптимальных сроков посева и выноса кассет на площадку доращивания и других технологических приемов установлено их влияние на развитие корней и устойчивость кома субстрата при выемке сеянцев из кассет. Устойчивость кома определена в конце вегетации в два-три срока путем взвешивания сеянца с комом и без кома. У субстрата определяли фракционный состав и химические характеристики по общепринятым методикам. У сеянцев измеряли высоту и диаметр 3–4 раза за сезон, определяли массу хвои, стволика и корней в абсолютно-сухом состоянии. Все материалы замеров были обработаны статистически.

В связи с тем, что выращенные в исследуемых питомниках сеянцы можно использовать для посадки на лесокультурную площадь в двух таежных районах РФ, устанавливали долю выхода стандартного посадочного материала для северо-таежного лесного района европейской части РФ (высота не менее 10 см, диаметр стволика у корневой шейки не менее 2 мм) и Двинско-Вычегодского лесного района (высота не менее 12 см, диаметр стволика у корневой шейки не менее 2 мм).

Микроклимат в теплицах и на площадке доращивания определяли метеостанцией, которая

фиксирует показатели температуры и влажности воздуха, а также освещенности с интервалом 30 мин. Освещенность в разных частях теплицы и на открытом месте определяли с помощью люксметра Ю-116.

Результаты и обсуждение

При производстве ПМЗКС в северо-западных регионах РФ за основу принята скандинавская технология, на предприятиях установлено импортное оборудование. Правда, как показывает практика, механический перенос зарубежной технологии в российские условия не гарантирует 100%-го успеха.

При всей прогрессивности и высокой автоматизации выращивание ПМЗКС является многофакторным и многозвеньевым, поскольку в этом процессе задействовано большое количество технических устройств и автоматизированных этапов. В связи с чем, в первую очередь необходимо изначально технически грамотно спланировать производство. Этап планирования при строительстве тепличного комплекса — один из основных в функциональном цикле предприятия по производству ПМЗКС [9].

Перед созданием питомника проводится оценка современного рынка подобных предприятий. Если выращивание сеянцев планируется не только для собственных нужд, то важно изучить спрос на продукцию и местоположение потребителей. Эти данные наряду с характеристикой рынков определяют мощность создающегося питомника и ассортимент пород. Определив тип и размер питомника, приступают к расчету срока окупаемости проекта — будут ли оправданы планируемые расходы. Следует учесть, что большинство современных комплектующих поступает из-за границы, поэтому в расчет включается время на доставку оборудования, изучаются возможные таможенные ограничения в целях исключения задержки начала подготовительных и посевных работ [10, 11].

При подборе места производства сеянцев основное внимание уделяется выбору участка с ровной поверхностью и дренируемой почвой, с беспрепятственной освещенностью теплиц солнцем, наличием качественной воды для полива в течение всего периода выращивания растений. Необходима надежная система электроснабжения, также учитываются вопросы экологии. К второстепенным факторам автор работы [12] относит наличие необходимой рабочей силы, наличие и состояние дорог, обеспечивающих круглогодичной подъезд к питомнику, приемлемое расстояние до потребителя.

По результатам проведенных нами исследований, тепличные комплексы региона соответствуют практически всем перечисленным выше

требованиям. Исключение составляет то обстоятельство, что в определенные часы солнечных дней вся теплица или ее часть находится в тени. Причиной этому является слишком близкое размещение теплиц к другим постройкам, друг к другу, или к лесу.

Например, в Вельском тепличном комплексе, когда одна из теплиц уже полностью освещена солнцем, другая, располагаясь достаточно близко к стене леса, находится в тени, а средняя высота сеянцев в ней почти на 10 % ниже, чем в первой [13].

В Шенкурском лесопитомнике отмечена неравномерность освещения в пределах одной теплицы. Результаты измерения освещенности в течение сезона на одних и тех же точках поперек теплицы наглядно это демонстрируют (рис. 1).

Между высотой сеянцев на контрольных точках и значением освещенности установлена достаточно тесная связь, которая увеличивается к концу сезона. В середине сентября в восточной половине теплицы корреляция составляет 0,70, в западной — 0,94 с достоверной значимостью (при уровне вероятности безошибочного заключения $P = 0,95$). При этом различие между средней высотой сеянцев в центре теплицы и у ее стенки достигает 30 %.

На сокращение поступления солнечного света к растениям в данном случае влияет навесное оборудование и металлические конструкции теплицы, а также объекты инфраструктуры, расположенные с западной стороны теплицы. Вероятно, снижение освещенности у стенок теплиц еще связано с их загрязнением в процессе эксплуатации.

Для покрытия теплиц используется два слоя пленки. На небольших теплицах допускается использование поликарбоната. Результаты исследований показали, что эти материалы пригодны для проникновения физиологически активных солнечных лучей в течение светового дня в условиях Архангельской обл.

При наличии оборудования для приготовления субстрата для выращивания сеянцев на всех предприятиях используют торфяной субстрат промышленного производства российских (Pindstrup, Велторф и др.) или зарубежных производителей (Kekkiila). Как показала практика, подготовка питательной среды из торфа в условиях питомника не обеспечивает ее надлежащие качественные характеристики, в том числе равномерное распределение удобрений по всему объему. При приобретении готового субстрата заказчик может сам задать его необходимый состав, а торфопредприятие будет нести ответственность за качество продукции.

В Финляндии были проведены масштабные исследования химических и физических свойств торфа и разработана система интенсивного кон-

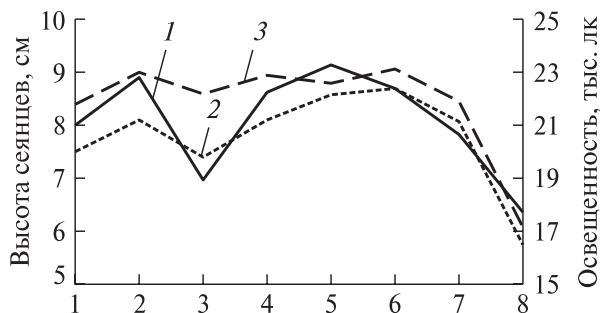


Рис. 1. Высота сеянцев сосны на контрольных участках с учетом освещенности в теплице Шенкурского лесопитомника к концу первого сезона выращивания: 1 — высота сеянцев, см; 2 — освещенность в июне-июле; 3 — освещенность в июне-августе

Fig. 1. Height of pine seedlings on the control plots, taking into account the illumination in the greenhouse of the Shenkur tree nursery by the end of the first growing season: 1 — seedling height, cm; 2 — illumination in June-July; 3 — illumination in June-August

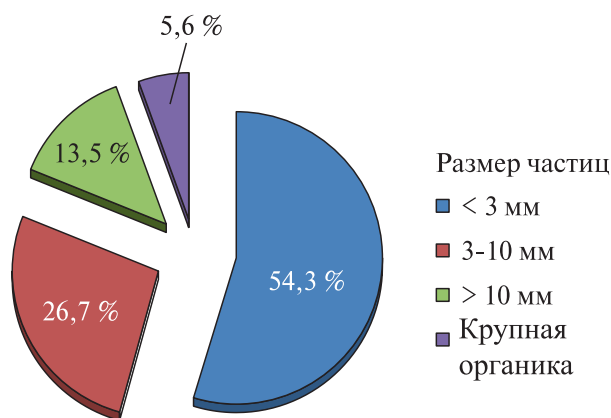


Рис. 2. Фракционный состав субстрата российского производства, %

Fig. 2. Fractional composition of the Russian-made substrate, %

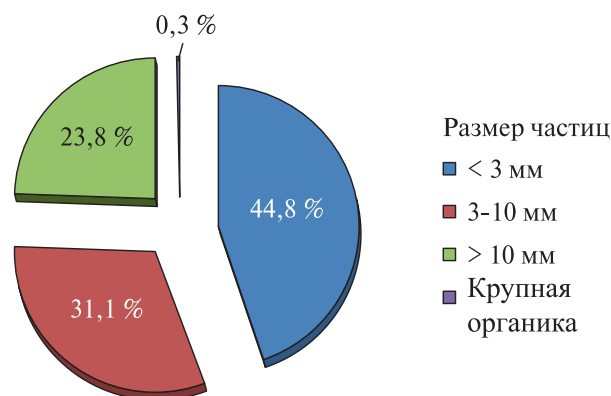


Рис. 3. Фракционный состав субстрата финского производства, %

Fig. 3. Fractional composition of the Finnish-made substrate, %

тейнерного выращивания посадочного материала на субстратах из верхового торфа с комплексом минеральных удобрений [14], признанными в течение нескольких десятилетий лучшими для

выращивания хвойных. В то же время существуют достойные отечественные разработки и производители.

Так, в одном из тепличных комплексов нами были проведены эксперименты по испытанию субстратов различных производителей: финского Kekkila FPM 420 F-6 R 8036 и российского «Велторф» 4с/2/0,25. Фракционный состав субстратов представлен на рис. 2, 3.

Р. Nogueira, М. Abad и др. [15] отмечают, что наиболее оптимальным является субстрат фракции 0,125...0,25 мм. В то же время согласно ГОСТ 33162–2014 [16] существуют ограничения на содержание частиц размером менее 3 мм — не более 30 % в верховом торфе низкой степени разложения.

В образцах субстрата «Велторф» фракция с частицами менее 3 мм составляет больше поло-

вины (54,3 %), от 3 до 10 мм — 26,7 %, доля крупной органики — 5,6 %. Последняя может препятствовать полному заполнению ячейки торфом. В субстрате финского производства крупной органики, препятствующей заполнению ячеек, практически нет, фракция менее 3 мм составляет 44,8 % объема.

Показатель кислотности субстрата российского производителя находится в пределах рекомендуемой для выращивания сеянцев сосны и ели (рН 5,0...5,4). Финский субстрат имеет более кислую среду (рН 3,7...3,8). Содержание элементов питания в субстрате Kekkila выше, азота — практически в 2 раза, фосфора и калия в 1,4 и 1,3 раза соответственно. Различие содержания азота, фосфора и калия между индивидуальными образцами в субстрате российского производства находится в пределах 5,2...9,1 %, финского — 5,4...13,0 %.

Поливы и подкормки сеянцев сосны и ели, выращиваемых на рассматриваемых питательных средах, проводили одинаково. Интересная тенденция прослеживается по влиянию субстратов различных производителей на рост сеянцев двух пород в течение сезона (рис. 4, 5).

На начальном этапе и в период активного роста более благоприятным для сеянцев обеих пород признается субстрат российского производства с достоверным различием по высоте. Однако к завершению сезона средняя высота у сеянцев ели практически выравнивается: различие по высоте в сентябре составляет всего 0,6 % и не доказано, по диаметру различие также недостоверно.

У сеянцев сосны к концу периода выращивания сеянцы на финском субстрате по высоте и диаметру начинают обгонять растения на российском субстрате на 10,0 и 11,7 % соответственно с достоверным различием.

Выход стандартных сеянцев сосны на финском субстрате Kekkila в сентябре по высоте в 2 раза больше, чем на российском Велторф, по диаметру стволика этот показатель выше в 5 раз (табл. 1).

У ели доля стандартных сеянцев на различных субстратах различается незначительно: 2,7...3,0 % по высоте и 7,0 % по диаметру.

Результаты исследования устойчивости кома различных субстратов свидетельствуют о более высоких показателях в случае с торфом российского производства (78,3...90,3 % для сосны и 96,2...99,8 % для ели). На финском субстрате этот показатель составляет 53,1...75,6 % и 90,4...99,5 % для сосны и ели соответственно.

Как правило, теплицы поставляются изготовителем в комплекте с системами обогрева и автоматической вентиляцией. Однако на одном из предприятий Архангельской обл. отопительные установки не используются. В таких усло-

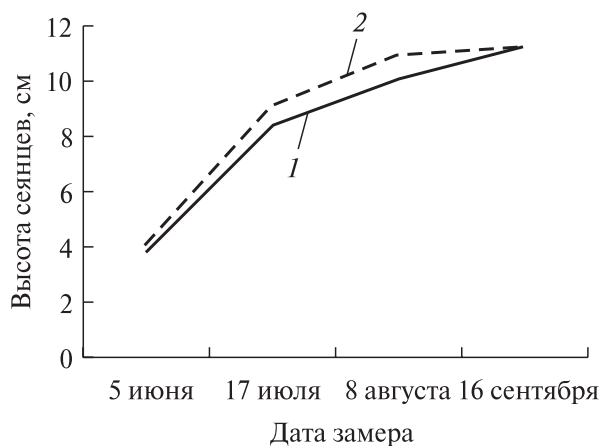


Рис. 4. Рост сеянцев ели на субстратах различных производителей (здесь и далее): 1 — финский субстрат; 2 — российский субстрат

Fig. 4. Growth of spruce seedlings on substrates of various producers (hereinafter): 1 — Finnish substrate; 2 — Russian substrate

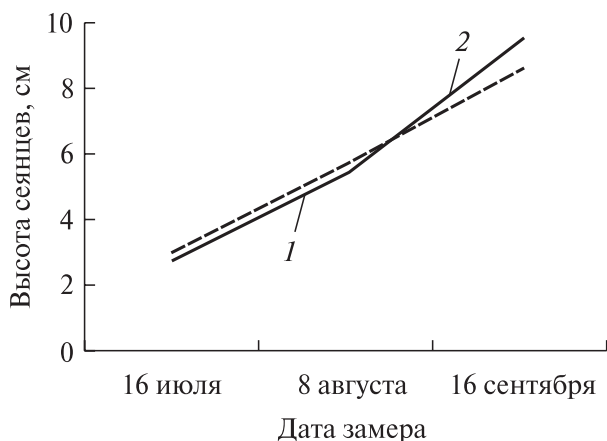


Рис. 5. Рост сеянцев сосны на субстратах различных производителей

Fig. 5. Growth of pine seedlings on the substrates of various producers

виях при соблюдении всех остальных требований (к семенному материалу, микроклимату и качеству выполнения технологических операций) за 1 год можно получить только один урожай стандартных сеянцев (табл. 2). К концу вегетационного периода первого года выращивания стандартные сеянцы сосны составили около 21 %, ели — всего лишь 1 %, что свидетельствует о необходимости доращивания посадочного материала ели на открытом участке в течение второго года.

Наличие обогрева теплиц позволяет начать посевные работы раньше практически на месяц и использовать систему двух ротаций. При этом ель следует выращивать в первую ротацию как медленно растущую породу, а сосну — во вторую. По нашим данным, доля стандартных сеянцев ели, семена которой посеяны в начале апреля, к концу сезона составляет более 70 %, а сосны (посев в середине июня) — 15...20 %. Весной, в начале лета следующего года посадочный материал готов к реализации.

Основной способ вентиляции в теплицах предусматривается автоматическим открыванием фрамуг в крыше теплиц при достижении критических показателей температуры под пленкой. Однако в жаркие периоды данное проветривание не обеспечивает снижения экстремально высоких температур до оптимальных значений. Поэтому в современных теплицах устанавливают дополнительное оборудование с целью принудительной вентиляции.

Для полива посевов в тепличных комплексах Архангельской обл. используется вода из артезианских скважин. В теплицах установлены передвижные поливные установки, оснащенные распылителями. Через них проводятся подкормки сеянцев минеральными удобрениями.

По результатам наблюдений все тепличные комплексы региона характеризуются неравномерным попаданием жидкости сеянцам по ходу поливной установки, что является одной из причин дифференциации растений по размерам, усиливающейся к концу периода выращивания. А в некоторых случаях это приводит к полному угнетению растений в результате недостаточного количества воды в определенных рядах. Различия в количестве жидкости за один цикл полива на единице площади может достигать 270 %. Причинами такого недостатка могут служить засорение форсунок, непостоянный напор воды и т. п. В связи с этим при существующей автоматизации процесса важно постоянно контролировать качество полива, своевременно обнаруживать и устранять засоры в распылителях, что будет способствовать сокращению процента нестандартных сеянцев. Современные поливные установки оснащены

Т а б л и ц а 1

Выход стандартных однолетних сеянцев сосны и ели, выращиваемых на субстратах различных производителей

Yield of standard annual pine and spruce seedlings grown on the substrates of various producers

Субстрат	Стандартные сеянцы по высоте, %		Стандартные сеянцы по диаметру стволика, %
	≥10 см	≥12 см	
Сосна			
Финский	43,6	8,8	10,1
Российский	20,4	3,6	2,0
Ель			
Финский	78,5	37,6	27,5
Российский	75,5	34,9	20,0

Т а б л и ц а 2

Биометрические параметры сеянцев к концу первого года выращивания в теплицах с обогревом и без обогрева

Biometric parameters of seedlings by the end of the first year of cultivation in greenhouses with and without heating

Порода	Дата посева	Количество дней		Высота	Диаметр
		в теплице	всего		
Теплица с обогревом					
Ель	03.04	165	68	14,0 ± 0,23	2,2 ± 0,05
Сосна	13.06	94	94	9,8 ± 0,11	1,6 ± 0,03
Теплица без обогрева					
Ель	26.04	141	141	6,8 ± 0,13	1,3 ± 0,03
Сосна	26.04	141	141	10,2 ± 0,14	1,8 ± 0,14

форсунками, распыл которых можно регулировать. При необходимости часть их закрывают, и ирригационная установка совершает еще необходимое количество проходов, поливая лишь те кассеты, которые были недостаточно увлажнены за первый цикл. Хотя данный процесс еще не полностью отработан в питомниках региона, он приносит положительный результат.

Одним из приемов повышения качества сеянцев и увеличения их биометрических параметров является применение стимуляторов. Исследованиями доказано, что такие препараты ускоряют прорастание семян, увеличивают всхожесть, положительно влияют на развитие наземной части и корневой системы сеянцев, повышают приживаемость при пересадке и способствуют лучшему выживанию в экстремальных условиях [17–20]. Отмечено, что экономическая выгода от использования стимуляторов роста многократно превышает затраты на их приобретение [21].

Т а б л и ц а 3

Выход стандартных сеянцев ели к концу первого вегетационного периода с использованием препарата «Экорост» в качестве подкормки в различных дозах
Yield of standard spruce seedlings by the end of the first growing season using the «Ekorost» preparation as fertilizer in different doses

Количество препарата, мл на 10 л воды	Сеянцы стандартные, %		
	по высоте		по диаметру стволика
	≥10	≥12	
Ель — первая ротация			
0 (контрольный вариант)	78,5	37,6	27,5
5	88,6	66,2	55,1
10	90,5	72,2	44,4
15	91,6	78,2	51,9
Сосна — вторая ротация			
0 (контрольный вариант)	48,3	15,7	11,2
5	82,7	52,6	42,4
10	78,8	44,7	38,1
15	54,7	19,6	14,3

В настоящее время существует большое количество различных препаратов с ростостимулирующим действием, но предпочтение отдают экологически безопасным [19, 22, 23], в частности, гуматам.

В отличие от аналогичных синтетических регуляторов роста гуминовые препараты влияют не только на обмен веществ растений. Их систематическое использование улучшает агрофизические и агрохимические свойства почв (структуру, буферные и ионообменные свойства), повышает активность почвенных микроорганизмов и адаптогенные свойства растений: способность противостоять болезням, засухе, переувлажнению, переносить повышенные дозы солей азота в почве. Преимущество гуминовых препаратов заключается также в том, что они повышают усваивание питательных веществ, благодаря чему можно сократить потребность в дорогостоящих минеральных удобрениях [24–26].

Гуминовые препараты широко применяются в сельском хозяйстве. При выращивании посадочного материала хвойных пород их применение ограничено, что обусловлено низкой информированностью производителей, недостатком исследований в этом направлении. Поэтому только в одном из тепличных комплексов региона был проведен эксперимент применения гуминового препарата для подкормки сеянцев.

Нами был испытан гуминовый препарат «Экорост» в качестве корневой подкормки сеянцев ели и сосны, а также для замачивания семян ели европейской. Состав препарата: азот — 2,8 г/л, фосфор — 0,02 г/л, калий — 5,91 г/л, гуминовые кислоты — не менее 30 г/л; микроэлементы: медь, цинк, марганец, железо, селен. Во всех дозах препарат оказал положительное влияние на рост сеянцев сосны и ели (табл. 3). При поливе раствором препарата сеянцев ели первой ротации с концентрацией 10...15 мл на 10 л воды средняя высота растений превышала высоту опытных сеянцев по сравнению с контрольными на 16,0...17,0 %. Доля стандартных сеянцев ели также была выше при использовании препарата «Экорост».

В посевах сосны препарат «Экорост» показал наибольший эффект при его внесении в дозе 10 и 15 мл на 10 л воды, что показало превышение высоты сеянцев относительно контрольного варианта на 19,4 и 17,3 % соответственно.

На основании полученных данных можно утверждать, что гуминовый препарат «Экорост» в определенных концентрациях оказывает благоприятный эффект на рост сеянцев сосны и ели с закрытой корневой системой и рекомендовать его к применению.

На предприятиях Архангельской обл. используют семена хвойных пород массового сбора и практикуют посев по два семени в ячейку, в связи с чем через 2–3 недели требуется прореживание и пикировка всходов. Операция по пикировке очень трудоемкая и может оказать негативное влияние на качество сеянцев. Исключения этого приема можно добиться повышением качественных характеристик семян путем их предпосевной подготовки: барботации, замачивания в растворах стимуляторов, в том числе природного происхождения, сортировки по массе и размеру для более точного высева.

В Устьянском лесном селекционно-семеноводческом центре имеется установка для очистки и сортировки семян по размеру для повышения эффективности сортировки их по массе. Такое разделение семян способствует увеличению точности засева.

С помощью гравитационного сепаратора отделяются пустые и полупустые семена, происходит их окончательная очистка, удаляется более легкий мусор. Установка «Превак» служит для удаления механически поврежденных семян, например, насекомыми.

После всех перечисленных операций, семена на предприятии замачивают в растворе перманганата калия (марганцовки), промывают и перемещают в раствор стимулятора, доводя общую продолжительность замачивания до 24 ч.

В двух других рассматриваемых питомниках подобного оборудования нет, поэтому работу с семенным материалом начинают со снегования или барботирования.

По результатам проведенных нами исследований предпосевная обработка семян ели раствором препарата «Экорост» положительно влияет на их качество, наблюдается изменение энергии прорастания в сторону ее увеличения — от 6,2 до 13,0 %, всхожести — от 7,3 до 13,0 % по сравнению с показателями контрольных семян. Наилучший эффект стимуляции проявился при замачивании семян в течение 12 и 24 ч.

Выводы

Тепличные комплексы Архангельской обл. выращивают ПМЗКС для собственных нужд, реализуют другим предприятиям региона и соседних областей. Имея общую конечную цель, питомники значительно различаются между собой по мощности, комплектам оборудования, перечню технологических операций и срокам их проведения. Тем не менее, существуют сходные вопросы по совершенствованию технологии для получения улучшенного результата. Таким образом, подводя итог проведенным исследованиям, можно дать следующие рекомендации:

- при планировании и строительстве теплиц и площадок дорастивания необходимо выбирать участок с ровной поверхностью, на тяжелых почвах обеспечить дополнительный дренаж, исключить затенение теплиц другими объектами инфраструктуры;

- для повышения освещенности сеянцев следует своевременно очищать тепличное покрытие от налета и загрязнений.

Элементы каркаса и навесного оборудования сокращают среднюю освещенность до 40...45 % относительно освещенности на открытом месте, что снижает интенсивность фотосинтеза. В связи с этим целесообразно проводить ротацию кассет по расположению их в теплице, что будет способствовать получению более однородной по биометрическим показателям партии сеянцев;

- субстрат для выращивания сеянцев в контейнерах следует приобретать на специализированных предприятиях, отдавая предпочтение надежным производителям, а также контролировать состав субстрата перед посевом;

- для увеличения выхода сеянцев с единицы площади следует использовать схему двух ротаций, при этом семена ели высевать в первую очередь, сосны — во вторую.

Обязательным условием в Архангельской обл. является обогрев теплиц весной, а также летом в периоды похолоданий и заморозков. Использование третьей ротации в условиях Архангельской обл. нецелесообразно;

- для благоприятного водного режима необходимы постоянный контроль процесса полива, своевременная прочистка фильтров, устранение поломок, регулирование количества жидкости, поступающей к сеянцам с помощью форсунок или ротации кассет;

- для выращивания лесного ПМЗКС при односемянном посеве качество семян должно быть высоким (всхожесть более 95 %).

Повысить качество семян можно путем их замачивания в растворе гуминовых препаратов. При посеве использовать сеялку точного высева, которая обеспечивает точность посева 95 %. Есть возможность достичь точности более 98 %, если для засева использовать семена, прошедшие сортировку по массе и размеру.

В целом для достижения максимально возможных результатов требуется строгое соблюдение сроков и качества проведения операций на каждом этапе производства.

Научные данные, полученные в результате проведения лабораторных и полевых опытов, показывают, что применение гуминовых препаратов не только способствует укреплению иммунитета растений к неблагоприятным факторам среды, но и повышению качества получаемой продукции.

Замачивание семян перед посевом повышает всхожесть и энергию прорастания, повышает класс качества семян, что особенно важно при точном односемянном посеве кассет. Полив сеянцев хвойных пород раствором препарата «Экорост» оказывает положительное влияние на их биометрические параметры.

Учитывая изложенные выше факторы и полученный положительный результат опытов использования гуминового препарата в проведенных нами исследованиях, можно рекомендовать его использование при производстве лесного посадочного материала с закрытой корневой системой.

Работа выполнена по результатам исследований, проведенных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы: АААА-А19-119012590182-1.

Список литературы

- [1] Бобушкина С.В., Мочалов Б.А. Некоторые особенности технологии выращивания сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой // Леса Евразии — Брянский лес: Материалы XI Междунар. конференции молодых ученых, посвященной 80-летию Брянской государственной инженерно-технологической академии и профессору В.П. Тимофееву, Москва, 12–18 сентября 2011 г. М.: МГУЛ, 2011. С. 117–118.
- [2] Белякова А.В. Сравнение затрат на лесовосстановление с закрытой и открытой корневой системой // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы V науч.-техн. конф.-вебинара / под ред. В.М. Гедьо. СПб: Изд-во СПбГЛТУ, 2020. С. 32–35.

- [3] Корчагов С.А., Грибов С.Е., Обрядина О.Ю. Экономическая оценка создания лесных культур различным видом посадочного материала // ИВУЗ Лесной журнал, 2017. № 5. С. 92–102.
- [4] Редько Г.И., Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Лесные культуры. СПб.: Изд-во СПбГЛТА, 2005. 556 с.
- [5] Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Теория и практика искусственного лесовосстановления. Архангельск: Изд-во САФУ, 2011. 239 с.
- [6] Мерзленко М.Д. Актуальные аспекты искусственного лесовосстановления // ИВУЗ Лесной журнал, 2017. № 3. С. 22–30. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.22
- [7] Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Лесоводственная экскурсия в леса Клинско-Дмитровской гряды. М.: МГУЛ, 2002. 93 с.
- [8] Вологович А.А., Поплавская Л.Ф., Ребко С.В., Тупик П.В. Сравнительные показатели роста сортовых семян сосны обыкновенной с ЗКС // Лесное хозяйство: тез. 82-й науч.-техн. конф. с международным участием, Минск, 01–14 февраля 2018 г. Минск: Изд-во БГТУ, 2018. С. 56.
- [9] Васильев О.И. Технологические и экономические аспекты производства посадочного материала с закрытой корневой системой // Тр. Санкт-Петербургского науч.-исслед. ин-та лесного хозяйства, 2018. № 2. С. 53–63.
- [10] Quayle S., Gunn B.V.W. Tree Nursery Manual for Namibia. Canberra: CSIRO Forestry and Forest Products, 1998, 121 p.
- [11] Landis T.D. Nursery planning, development, and management // The container tree nursery manual: U.S. Department of agriculture. Forest service. Agriculture handbook, 1995, v. 1, chapter 1, pp. 1–26.
- [12] Landis T.D. Nursery planning, development, and management // The container tree nursery manual: U.S. Department of agriculture. Forest service. Agriculture handbook, 1995, v. 1, chapter 1, pp. 27–46.
- [13] Бобушкина С.В., Сеньков А.О., Поташева Ю.И. Изучение освещенности в тепличных комплексах Архангельской области при выращивании семян хвойных пород // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XVIII Междунар. науч.-техн. конф., Вологда, 1 декабря 2020 г. Вологда: Изд-во ВоГУ, 2020. С. 3–7.
- [14] Bunt AC. Media and Mixes for Container-Grown Plants. A manual on the preparation and use of growing media for pot plants. Loam or loamless media?, 1988. pp. 1–5.
- [15] Noguera P., Abad M., Puchades R., Maquieira A., Noguera V. Influence of Particle Size on Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust as Container Medium // J. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2003, v. 34, iss. 3–4, pp. 593–605.
- [16] Торф низкой степени разложения. Технические условия. ГОСТ 33162-2014. М.: Стандартинформ, 2019. 15 с.
- [17] Пентелькина Ю.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных видов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Москва, 2003. 24 с.
- [18] Хамитов Р.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны кедровой сибирской: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Архангельск, 2006. 18 с.
- [19] Андреева Е.М., Стеценко С.К., Кучин А.В., Терехов Г.Г., Хуршкайнен Т.В. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород // Лесотехнический журнал, 2016. № 3. С. 10–19.
- [20] Кабанова С.А., Данченко М.А., Борцов В.А., Кочерганов И.С. Результаты предпосевной обработки семян сосны обыкновенной стимуляторами роста // Лесотехнический журнал, 2017. № 2. С. 75–83.
- [21] Неганова Н.М. Гуминовые удобрения как фактор оптимизации условий роста и развития декоративных растений // Научная мысль Кавказа, 2011. № 3. С. 96–99.
- [22] Немков П.С., Грехова И.В. Влияние гуминового препарата на сеянцы хвойных пород. // Теоретическая и прикладная экология, 2015. № 1. С. 96–99.
- [23] Ладвищенко В.В., Терехов С.Н., Мороз М.Н. Применение стимуляторов роста при выращивании посадочного материала ели европейской // Леса Евразии — Северный Кавказ: Материалы VIII Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 270-летию со дня рождения лесовода А.Т. Болотова, Сочи, 6–12 октября 2008 г. Т. 1. М.: МГУЛ, 2008. С. 154–157.
- [24] Митрофанов С.В., Гапеева Н.Н., Мочалова Е.Н. Влияние гуминовых удобрений на посевные качества Ели европейской // Экологически устойчивое земледелие: состояние, проблемы и пути их решения, 2018. С. 177–181.
- [25] Гуминовые препараты и их применение в растениеводстве и животноводстве: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., Рязань, 17–19 мая 2005 г. Рязань: Изд-во РГСХА им. А.П. Костычева, 2005. 104 с.
- [26] Орлов Д.С. Свойства и функции гуминовых веществ // Гуминовые вещества в биосфере. М.: Наука, 1993. С. 16–27.

Сведения об авторе

Бобушкина Светлана Валентиновна — канд. с.-х. наук, науч. сотр. ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru

Поступила в редакцию 15.08.2021.

Принята к публикации 19.10.2021.

EFFICIENCY PRODUCTION METHODS OF CONIFERS BALL-ROOTED PLANTING STOCK IN ARKHANGELSK REGION

S.V. Bobushkina

Northern Research Institute of Forestry, 13, Nikitova st., 163062, Arkhangel'sk, Russia

svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru

By comparing three nurseries in the Arkhangelsk region, a comparative analysis of some technological operations in the production of ball-rooted coniferous seedlings was carried out, similar problems were noted and solutions were proposed to increase production efficiency and reduce costs. Frame elements and attachments in greenhouses reduce the amount of light entering the seedlings by 40...45 %, which reduces the rate of photosynthesis. Therefore, it is recommended to rotate the cassettes according to their location in the greenhouse. To increase the illumination, the greenhouse covering should be promptly cleaned from residues and dirt. When planning and building greenhouses, it is necessary to exclude their shading by other infrastructure objects. Substrate for growing seedlings in containers should preferably be purchased from specialized companies and its composition should be controlled before sowing by chemical analysis. In order to increase the yield of seedlings per unit area, the scheme of 2 rotations should be used, while a prerequisite in the north is heating greenhouses in spring, as well as in summer during periods of cold snaps and frosts. Spruce seeds must be sown first, while pines follow second. In this case, both breeds will reach standard parameters by the beginning of the next growing season. To reduce the difference in the amount of liquid to the seedlings during irrigation and fertilization, which reaches 270 %, it is necessary to constantly control these processes, timely cleaning of filters, elimination of breakages, regulation of the amount of liquid coming to the seedlings by means of nozzles or rotation of cassettes. It is possible to accelerate the seed germination and the seedling growth by using stimulants — environmentally safe humic preparations. Soaking the spruce seeds in the solution of the «Ekorost» preparation helped to increase germination and germination energy up to 13 %. Irrigation with a solution of this preparation increased the yield of standard seedlings of spruce by 40,6 % and pine by 36,9 % compared with control.

Keywords: ball-rooted planting stock, seedlings, reforestation, technologies of growing, nursery, pine (*Pinus sylvestris* L.), spruce (*Picea abies*)

Suggested citation: Bobushkina S.V. *Estestvennoe vozobnovlenie listvennitsy evropejskoy za predelami areala pri minimal'nom kolichestve semennikov* [Efficiency production methods of conifers ball-rooted planting stock in Arkhangelsk region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 45–54.
DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-45-54

References

- [1] Bobushkina S.V., Mochalov B.A. *Nekotorye osobennosti tekhnologii vyrashchivaniya seyantsev khvoynykh porod s zakrytoy kornevoy sistemoy* [Some features of technology of growing ball-rooted coniferous seedlings]. *Lesa Evrazii — Bryanskiy les: Materialy XI Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 80-letiyu Bryanskoy gosudarstvennoy inzhenerno-tekhnologicheskoy akademii i professoru V.P. Timofeevu* [Forests of Eurasia — Bryansk forest: Proceedings of XI International Conference of young scientists, dedicated to the 80th anniversary of Bryansk State Engineering and Technology Academy and Professor V P Timofeev]. Moscow: MSFU, 2011, pp. 117–118.
- [2] Belyakova A.V. *Sravnienie zatrat na lesovosstanovlenie s zakrytoy i otkrytoy kornevoy sistemoy* [Comparison of costs of reforestation with closed and open root systems]. *Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovanie / materialy pyatoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii-vebinara* [Forests of Russia: policy, industry, science, education / materials of the fifth scientific and technical conference-webinar]. Ed V.M. Red'ko. SPb: SPbGLTU, 2020, p 309.
- [3] Korchagov S.A., Gribov S.E., Obryadina O.Y. *Ekonomicheskaya otsenka sozdaniya lesnykh kul'tur razlichnym vidom posadochnogo materiala* [Economic assessment of the creation of forest cultures with different types of planting stock]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2017, no. 5, pp. 92–102.
- [4] Red'ko G.I., Merzlenko M.D., Babich N.A. *Lesnye kul'tury* [Forest crops]. St. Petersburg: SPbGLTA, 2005, 556 p.
- [5] Merzlenko M.D., Babich N.A. *Teoriya i praktika vyrashchivaniya sosny i eli v kul'turakh* [Theory and practice of artificial reforestation]. Arkhangel'sk: SAFU, 2011, 239 p.
- [6] Merzlenko M.D. *Aktual'nye aspekty iskusstvennogo lesovosstanovleniya* [Relevant Aspects of Artificial Reforestation]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2017, no. 3, pp. 22–30. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.22
- [7] Merzlenko M.D., Mel'nik P.G. *Lesovodstvennaya ekskursiya v lesa Klinko-Dmitrovskoy gryady* [A forest excursion to the forests of the Klin-Dmitrov ridge]. Moscow: MGUL, 2002, 93 p.
- [8] Volotovich A.A., Poplavskaya L.F., Rebko S.V., Tupik P.V. *Sravnitel'nye pokazateli rosta sortovykh seyantsev sosny obyknovennoy s ZKS* [Comparative growth rates of varietal seedlings of Scots pine with ball-rooted planting stock]. *Lesnoe khozyaystvo. Tezisy 82 nauch.-tehn. konf. (s mezhdunarodnym uchastiem)* [Forestry. Thesis of the 82 scientific technical conference (with international participation)], Minsk, 01–14 February 2018. Minsk: Belarusian State Technological University, 2020, pp. 56.
- [9] Vasiliev O.I. *Tekhnologicheskie i ekonomicheskie aspekty proizvodstva posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy* [Technological and economic aspects of the production of ball-rooted planting stock]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva* [Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry], 2018, no. 2, pp. 53–63.
- [10] Quayle S., Gunn B.V.W. *Tree Nursery Manual for Namibia*. Canberra: CSIRO Forestry and Forest Products, 1998, 121 p.
- [11] Landis T.D. *Nursery planning, development, and management. The container tree nursery manual*. U.S. Department of agriculture. Forest service. Agriculture handbook, 1995, v. 1, chapter 1, pp. 1–26.

- [12] Landis T.D. Nursery planning, development, and management. The container tree nursery manual: U.S. Department of agriculture. Forest service. Agriculture handbook, 1995, v. 1, chapter 1, pp. 27–46.
- [13] Bobushkina S.V., Senkov A.O., Potasheva Y.I. *Izuchenie osveshchennosti v teplichnykh kompleksakh Arkhangel'skoy oblasti pri vyrashchivanii seyantsev khvoynykh porod* [Study of illumination in greenhouse complexes of the Arkhangelsk region when growing seedlings of conifers]. Aktual'nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa: materialy XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, Vologda, 1 dekabrya 2020 g. [Actual problems of the development of the forestry complex: materials of the XVIII International Scientific and Technical Conference, Vologda, December 1, 2020]. Vologda: Vologda State University, 2020, pp. 3–7.
- [14] Bunt A.C. Media and Mixes for Container-Grown Plants. A manual on the preparation and use of growing media for pot plants. Loam or loamless media?, 1988. pp. 1–5.
- [15] Noguera P., Abad M., Puchades R., Maquieira A., Noguera V. Influence of Particle Size on Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust as Container Medium J. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2003, v. 34, iss. 3–4, pp. 593–605.
- [16] *Torf nizkoy stepeni razlozheniya. Tekhnicheskie usloviya (Pereizdanie)* [Low decomposition peat. Technical conditions (Reissue)] GOST 33162–2014. Moscow: Standardinform, 2019, p. 15.
- [17] Pentelkina Y.S. *Vliyanie stimulyatorov na vskhozhest' semyan i rost seyantsev khvoynykh vidov* [Influence of stimulants on seed germination and growth of seedlings of coniferous species]. Dis. Cand. Sci. (Agric.). Moscow, 2003, p. 24.
- [18] Khamitov R.S. *Vliyanie stimulyatorov na vskhozhest' semyan i rost seyantsev sosny kedrovoy sibirskoy* [Influence of stimulants on seed germination and growth of seedlings of Siberian pine]. Dis. Cand. Sci. (Agric.). Arkhangelsk: 2006, p. 18.
- [19] Andreeva E.M., Stetsenko S.K., Kuchin A.V., Terekhov G.G., Khurshkainen T.V. *Vliyanie stimulyatorov rosta prirodnoho proiskhozhdeniya na prorostki khvoynykh porod* [Influence of stimulants of natural origin on coniferous seedlings]. Lesotekhnicheskii zhurnal [Forest Engineering Journal], 2016, no. 3, p. 10–19.
- [20] Kabanova S.A., Danchenko M.A., Bortsov V.A., Kocherganov I.S. *Rezultaty predposevnoy obrabotki semyan sosny obyknovennoy stimulyatorami rosta* [The results of pre-sowing treatment of pine seeds with growth stimulants]. Lesotekhnicheskii zhurnal [Forest Engineering Journal], 2017, no. 2, pp. 75–83.
- [21] Neganova N.M. *Guminovye udobreniya kak faktor optimizatsii usloviy rosta i razvitiya dekorativnykh rasteniy* [Humic fertilizers as a factor in optimizing conditions for growth and development of ornamental plants]. Nauchnaya mysl' Kavkaza [Scientific thought of the Caucasus], 2011, no. 3, pp. 96–99.
- [22] Nemkov P.S., Grekhova I.V. *Vliyanie guminovogo preparata na seyantsy khvoynykh porod* [Effect of humic preparation on seedlings of conifers] Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya [Theoretical and applied ecology], 2015, no. 1, pp. 96–99.
- [23] Ladvischenko V.V., Terekhov S.N., Moroz M.N. *Primenenie stimulyatorov rosta pri vyrashchivanii posadochnogo materiala eli evropeyskoy* [Application of growth stimulants when growing the planting stock of European Spruce]. Lesa Evrazii — Severnyy Kavkaz: Materialy VIII Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 270-letiyu so dnya rozhdeniya lesovoda A.T. Bolotova: Tom 1 [Forests of Eurasia — North Caucasus: Proceedings of VIII International Conference of young scientists, dedicated to the 270th anniversary of the birth of forester Bolotov A.T., vol. 1]. Moscow, 2008, pp. 154–157.
- [24] Mitrofanov S.V., Gapeeva N.N., Mochalova E.N. *Vliyanie guminovykh udobreniy na posevnye kachestva Eli evropeyskoy* [The influence of humic fertilizers on the seeding qualities of European Spruce]. Ekologicheski ustoychivoe zemledelie: sostoyanie, problemy i puti ikh resheniya: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Ecologically sustainable agriculture: state, problems and ways of their solutions: Materials of the All-Russian scientific-practical conference with international participation], 2018, pp. 177–181.
- [25] *Guminovye preparaty i ikh primenenie v rastenievodstve i zhivotnovodstve: materialy Vserossiyskoy nauch.-prakt. konf.* [Humic preparations and their application in plant growing and animal farming: materials of the All-Russian scientific and practical conference, May 17–19, 2005]. Ryazan: Russian State Agricultural Academy named after A.P. Kostychev, 2005, p. 104.
- [26] Orlov D.S. *Svoystva i funktsii guminovykh veshchestv* [Properties and functions of humic substances]. Guminovye veshchestva v biosfere [Humic substances in biosphere], Moscow: Science, 1993, pp. 16–27.

Author's information

Bobushkina Svetlana Valentinovna — Cand. Sci. (Agriculture), Researcher of the Northern Research Institute of Forestry, svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru

Received 15.08.2021.

Accepted for publication 19.10.2021.

РЕКОНСТРУКЦИЯ МАЛОЦЕННЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ

А.М. Потапенко¹, М.С. Лазарева², К.М. Сторожишина³,
П.Е. Мохначев⁴, Н.А. Кузьмина⁴, С.Л. Менщиков⁴

¹Институт леса НАН Беларуси, 246050, Республика Беларусь, Гомель, ул. Пролетарская, д. 71

²Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, 246050, Республика Беларусь, 246019, г. Гомель, ул. Советская, д. 104

³Жорновская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси, 213763, г. Осиповичи, ул. Чапаева, д. 23а

⁴ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения РАН» (Лесной отдел), 620144, г. Екатеринбург, ул. Билимбаевская, д. 32а

yarkaya05@mail.ru

В работе приведены данные оценки состояния лесных культур широколиственных пород, созданных при реконструкции малоценных лесных насаждений в лесном фонде. Проанализирована эффективность различных способов реконструкции мероприятий в зависимости от долевого участия широколиственных пород в составе лесных культур. Установлено, что за период 2006–2018 реконструкция проведена на площади 3628 га в Республике Беларусь с применением коридорного (69 %), куртинно-группового (22 %) и сплошного (9 %) способов. Показано, что средняя приживаемость лесных культур при сплошном способе реконструкции составила 84, коридорном — 71 %, а сохранность, соответственно, — 61 и 63 %. Подпологовые лесные культуры, созданные при куртинно-групповой реконструкции, имели неудовлетворительное состояние (средняя приживаемость и сохранность — 40 %). Рекомендуется при создании лесных культур широколиственных пород при реконструкции малоценных лесных насаждений учитывать их возраст, состав, лесорастительные условия, а также биогрупповое размещение посадочных мест, что обеспечивает более быстрое смыкание культур в рядах, и способствует их благоприятному росту и формированию и создавать оптимальную ширину коридоров 4...6 м, что обеспечит равномерное и достаточное распределение света в лесных культурах.

Ключевые слова: реконструкция, малоценные лесные насаждения, способ реконструкции, лесные культуры

Ссылка для цитирования: Потапенко А.М., Лазарева М.С., Сторожишина К.М., Мохначев П.Е., Кузьмина Н.А., Менщиков С.Л. Реконструкция малоценных лесных насаждений в Республике Беларусь: состояние и проблемы // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 55–62.

DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-55-62

В Республике Беларусь уделяется большое внимание основам рационального воспроизводства лесов, повышения их экологического и ресурсного потенциала. При этом особо подчеркивается необходимость своевременного воспроизводства ценных видов, к числу которых относится и дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). По состоянию на 01.01.2020 г. насаждения дуба черешчатого в лесном фонде страны занимают 287,4 тыс. га [1], что составляет 3,47 % породного состава лесов. Долевое участие дубрав в структуре лесов на протяжении длительного времени неуклонно снижается [2], в частности, с 1901 по 2020 гг. оно снизилось на 5,2 %. Причинами такого негативного явления послужили усыхание дубовых древостоев, ухудшение в дубравах естественного возобновления хозяйственно ценных древесных пород, увеличение периода повторяемости семенных лет дуба и др. За последние 15 лет массовое усыхание дубрав в Беларуси отмечено в 2003–2004 гг. Летняя засуха в 2003 г. продолжалась длительное время, была интенсивной, что способствовало существенному уменьшению площади листовой поверхности насаждений, повреждению большого количества молодых корней дуба, ингибированию их роста [3, 4].

Оптимальная видовая структура лесов — это показатель, определяющий продуктивность на-

саждений и в некоторой мере характеризующий в целом успешность ведения лесного хозяйства. В составе лесов республики преобладают хвойные древесные виды (сосна и ель), занимающие около 60 % лесопокрытой площади. Дуб встречается на 3,5 %, а мелколиственные породы — на 36 % лесопокрытой площади. За последние 30 лет по некоторым причинам снизилось долевое участие хвойных видов, практически исчезли из состава лесов традиционные спутники дуба (ясень, клен, липа, вяз). Перед лесоводами стоит задача по сохранению и восстановлению дуба и других широколиственных пород, но, несмотря на комплекс предпринимаемых мер, их долевое участие в составе лесов увеличить пока не удается.

В лесном хозяйстве основное направление увеличения площади дубовых насаждений — искусственное лесовосстановление, т. е. создание лесных культур при реконструкции малоценных лесных насаждений и естественное возобновление [5–9]. Под малоценными лесными насаждениями следует понимать лесные насаждения, низкие по продуктивности и качеству для определенных лесорастительных условий, критерии выделения которых устанавливает республиканский орган государственного управления по лесному хозяйству [10].

Вопросами проведения реконструкции малоценных и низкополнотных насаждений ученые и практики начали активно заниматься в послевоенные годы [11–18]. В 1950-е гг. были разработаны и научно обоснованы различные способы реконструкции. При этом исследователи в этот термин вкладывали различные понятия и придавали ему разный лесоводственный смысл: одни авторы понимали введение в древостой недостающих главных пород, пород второго яруса и кустарников, другие — комплекс мероприятий по восстановлению главных пород с учетом условий местопроизрастания путем ввода их в малоценные молодняки или полной замены последних, третьи — к реконструкции насаждений относили мероприятия по улучшению состава древостоя введением в насаждения новых пород, не входивших в исправляемый древостой [19, 20].

В Беларуси большой вклад в разработку технологии проведения реконструкции малоценных насаждений внесли К.Ф. Мирон [21], Н.М. Крапивко [22], В.Ф. Решетников, К.М. Сторожишина [23, 24]. Исходя из лесорастительных условий местопроизрастания реконструируемых насаждений, породного состава, возраста, высоты, а также экологических свойств, вводимых в насаждение видов, ими были разработаны и научно обоснованы различные способы реконструкции малоценных и низкополнотных насаждений.

Мировой и отечественный опыт показывает, что реконструкция малоценных лесных насаждений позволяет улучшить качественный состав лесов, повысить их продуктивность и экологические функции [25]. Успешность реконструкции зависит от выбора оптимальной главной породы, способа реконструкции, высоты насаждения, подлежащего реконструкции, группы типов леса, биологических особенностей и высоты древесной породы, густоты посадки лесных культур и др. [26].

В соответствии с нормативными техническими правовыми актами [27, 28] реконструкция малоценных насаждений в республике осуществляется куртинно-групповым, коридорным и сплошным способами.

Цель работы

Цель работы — проведение анализа опыта, имеющегося в отношении реконструкции малоценных насаждений в лесном фонде Минлесхоза.

Материалы и методы

Объекты исследований — лесные культуры, созданные в порядке реконструкции малоценных лесных насаждений в период 2006–2019 гг.

Исследования основаны на анализе лесоустроительных материалов по реконструкции малоценных насаждений в лесном фонде Минлесхоза

и данных, полученных на пробных площадях, заложенных в реконструируемых насаждениях в разные годы, в том числе и в период выполнения проекта.

Создано 37 опытных объектов по реконструкции малоценных лесных насаждений, которыми охвачены все области Беларуси (не менее шести объектов в каждой). Для оценки лесоводственной эффективности реконструкции дополнительно заложено 38 временных пробных площадей, на которых определяли текущую приживаемость и сохранность лесных культур путем сплошного перечета растений. Анализируемые данные были нами систематизированы с учетом истории объекта, способа реконструкции, технологии создания и характеристики лесных культур, последующих дополнений и уходов.

Результаты и обсуждение

Разнообразие малоценных насаждений, т. е. их породный состав, возраст, полнота, происхождение обусловило применение на практике (в том или ином соотношении) всех существующих способов лесокультурной реконструкции.

Коридорный способ реконструкции активно применялся в Брестском, Витебском, Гомельском и Могилевском государственных производственных лесохозяйственных объединениях (далее ГПЛХО) — 46,2...94,0 % общего объема по ГПЛХО, сплошной способ — в Брестском и Гродненском ГПЛХО (20,3...33,6 %), а реконструкция куртинно-групповым способом широко применялась в Гродненском (50,9 %) и Минском (60,0 %) ГПЛХО.

Выбор схем смешения древесных видов при создании лесных культур широколиственных пород в реконструируемых насаждениях проводился в соответствии с работой [4] и определялся наличием посадочного материала в лесхозах [29]. Долевое участие широколиственных пород в создаваемых лесных культурах представлено следующим образом: 9...10 ед. (41,3 % общей площади), 5...6 ед. (35,9 %) и 4...2 единицы состава (16,8 %).

При сплошном и коридорном способах реконструкции создавались преимущественно смешанные (соответственно 39,5 и 41,3 %), при куртинно-групповом — чистые (56,4 %) лесные культуры широколиственных пород (таблица).

Анализ состояния лесных культур широколиственных пород показал, что при сплошном способе реконструкции средняя приживаемость культур составляла 84,3 %, сохранность — 61,1 %. Частичные лесные культуры, созданные коридорным способом, имели среднюю приживаемость 71,1 %, сохранность — 63,5 %. Неудовлетворительное состояние лесных культур отмечено при

**Создание лесных культур широколиственных пород
при реконструкции малоценных лесных насаждений за 2006–2018 гг.**
Creation of broad-leaved forest plantations during the conversion of little value forest stands in 2006–2018

Способ реконструкции лесных насаждений	Долевое участие широколиственных пород в составе лесных культур, ед.					Итого
	10–9	8–7	6–5	4–3	2	
Сплошной, га/%	86,7	37,8	134,9	81,9	–	341,3
	25,4	11,1	39,5	24	–	100
Коридорный, га/%	970,5	99,8	1034,2	349	50,7	2504,2
	38,8	4	41,3	13,9	2	100
Куртинно-групповой, га/%	441,7	78,1	133,4	129,3	–	782,5
	56,4	10	17	16,5	–	100
Итого:	1498,9	215,7	1302,5	560,2	50,7	3628

куртинно-групповой реконструкции под пологом древостоя — средняя приживаемость и сохранность культур составила 40,0 %.

В соответствии с текущим состоянием лесных культур на пробных площадях установлено, что на всех объектах со сплошным способом реконструкции она проведена успешно.

На фото представлен объект реконструкции, проведенной сплошным способом в малоценном осиново-березовом насаждении с созданием ясе-neво-кленовых культур (7ЯЗКл) в условиях С₃.

Особенностью участка является его расположение по краю небольшого бывшего болота (высохло). В 2019 г. 15-летние культуры имели состав 6Я4Б+Ос+Ивд+Яб. Исходный состав культур сохранен не в полной мере, поскольку клен единично остался только по краям выдела, в то время как ясень отличается хорошим ростом и хорошим состоянием. В насаждении были проведены рубки ухода.

Анализ реконструктивных мероприятий показал, что в отдельных случаях не всегда был удачен подбор древесных пород в соответствии с типом лесорастительных условий. Так, например, сплошные культуры ясеня имели лучшую приживаемость при наличии хорошей влагообеспеченности почвы, по сравнению с дубом, посаженным в аналогичных условиях.

В некоторых участках реконструкции сплошным способом отмечалось наличие естественного возобновления деревьев хозяйственноценных пород (сосны, клена и др.), которые следует сохранять при проведении уходов за лесными культурами, на других — зафиксировано сильное повреждение растений дикими копытными животными.

При коридорном способе реконструкции важно определение ширины коридоров и оставляемых кулис. Нормативами регламентировано: ширина коридора должна быть не менее, а ширина кулис не более максимальной высоты реконструируемого



15-летние культуры ясеня, созданные в порядке сплошной реконструкции малоценного осиново-березового насаждения

15-year-old European ash silvicultures, created for the purposes of reconstruction of a low-value aspen-birch stands

насаждения [4]. Установлено, что при посадке частичных лесных культур широколиственных пород в коридоры до 4 м формируются сложные условия для успешного их роста. Быстрое смыкание полога оставляемых кулис препятствует поступлению необходимого количества света к молодым лесным культурам и способствует их угнетению, что требует проведения рубок ухода не только за лесными культурами, но и в кулисах.

В то же время на рост и развитие лесных культур широколиственных пород, созданных в широких коридорах (шириной 6 м и более), влияет сильное разрастание травянисто-кустарниковой растительности. При такой ширине коридоров

частичные лесные культуры растут в условиях, приближенных к сплошной вырубке, т. е. отсутствует положительное влияние полога оставляемых кулис. Поэтому при организации реконструкции широкими коридорами необходимо предусматривать посадку в них главных пород более чем в два ряда при размещении их полосно-групповым методом.

Анализ лесоводственной эффективности коридорной реконструкции малоценных насаждений показал, что наибольшая часть широколиственных пород в лесных культурах нуждается в дополнении и уходах. Учитывая, что мягколиственные кулисы шириной от 4 до 20 м рубками ухода практически не затрагивались, имеют высокую полноту и большую разницу в соотношении высот культивируемых и малоценных пород (до 7 раз и более), что не только отрицательно сказывается на условиях освещенности лесных культур, но и создает проблемы с дальнейшим формированием насаждения, в том числе со сроками и технологиями полного удаления кулис.

Рубки реконструкции при коридорном способе являются трудоемким и затратным мероприятием и не всегда позволяют получить положительный результат, поэтому, выполняя задачу по восстановлению широколиственных лесов, необходимо учитывать особенности насаждений, назначаемых в реконструкцию. При наличии в составе малоценного насаждения деревьев целевых пород существует возможность их ввода в ценное хозяйство путем интенсивных рубок ухода, не применяя рубок реконструкции. Это существенно снижает затраты на восстановление широколиственных лесов.

При проведении рубок реконструкции одним из основных критериев принят возраст начала рубки. Чем меньше возраст, тем больше вероятность успешного восстановления главной породы, поскольку, во-первых, легче регулировать соотношение высот деревьев главных пород и второстепенных в кулисах, во-вторых, больше вероятность осуществления полной вырубке кулисы в кратчайшие сроки, а также меньше трудоемкость проведения рубок ухода.

При наличии в кулисах крупных деревьев мягколиственных пород, их удаление может привести к повреждению лесных культур. В связи с этим, на объектах коридорной реконструкции рекомендуется, как до создания лесных культур, так и в последующем, изреживать кулисы с удалением крупных деревьев, особенно по краям кулис. Уходы в кулисах рекомендуется проводить в несколько приемов. Первый прием заключается в разреживании кулис на 2–3-й год после посадки частичных лесных культур с интенсивностью до 50...60 %, второй прием — на 6–7-й год с той же интенсивностью, при этом сомкнутость (полнота) в кулисах не долж-

на снижаться ниже 0,3, третий прием — на 10–12-й год при ширине кулис до 6 м, причем сплошная вырубка кулис проводится с оставлением деревьев главных пород естественного происхождения. При высокой полноте кулис и отсутствии в них деревьев главных пород, а также при невозможности ее полного удаления в связи с большой шириной кулисы (6 м и более) рекомендуется расширять коридоры до 4,0 м (по 2 м в обе стороны) за счет вырубке вдоль коридоров сплошной полосы мягколиственных пород, в оставляемой же части кулисы для снижения средней высоты мягколиственных пород проводить уход верховым методом.

Лесоводственная эффективность коридорной реконструкции с созданием лесных культур широколиственных пород достигается совокупностью факторов:

- биогрупповое размещение посадочных мест обеспечивает более быстрое смыкание культур в рядах, что способствует благоприятному росту и формированию культур;

- оптимальная ширина коридоров 4...6 м обеспечивает равномерное и достаточное распределение освещенности в созданных частичных лесных культурах [5, 6].

На участках с куртинно-групповой реконструкцией (уплотнение лесных насаждений) 90 % высаженных под пологом древостоя лесных культур широколиственных пород погибает в результате сильного их затенения. При этом имеются проблемы с вводом таких культур в ценные насаждения вследствие повреждений культур при проведении рубок ухода за материнским древостоем. На участках с уплотнением насаждений на бывших сельскохозяйственных землях 80 % растений и более также погибает. При наличии прогалин посадка в плужные борозды широколиственных пород дает хороший результат в богатых лесорастительных условиях.

Следует отметить, что в весенний период 2019 г. сохранность растений на некоторых пробных площадях была удовлетворительная, что свидетельствует об успешности проведенного мероприятия, однако к концу июня в связи с отсутствием осадков, высокими температурами воздуха и поверхности почвы часть молодых растений погибла. Повторяющиеся в последние годы засухи, вызванные климатическими изменениями, оказывают негативное влияние не только на успешность роста леса, и прежде всего искусственно созданного, но и приводят к усыханию молодых растений.

В связи с высокой степенью повреждения лесных культур дикими копытными животными для их сохранности рекомендуется обработка специальными средствами (церваколом и др.) или огораживание.

Таким образом, применение реконструкции малоценных насаждений путем создания лесных культур требует знаний биологических особенностей роста древесных пород, обуславливает проведение реконструктивных мероприятий с учетом лесорастительных условий и возможных климатических аномалий.

Выводы

В период 2006–2018 гг. реконструкция малоценных насаждений в Беларуси проведена на площади 3628 га с применением коридорного (69 %), куртинно-группового (22 %) и сплошного (9 %) способов.

При создании лесных культур в рамках реконструктивных мероприятий применялись различные схемы смешения пород, из них культуры с участием широколиственных видов в количестве 5...10 ед. составили 81 %.

Средняя приживаемость лесных культур при сплошном способе реконструкции составила 84 %, коридорном — 71, а сохранность, соответственно, — 61 и 63 %.

Состояние лесных культур при сплошном способе реконструкции — хорошее, само мероприятие можно признать успешным. Следует обращать внимание на защиту участков от повреждения дикими копытными животными.

При коридорной реконструкции малоценных насаждений важными организационно-техническими элементами являются следующие:

- возраст начала проведения реконструктивных мероприятий; выбор оптимального соотношения ширины коридоров и кулис (в зависимости от видового состава и средней высоты малоценного насаждения, типа лесорастительных условий, наличия в составе малоценного насаждения деревьев целевых пород и др.);

- режим рубок ухода, при котором обеспечиваются благоприятные условия роста лесных культур, регулируется соотношение высот главных и второстепенных пород и обеспечивается своевременное удаление кулис.

Результатом исследований стали разработанные «Рекомендации по реконструкции малоценных насаждений для увеличения доли широколиственных лесов», прошедшие апробацию в части технологий создания лесных культур и рубок ухода на опытных объектах, которые были представлены и обсуждены на шести научно-практических семинарах с участием заинтересованных сторон.

Работа выполнена в рамках проекта «Развитие лесного сектора Республики Беларусь» при финансовой поддержке Глобального экологического фонда (ГЭФ) в рамках контракта

№ BFDP/GEF/CQS/17/26-36/18 от 14.09.2018 г. и государственного задания ФГБУН Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук (Государственное задание № 007-00077-18-00).

Список литературы

- [1] Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2020. Минск: Минлесхоз, Лесоустроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес», 2020. 65 с.
- [2] Потапенко А.М. Восстановление плакорных смешанных дубрав с использованием естественного возобновления дуба черешчатого в условиях юго-востока Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02. Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2015. 22 с.
- [3] Konopka B., Curiel Y.J., Janssens I.A., Ceulemans R. Comparison of fine root dynamics in Scotch pine and Pedunculate oak in sandy soil // Plant and Soil, 2005, v. 276, pp. 33–45.
- [4] Bréda N., Granier A., Barataud F., Moyne C. Soil water dynamics in an oak stand I. Soil moisture, water potentials and water uptake by roots // Plant and Soil, 1995, v. 172, pp. 17–27.
- [5] Нестеров Н.С. Очерки по лесоведению. М.: Сельхозиздат, 1960. 488 с.
- [6] Жуков А.Б. Дубравы УССР и способы их восстановления // Дубравы СССР. М; Л.: Гослесбумиздат, 1949. Т. 1. С. 227–267.
- [7] Попов В.В. Научные основы выращивания широколиственных насаждений в северной лесостепи. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 317 с.
- [8] Лосицкий К.Б. Лесовосстановительный процесс в дубравах европейской части СССР: автореф. дис. ... д.с.-х. наук: 06.03.03. М.: Изд-во Института леса и дресины СО АН СССР, 1960. 46 с.
- [9] Петров В.А. Эколого-лесоводственные особенности естественного возобновления в расстроенных дубравах Чувашской Республики: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Казань, 2004. 21 с.
- [10] Лесной кодекс Республики Беларусь: по состоянию на 15 февраля 2017 года. Минск: Изд-во Национального центра правовой информации Республики Беларусь, 2017. 125 с.
- [11] Жилкин Б.Д. Восстановление дубрав Белорусской ССР // Материалы Белорус. респ. науч.-техн. конф. по лесной пром-сти и лесному хоз-ву. Минск, 1950. С. 51–104.
- [12] Соснин Л.И. О мерах ухода за лесом и преобразовании малоценных производных типов дубового леса БССР // За повышение продуктивности лесов БССР. Минск, 1951. С. 44–57.
- [13] Миловидов А.Н. Пути реконструкции малоценных молодняков // Лесное хозяйство, 1956. № 1. С. 18–22.
- [14] Дерябин Д.И., Кулаков К.Ф., Новосельцев А.И., Атрохин В.Г. Реконструкция лесных насаждений. М.: Гослесбумиздат, 1976. 176 с.
- [15] Саутин В.И. Разработка способов исправления низкопродуктивных насаждений сосны, ели, дуба // Отчет БелНИИЛХ, Гомель, 1962. № 891. 46 с.
- [16] Юнаш Г.Г. Опыт восстановления дуба в малоценных лиственных молодняках // Лесное хозяйство, 1952. № 1. С. 42–46.
- [17] Баранов Н.Н. Реконструкция грабовых насаждений // Лесное хозяйство, 1953. № 5. С. 27–29.

- [18] Попов В.В., Артамонов Т.А. Эффективность реконструкции малоценных насаждений // Лесное хозяйство, 1977. № 1. С. 49–52.
- [19] Гвоздев В.К. Опыт проведения реконструкции малоценных молодняков лесокультурными методами // Тр. БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. Минск: Изд-во БГТУ, 2017. № 2 (198). С. 134–139
- [20] Мерзленко М.Д., Глазунов Ю.Б., Львов Ю.Г., Перевалова Е.А. Динамика роста сосны в старовозрастных древостоях сложного бора // ИВУЗ Лесной журнал, 2018. № 4. С. 31–39. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.31
- [21] Мирон К.Ф. Мероприятия по реконструкции малоценных молодняков в лесах БССР. Минск: Изд-во АН БССР, 1952. 36 с.
- [22] Крапивко Н.М. Разработка и научное обоснование методов реконструкции сероолиховых лесов Белоруссии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Минск, БТИ им. Кирова, 1974. 23 с.
- [23] Решетников В.Ф., Сторожишина К.М. Состояние и перспективы реконструкции малоценных насаждений методом создания лесных культур дуба черешчатого в лесхозах Беларуси // Тр. БГТУ. Лесное хозяйство, 2016. № 1 (183). С. 56–60.
- [24] Решетников В.Ф., Сторожишина К.М. О результатах реконструкции малоценных насаждений методом создания лесных культур дуба черешчатого в условиях Беларуси // Лесное и охотничье хозяйство, 2016. № 7. С. 30–33.
- [25] Одиноралов Г.А., Тихонова Е.Н., Голядкина И.В., Малинина Т.А. Оценка биологической продуктивности лесной среды в условиях урбанизации (на примере Воронежской нагорной дубравы) // ИВУЗ Лесной журнал, 2020. № 2. С. 60–72. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-2-60-72
- [26] Совершенствование и апробация технологии реконструкции малоценных насаждений с целью повышения доли широколиственных пород: отчет о НИР (заключ.). Гомель: Изд-во НАН Ин-та леса Беларуси, 2020. 176 с.
- [27] Правила рубок леса в Республике Беларусь. Минск: Минлесхоз, 2016. 17 с.
- [28] Положение о порядке лесовосстановления и лесоразведения. Минск: Минлесхоз, 2016. 44 с.
- [29] Балакир М.В., Машковский В.П. Строение еловых насаждений искусственного происхождения по верхней высоте в условиях Беларуси // Леса Евразии – Брянский лес: Материалы XI Междунар. конф. молодых ученых. Посвящена 80-летию Брянской государственной инженерно-технологической академии и профессору В.П. Тимофееву, Брянск, 12–18 сентября 2011. М.: МГУЛ, 2011. 296 с.

Сведения об авторах

Потапенко Антон Михайлович — канд. с.-х. наук, зав. лабораторией проблем почвоведения и реабилитации антропогенно нарушенных лесных земель Института леса НАН Беларуси, anto_ha86@mail.ru

Лазарева Марина Сергеевна — канд. с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой лесохозяйственных дисциплин Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины, lesgggu@yandex.ru

Сторожишина Кристина Мирославовна — канд. с.-х. наук, зав. науч. отделом Жорновской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси, storozhishina@gmail.com

Мохначев Павел Евгеньевич — канд. биол. наук, науч. сотр. ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения РАН», mohnachev74@mail.ru

Кузьмина Надежда Александровна — мл. науч. сотр. ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения РАН», yarkaaya05@mail.ru

Менщиков Сергей Леонидович — д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией экологии техногенных растительных сообществ, ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения РАН», m.sergei1951@yandex.ru

Поступила в редакцию 20.06.2021.

Принята к публикации 07.09.2021.

CONVERSION OF LITTLE VALUE FOREST STANDS IN REPUBLIC OF BELARUS: THEIR STATE AND PROBLEMS

A.M. Potapenko¹, M.S. Lazareva², K.M. Storozhishina³,
P.E. Mokhnachev⁴, N.A. Kuz'mina⁴, S.L. Menshchikov⁴

¹Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus, 71, Proletarskaya st., 246001, Gomel, Republic of Belarus

²Gomel State University named after Francis Skaryna, 104, Sovetskaya st., 246019, Gomel', Republic of Belarus

³Zhornovskaya Experimental Forest Base 23a, Chapayeva st., 213763, Osipovichi, Republic of Belarus

⁴Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (Ural Branch), 202a, 8 Marta st., 620134, Yekaterinburg, Russia

yarkaya05@mail.ru

The article provides data on the assessment of the state of broad-leaved forest crops created during the reconstruction of low-value forest stands in the forest fund. The effectiveness of various methods of reconstruction of measures depending on the share of broad-leaved species in the composition of forest crops is analyzed. It was found that during the period 2006–2018 reconstruction was carried out on an area of 3628 hectares in the Republic of Belarus using corridor (69 %), curtain-group (22 %) and continuous (9 %) methods. It is shown that the average survival rate of forest crops in the continuous reconstruction method was 84, corridor — 71 %, and preservation, respectively, — 61 and 63 %. The sub-topological forest crops created during the curtain-group reconstruction had an unsatisfactory condition (average survival and preservation — 40 %). It is recommended when creating broadleaf forest crops during the reconstruction of low-value forest stands to take into account their age, composition, forest growing conditions, as well as the biogroup placement of plantings, which ensures faster closing of crops in rows, and contributes to their favorable growth and formation, and to create an optimal width of corridors 4...6 meters, which will ensure uniform and sufficient distribution of light in forest crops.

Keywords: reconstruction, low-value forest plantations, method of reconstruction, forest cultures

Suggested citation: Potapenko A.M., Lazareva M.S., Storozhishina K.M., Mokhnachev P.E., Kuz'mina N.A., Menshchikov S.L. *Rekonstrukciya malocennykh lesnykh nasazhdeniy v Respublike Belarus': sostoyanie i problemy* [Conversion of little value forest stands in Republic of Belarus: their state and problems]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 55–62. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-55-62

References

- [1] *Gosudarstvennyy lesnoy kadastr Respubliki Belarus' po sostoyaniyu na 01.01.2020* [State forest cadaster of the Republic of Belarus as of 01.01.2020]. Minsk: Minleskhoz, Lesoustroitel'noe respublikanskoe unitarnoe predpriyatie «Belgosles» [Forest Management Republican unitary enterprise «Belgosles», 2020, 65 p.
- [2] Potapenko, A.M. Potapenko A.M. *Vosstanovlenie plakornykh smeshannykh dubrav s ispol'zovaniem estestvennogo vozobnovleniya duba chereshchatogo v usloviyakh yugo-vostoka Belarusi* [Renewal of upland mixed oak groves with use of natural renewal of the English oak in the conditions of the southeast of Belarus]. Dis. Cand. Sci [agricultural]. Gomel: In-t of Forest of the NAS of Belarus., 2015, 22 p.
- [3] Konopka B., Curiel Y.J., Janssens I.A., Ceulemans R. Comparison of fine root dynamics in Scotch pine and Pedunculate oak in sandy soil. *Plant and Soil*, 2005, v. 276, pp. 33–45.
- [4] Bréda N., Granier A., Barataud F., Moyne C. Soil water dynamics in an oak stand I. Soil moisture, water potentials and water uptake by roots. *Plant and Soil*, 1995, v. 172, pp. 17–27.
- [5] Nesterov N.S. *Ocherki po lesovedeniyu* [Essays on forestry]. Moscow: Publishing House Agricultural Literature, 1960, 488 p.
- [6] Zhukov A.B. *Dubravyye USSR i sposoby ikh vosstanovleniya* [Oak forests of the Ukrainian SSR and methods of their restoration]. Oak forests of the USSR. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1949, v. 1, pp. 227–267.
- [7] Popov V.V. *Nauchnye osnovy vyrashchivaniya shirokolistvennykh nasazhdeniy v severnoy lesostepi* [Scientific bases of growing broad-leaved plantations in the northern forest-steppe]. Moscow: AN SSSR, 1960, 317 p.
- [8] Lositskiy K.B. *Lesovosstanovitel'nyy protsess v dubravakh evropeyskoy chasti SSSR* [Forest restoration process in oak forests of the European part of the USSR]. Diss. Dr. Sci. [Agricultural]. Moscow: Institute of Forest and Timber of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1960, 46 p.
- [9] Petrov V.A. *Ekologo-lesovodstvennye osobennosti estestvennogo vozobnovleniya v rasstroennykh dubravakh Chuvashskoy Respubliki* [Ecological and silvicultural peculiarities of natural regeneration in upset oak forests of the Chuvash Republic]. Diss. Cand. Sci. [Agricultural]. Kazan, 2004, 21 p.
- [10] *Lesnoy kodeks Respubliki Belarus': po sostoyaniyu na 15 fevralya 2017 goda* [Forest Code of the Republic of Belarus]. Minsk: National Center for Legal Information of the Republic of Belarus, 2017, 125 p.
- [11] Zhilkin B.D. *Vosstanovlenie dubrav Belorusskoy SSR* [Restoration of oak forests of the Byelorussian SSR]. *Materialy Belor. resp. nauchn.-tekhn. konf. po lesnoy prom-sti i lesnomu khoz-vu* [Materials of Belor. Rep. Scientific and technical Conf. on the forestry industry and forestry]. Minsk, 1950, pp. 51–104.
- [12] Sosnin L.I. *O merakh ukhoda za lesom i preobrazovaniy malotsennykh proizvodnykh tipov dubovogo lesa BSSR* [On measures of forest care and transformation of low-value derived types of oak forest of the BSSR]. *Za povyshenie produktivnosti lesov BSSR* [For increasing the productivity of forests of the BSSR]. Minsk, 1951, pp. 44–57.
- [13] Milovidov A.N. *Puti rekonstruktsii malotsennykh molodnyakov* [Ways of reconstruction of low-value young growth]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 1956, no. 1, pp. 18–22.
- [14] Deryabin D.I., Kulakov K.F., Novosel'tsev A.I., Atrokhin V.G. *Rekonstruktsiya lesnykh nasazhdeniy* [Reconstruction of forest plantations]. Moscow: Goslesbumizdat, 1976, 176 p.

- [15] Sautin V.I. *Razrabotka sposobov ispravleniya nizkoproduktivnykh nasazhdeniy sosny, eli, duba* [Development of methods for correcting low-productive plantations of pine, spruce, oak]. Otchet BelNIILKh [Report BelNIILH], Gomel, 1962, no. 891, 46 p.
- [16] Yunash G.G. *Opyt vosstanovleniya duba v malotsennykh listvennykh molodnyakakh* [The experience of oak restoration in low-value deciduous young trees]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 1952, no. 1, pp. 42–46.
- [17] Baranov N.N. *Rekonstruktsiya grabovykh nasazhdeniy* [Reconstruction of hornbeam plantations]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 1953, v. 5, pp. 27–29.
- [18] Popov V.V., Artamonov T.A. *Effektivnost' rekonstruktsii malotsennykh nasazhdeniy* [The effectiveness of reconstruction of low-value plantations]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 1977, no. 1, pp. 49–52.
- [19] Gvozdev V.K. *Opyt provedeniya rekonstruktsii malotsennykh molodnyakov lesokul'turnymi metodami* [Experience of reconstruction of low-value young stands by forestry methods]. Trudy BGTU. Ser. 1, Lesnoe khozyaystvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyаемых ресурсов [Proceedings of BSTU. Ser. 1, Forestry, nature management and processing of renewable resources]. Minsk: BSTU, 2017, v. 2 (198), pp. 134–139.
- [20] Merzlenko M.D., Glazunov Yu.B., L'vov Yu.G., Perevalova E.A. *Dinamika rosta sosny v starovozrastnykh drevostoyakh slozhnogo bora* [Pine Growth Dynamics in Old-Aged Stands of a Multi-Storeyed Coniferous Forest]. Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal), 2018, no. 4, pp. 31–39. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.31
- [21] Miron K.F. *Meropriyatiya po rekonstruktsii malotsennykh molodnyakov v lesakh BSSR* [Measures for the reconstruction of low-value young growth in the forests of the BSSR]. Minsk: Publishing house of the Academy of Sciences of the BSSR, 1952. 36 p.
- [22] Krapivko N.M. *Razrabotka i nauchnoe obosnovanie metodov rekonstruktsii serool'khovykh lesov Belorussii* [Development and scientific substantiation of methods for the reconstruction of gray alder forests in Belarus]. Diss. Cand. Sci. [Agricultural]. Minsk: BTI im. Kirova, 1974, 23 p.
- [23] Reshetnikov V.F., Storozhishina K.M. *Sostoyanie i perspektivy rekonstruktsii malotsennykh nasazhdeniy metodom sozdaniya lesnykh kul'tur duba chereshchatogo v leskhozakh Belarusi* [The state and prospects for the reconstruction of low-value plantations by the method of creating forest cropscherry oak in the forestry of Belarus]. Trudy BSTU, Forestry, 2016, v. I (183), pp. 56–60.
- [24] Reshetnikov V.F., Storozhishina K.M. *O rezul'tatakh rekonstruktsii malotsennykh nasazhdeniy metodom sozdaniya lesnykh kul'tur duba chereshchatogo v usloviyakh Belarusi* [On the results of the reconstruction of low-value plantations by the method of creating forest crops in Belarus]. Lesnoe i okhotnich'e khozyaystvo [Forestry and hunting], 2016, v. 7, pp. 30–33.
- [25] Odnoralov G.A., Tikhonova E.N., Golyadkina I.V., Malinina T.A. *Otsenka biologicheskoy produktivnosti lesnoy sredy v usloviyakh urbanizatsii (na primere Voronezhskoy nagornoj dubravy)* [Assessment of Urban Forest Biological Productivity (Case Study of the Voronezh Upland Oak Forest)]. Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal), 2020, no. 2, pp. 60–72. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-2-60-72
- [26] *Sovershenstvovanie i aprobatsiya tekhnologii rekonstruktsii malotsennykh nasazhdeniy s tsel'yu povysheniya doli shirokolistvennykh porod* [Improvement and testing of technology for the reconstruction of low-value plantations in order to increase the share of broad-leaved species]. Gomel: Nat. Acad. Sciences of Belarus, Institute of Forest; Hands of themes of A.M. Potapenko, 2020, 176 p.
- [27] *Pravila rubok lesa v Respublike Belarus'* [Rules of wood harvesting in the Republic of Belarus]. Minsk: Ministry of Forestry, 2016, 17 p.
- [28] *Polozhenie o poryadke lesovosstanovleniya i lesorazvedeniya* [Regulation on the procedure of reforestation and afforestation]. Minsk: Ministry of Forestry, 2016, 44 p.
- [29] Balakir M.V., Mashkovskiy V.P. *Stroenie elovykh nasazhdeniy iskusstvennogo proiskhozhdeniya po verkhney vysote v usloviyakh Belarusi* [The structure of spruce stands of artificial origin at the top height in Belarus]. Lesa Evrazii — Bryanskiy les: Materialy XI mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh. Posvyashchena 80-letiyu Bryanskoj gosudarstvennoy inzhenerno-tekhnologicheskoy akademii i professoru V.P. Timofeevu [Forests of Eurasia — Bryansky les: Materials of the XI International Conference of Young Scientists. Dedicated to the 80th anniversary from the date of the Bryansk State Academy of Engineering and Technology foundation, and to Prof. V.P. Timofe], Bryansk, September 12–18, Moscow: MSFU, 2011, 296 p.

Authors' information

Potapenko Anton Mikhailovich — Cand. Sci. (Agriculture), Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus, anto_ha86@mail.ru

Lazareva Marina Sergeevna — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, head of the Department of Forestry Disciplines, Francis Skaryna Gomel State University, lesgg@yandex.ru

Storozhishina Christina Miroslavovna — Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Scientific Department. Zhornovskaya Experimental Forest Base, storozhishina@gmail.com

Mokhnachev Pavel Evgenievich — Cand. Sci. (Biology), Researcher, Ecology Laboratory of Technogenic plant communities, Forest Department, Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanic Garden, mohnachev74@mail.ru

Kuz'mina Nadezhda Aleksandrovna — Junior Researcher, Ecology Laboratory of technogenic plant communities, Forest Department, Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanic Garden, yarkaya05@mail.ru

Menshchikov Sergey Leonidovich — Dr. Sci. (Agriculture) Head of Laboratory, Forest Department, Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanic Garden, m.sergei1951@yandex.ru

Received 20.06.2021.

Accepted for publication 07.09.2021.

УДК 504.3.054:630:385

DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-63-70

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАШТАНОВЫХ ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А.Н. Сарычев¹, М.В. Костин², Ю.Н. Плескачев³

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», 400002, г. Волгоград, просп. Университетский, д. 26

²ФГБУН Институт лесоведения РАН (ИЛАН РАН), 140030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, ул. Советская, д. 21

³ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», 143026, Московская обл., Одинцовский р-н, п. Новоивановское, ул. Агрехимиков, д. 6

zeit1@yandex.ru

Представлены результаты многолетних исследований по комплексному влиянию приемов основной обработки почвы и полезащитных насаждений на содержание макроэлементов в почве, условия влагообеспеченности и формирование элементов структуры урожая ярового ячменя на зональных светло-каштановых почвах.

Ключевые слова: каштановые почвы, пищевой режим, водный режим, полезащитные лесные полосы, технология обработки почвы

Ссылка для цитирования: Сарычев А.Н., Костин М.В., Плескачев Ю.Н. Влияние защитных лесных насаждений и приемов обработки почвы на агрофизические свойства каштановых почв и урожайность сельскохозяйственных культур // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 63–70.

DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-63-70

Волгоградская область относится к регионам с так называемым рискованным земледелием, особенно ее южные и заволжские районы. Это обуславливают сложные почвенно-климатические условия, неблагоприятные для возделывания большинства сельскохозяйственных культур, в частности пониженное количество почвенной влаги и низкая обеспеченность культур элементами питания. Такое положение обусловлено среднегодовым количеством атмосферных осадков, которое в отдельных районах области обычно не превышает 300 мм в год. Кроме того, каштановые и светло-каштановые почвы относятся к категории низкоплодородных.

Основными культурами, возделываемыми в зоне каштановых и светло-каштановых почв, которые обеспечивают экономический потенциал сельскохозяйственных предприятий, являются озимая пшеница и яровой ячмень, культивируемые в короткоротационных севооборотах. Погодные условия осени 2020 г. привели к значительному сокращению посевов озимых культур: из 1,6 млн га к началу вегетационного периода 2021 г. сохранилось только 1 млн га посевов. В связи с этим у большинства аграриев региона возникла необходимость пересева утраченных посевов. В качестве страховой культуры в сложившейся ситуации выступил яровой ячмень, поэтому значимость данной культуры для региона остается очень высокой.

Оптимизация пищевого и водного режимов является актуальной и первоочередной задачей

для развития сельского хозяйства в подзонах каштановых и светло-каштановых почв. Наиболее эффективным приемом регулирования влагозапасов и обеспеченности элементами питания является технология основной обработки почвы [1–3]. Однако интенсивное воздействие рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий на почвенный покров способствует увеличению дефляционно опасных частиц и усилению эрозионных и дефляционных процессов, поэтому система обработки почвы должна выполнять прежде всего почвозащитную функцию или сочетаться с другими мероприятиями, обеспечивающими защиту почвенного покрова от деградационных процессов. Исследования предыдущих лет показали, что на формирование дефляционных процессов внедрение только одного защитного элемента адаптивно-ландшафтной системы земледелия не обеспечивает 100%-го результата по предотвращению дефляции, поэтому необходим комплексный подход [4–7].

Многочисленными исследованиями установлено, что один из самых эффективных приемов, который предотвращает возникновение дефляционных и эрозионных процессов и способствует улучшению микроклиматических показателей полевого агрофитоценоза — это создание защитных лесных насаждений [4, 8–18]. В целом лесные насаждения оказывают комплексное мелиорирующее воздействие на занимаемую и прилегающую территорию [19–27].

Цель работы

Цель работы — изучение и рассмотрение результатов комплексного влияния защитных лесных насаждений и приемов обработки почвы на агрофизические свойства каштановых почв, пищевой и водный режимы, формирование элементов структуры урожая сельскохозяйственных культур (на примере ярового ячменя), предотвращение деграционных процессов почвенного покрова.

Методика исследования

Опытное поле расположено в подзоне каштановых почв, для которых характерно низкое содержание гумуса в пахотном слое — не более 2,1 %. Обеспеченность доступными для растений формами азота и фосфора — низкая, калия — повышенная. В связи с этим при посеве культуры вносились удобрения в дозе $N_{30}P_{10}$.

Исследования велись в зернопаровом трехпольном севообороте по следующей схеме: 1. Пар чистый; 2. Озимая пшеница; 3. Яровой ячмень.

Полезатные лесные полосы — трехрядные, состоящие из вяза приземистого высотой 9,5 м. Повторность опытов трехкратная, учетная площадь делянки — 250 м².

Схема опыта:

фактор А — агроландшафт:

I. Открытое поле (ОП) (контрольный вариант); II. Поле, защищенное лесополосой (ПЗЛП) (удаленность от лесной полосы 1,5H, 5H, 10H, 15H, 25H, 35H, где H — высота лесной полосы в метрах);

фактор В — технология обработки почвы:

I. Отвальная вспашка ПН-8-40 0,20...0,22 м (контрольный вариант); II. Плоскорезная обработка КПШ-9 0,10...0,12 м; III. Дискование БДТ-7,0 0,10...0,12 м; IV. Обработка комбинированным агрегатом АПК-6 0,14...0,16 м.

Исследования проводили по общепринятым методикам и рекомендациям.

Результаты исследования

Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что на всех изучаемых вариантах обработки почвы наблюдается сезонная динамика содержания гидролизуемого азота по зонам межполосного пространства (рис. 1). Максимальное его содержание отмечается перед посевом культуры. В течение периода вегетации оно плавно снижается вплоть до фазы полной спелости ячменя. Такая динамика изменения содержания гидролизуемого азота обусловлена сезонными колебаниями микробиологических процессов трансформации азота в почве и дальнейшим потреблением его возделываемой культурой.

Было установлено, что на лесомелиорируемой территории наибольшее содержание гидролизуемого азота выше в зонах наибольшего влияния ПЗЛП, а в зонах, где их мелиоративное влияние ослабевает или отсутствует (расстояние более 25H) его содержание сопоставимо с контрольным вариантом — без лесозащитных насаждений. Исключение составляет так называемая депрессионная зона, которая расположена вдоль лесной полосы шириной до 1,5H. В этой зоне среднее содержание гидролизуемого азота составило в среднем перед посевом 24,12 мг/кг почвы, в то же время на расстоянии 15H от ПЗЛП — 35,45 мг/кг почвы, а без лесозащитных насаждений — 30,51 мг/кг почвы. К фазе полной спелости содержание гидролизуемого азота составило на расстоянии до 1,5H — 17,28, 15H — 23,36 и без защитных насаждений — 21,24 мг/кг почвы.

Из изучаемых приемов основной обработки почвы наибольшее содержание гидролизуемого азота и более равномерное распределение по пахотному горизонту обеспечивали отвальная вспашка (контрольный вариант) и обработка комбинированным орудием. Мелкая дисковая обработка почвы уступала всем приемам, а содержание гидролизуемого азота было самым низким. Так, например, на расстоянии 5H от ПЗЛП по сравнению с контрольным вариантом перед посевом культуры содержание азота на варианте с дискованием было ниже на 5,73 мг/кг почвы, а на варианте с комбинированной обработкой его содержание было больше и составило 37,3 мг/кг почвы.

Каштановые почвы характеризуются низкой обеспеченностью подвижным фосфором, что подтверждают наши исследования (рис. 2).

Содержание фосфора в целом незначительно изменялось в пределах межполосного пространства: среднее содержание перед посевом культуры на межполосном пространстве составило 15,8, на поле без лесозащитных насаждений — 14,61 мг/кг почвы. Наименьшие значения содержания подвижного фосфора были отмечены на расстоянии до 1,5H и составили в среднем по вариантам опыта 12,78 мг/кг, что обусловлено прежде всего потреблением питательных веществ непосредственно растениями лесной полосы, а также малым количеством фитомассы растений, которая могла бы частично компенсировать вынос фосфора из почвы.

На содержание подвижного фосфора в почве влияние также оказали приемы основной обработки почвы. Наибольшее содержание отмечалось на вариантах опыта с глубокой обработкой почвы: отвальной вспашкой и обработкой комбинированным орудием и составляли в среднем за период исследования перед посевом культуры на межполосном пространстве 16,5 и 16,73 мг/кг почвы соответственно.

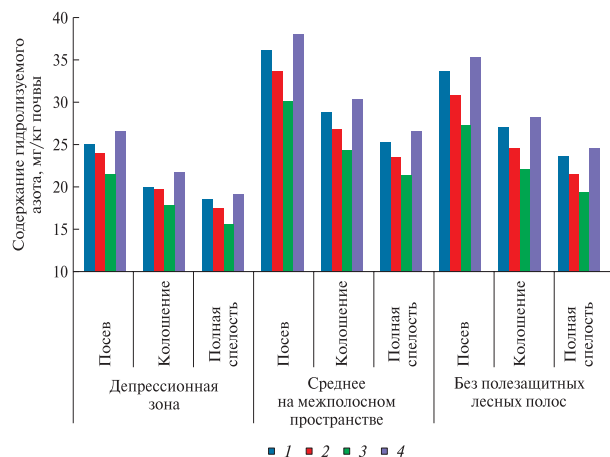


Рис. 1. Содержание гидролизующего азота в слое почвы 0...0,3 м: 1 — отвальная вспашка; 2 — плоскорезное рыхление; 3 — дискование; 4 — комбинированная обработка

Fig. 1. Content of hydrolyzable nitrogen in the soil layer 0 ... 0.3 m: 1 — moldboard plowing; 2 — flat-cut loosening; 3 — disking; 4 — combined processing

Количество доступного калия (рис. 3) в пределах межполосного пространства также находилось в зависимости от расположения контрольных участков по отношению к ПЗЛП. Так, среднее содержание в депрессионной зоне по вариантам обработки почвы перед посевом культур составило 278,65 мг/кг почвы, на межполосном пространстве, за исключением депрессионной зоны, среднее содержание достигло 301,24 мг/кг, а на поле без лесозащитных насаждений — 284,08 мг/кг. К концу вегетации среднее содержание калия составило по указанным зонам 232,6 (депрессионная зона), 262,21 (межполосное пространство) и 245,67 (без полезащитных насаждений) мг/кг почвы.

Вариант с дисковой обработкой почвы по содержанию доступного калия уступал другим исследуемым вариантам. Длительное применение дисковой обработки почвы привело к снижению содержания доступного калия. Его количество составило перед посевом культуры 282,64 мг/кг почвы, что было меньше, чем на контрольном варианте на 27,5, на мелком плоскорезном рыхлении на 16,3 и на комбинированной обработке на 30,6 мг/кг.

На формирование продуктивности ярового ячменя в значительной степени оказали влияние погодные условия. За период исследований с 2008 по 2020 гг. погодные условия, в частности в 2011, 2016 и 2017–2019 гг., были оптимальными по увлажнению и количеству осадков в период вегетации, 6 лет были острозасушливыми, поскольку значение гидротермического коэффициента увлажнения (ГТК) не превышало 0,44. Это отразилось на содержании продуктивной влаги в посевах ярового ячменя. В зависимости от приема основной обработки почвы среднее

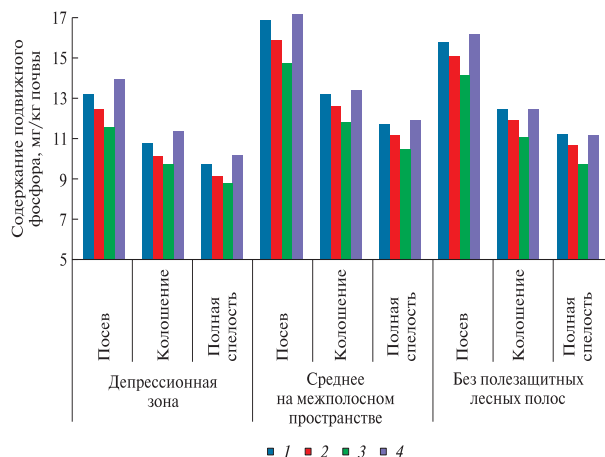


Рис. 2. Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0...0,3 м: 1 — отвальная вспашка; 2 — плоскорезное рыхление; 3 — дискование; 4 — комбинированная обработка

Fig. 2. Content of labile phosphorus in the soil layer 0 ... 0.3 m: 1 — moldboard plowing; 2 — flat-cut loosening; 3 — disking; 4 — combined processing

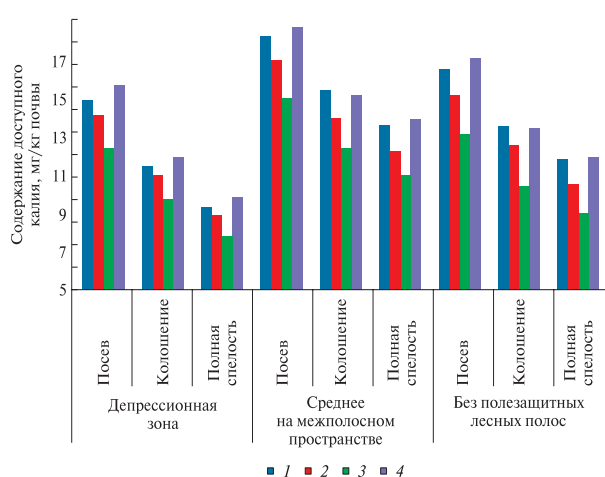


Рис. 3. Содержание доступного калия в слое почвы 0...0,3 м: 1 — отвальная вспашка; 2 — плоскорезное рыхление; 3 — дискование; 4 — комбинированная обработка

Fig. 3. Content of available potassium in the soil layer 0 ... 0.3 m: 1 — moldboard plowing; 2 — flat-cut loosening; 3 — disking; 4 — combined processing

содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы составило перед посевом на межполосном пространстве от 85,39 до 108,82 мм, в условиях незащищенного поля — 75,7...97,7 мм. Наибольшее содержание продуктивной влаги в этот период отмечалось в зонах, приближенных к ПЗЛП на расстояние до 15H, ее содержание варьировало от 84,7 до 117,2 мм, а в зонах, где мелиоративное влияние полезащитных лесополос ослабевало — от 76,9 до 100,2 мм. К фазе колошения запасы продуктивной влаги на межполосном пространстве сокращались до 24,6...38,3 мм, а на поле без ПЗЛП — до 18,4...30,2 мм, в зависимости от технологии обработки почвы.

**Элементы продуктивности и урожайности ярового ячменя (среднее за 2008–2020 гг.)
в зависимости от способа обработки почвы**

**Productivity elements and spring barley yield (average for 2008–2020)
depending on the method of soil cultivation**

Способ обработки почвы	Агрорландшафт	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Коэффициент продуктивной кустистости	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологический урожай, т/га	Фактический урожай, т/га
Отвальная вспашка ПН-8-40 0,20...0,22 м (контрольный вариант)	Срв. на МПП	278,2	1,05	16,9	36,8	1,73	1,51
	Без ПЗЛП	265,9	1,05	13,7	37	1,35	1,23
Плоскорезная обработка КПШ-9 0,10...0,12 м	Срв. на МПП	267,8	1,04	14,3	37	1,42	1,38
	Без ПЗЛП	256,9	1,04	13,8	37,3	1,32	1,18
Дискование БДТ-7,0 0,10...0,12 м	Срв. на МПП	245,4	1,04	13,2	36,9	1,20	1,16
	Без ПЗЛП	240,3	1,04	12,6	37,2	1,13	1,05
Обработка комбинированным агрегатом АПК-6 0,14...0,16 м	Срв. на МПП	284,2	1,04	17,33	37,1	1,83	1,62
	Без ПЗЛП	271,3	1,05	14,2	37,3	1,44	1,35

Примечание. Срв. на МПП — средневзвешенная величина на межполосном пространстве; Без ПЗЛП — без полезащитных лесных насаждений.

Изучение биологической активности почвы методом льяных полотен — «аппликаций» — показало, что активность почвенных микроорганизмов на посевах ячменя в условиях агролесоландшафта зависит от содержания доступной влаги в почвенном горизонте и дифференцированно изменяется на всем межполосном пространстве. Активность микробиоты возрастает по мере приближения к полезащитной лесной полосе. Самая высокая микробиологическая активность за 3 мес экспозиции была зафиксирована на расстоянии от 5H до 10H и варьировала от 25,1 до 31,4 %, в зависимости от способа обработки почвы.

Наиболее низкая активность почвенной биоты была зафиксирована в условиях открытого поля и на расстоянии 35H от ПЗЛП. Причиной уменьшения активности микроорганизмов в почве на этих вариантах опыта послужило снижение мелиоративного влияния полезащитной лесной полосы на расстоянии свыше 25H, в частности, на накопление необходимой для растений и микроорганизмов доступной влаги. Микробиологическая активность здесь была самая низкая, и разложение льняного полотна было равно 23,4...27,9 %.

Исследования показали, что на опытных участках с защитными лесонасаждениями средневзвешенные показатели структуры урожая ярового ячменя в среднем были выше, чем на участках без лесополос (таблица). Исключение составил показатель массы 1000 зерен. В среднем на защищенных участках количество продуктивных стеблей было больше на 5,1...12,9 шт./м², озерненность колоса — на 1,85 шт., биологическая

урожайность — на 0,07...0,43 т/га, фактическая урожайность — на 0,11...0,28 т/га. Сравнительно низкие показатели средней урожайности прежде всего обусловлены засушливыми годами в опыте, когда урожайность культуры составляла в зависимости от удаленности от ПЗЛП, 0,59...1,29 т/га.

Наиболее эффективной технологией обработки почвы оказалась обработка почвы комбинированным агрегатом АПК-6. Показатели структуры урожая и урожайность были здесь выше по сравнению с другими вариантами опыта. Так, в условиях агролесоландшафта, по сравнению с контрольным вариантом, количество продуктивных стеблей было больше на 6,0 шт./м², озерненность колоса — на 0,4 шт., масса 1000 зерен — на 0,5 г, а фактический урожай — на 0,11 т/га. По сравнению с дискованием показатели были выше: количество стеблей — на 39,1 шт./м², масса 1000 зерен — на 0,2 г, озерненность колоса — на 4,1 шт., фактический урожай — на 0,57 т/га.

Зональное распределение влагозапаса и элементов минерального питания на межполосном пространстве в целом отразилось на продуктивности посевов ячменя. В среднем за годы проведения исследований средневзвешенная урожайность ячменя под защитой лесополос составила 1,42 т/га, на поле без ПЗЛП — 1,20 т/га. При этом на расстоянии от 1,5H до 15H продуктивность ячменя в среднем по вариантам обработки почвы составила 1,35...1,86 т/га, в зонах с ослабленным мелиоративным влиянием — 1,21...1,44 т/га, а самая низкая урожайность в зоне депрессии на расстоянии до 1,5H — 0,81 т/га.

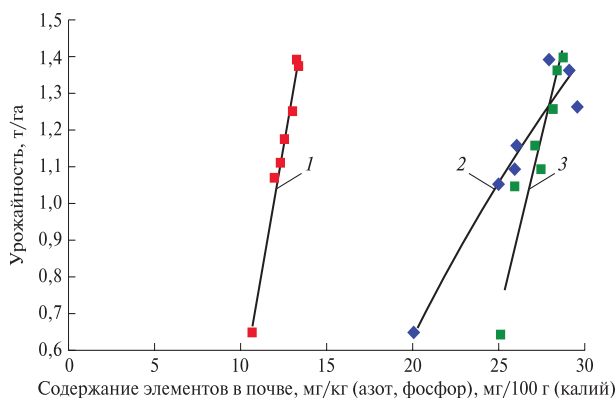


Рис. 4. Зависимость урожайности ярового ячменя от наличия питательных веществ в почве в пределах межполосного пространства: 1 — азот гидролизированный; 2 — фосфор; 3 — калий

Fig. 4. Dependence of the spring barley yield on the nutrients available in the soil within the space between strips: 1 — hydrolyzed nitrogen; 2 — phosphorus; 3 — potassium

Было установлено, что продуктивность культуры находится в тесной связи с запасом элементов питания в почве. Эта связь описывается уравнением логарифмической зависимости в пределах межполосного пространства по каждому макроэлементу с высокой степенью достоверности (рис. 4):

гидролизующий азот

$$y = 1,8932 \ln(x) - 5,0372, R^2 = 0,9232;$$

подвижный фосфор

$$y = 3,1514 \ln(x) - 6,8159, R^2 = 0,9666;$$

калий

$$y = 5,2323 \ln(x) - 16,157, R^2 = 0,9102.$$

Выводы

В подзоне каштановых почв на лесомелиорируемой территории прослеживается дифференцированное зональное изменение содержания запасов продуктивной влаги, элементов питания, микробиологической активности почвы, формирование элементов структуры урожая культуры и урожайности возделываемой культуры. Эту особенность следует учитывать при дифференцированном внесении удобрений, которая является важным звеном в технологии точного земледелия.

Список литературы

- [1] Кривошеева Е.Д., Нехорошова Н.В., Сухарев А.А., Метлина Г.В. Динамика содержания основных элементов питания и урожайность в посевах мягкой озимой пшеницы в зависимости от основного способа обработки почвы // *Зерновое хозяйство России*, 2016. № 5. С. 62–67.
- [2] Медведев И.Ф., Назаров В.А., Губарев Д.И., Жолинский Н.М., Деревягин С.С. Изменение агрофизических и агрохимических свойств чернозема южного при различных способах основной обработки почвы // *Аграрный научный журнал*, 2017. № 2. С. 14–19. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.v0i2.24>

- [3] Плескачев Ю.Н., Борисенко И.Б., Мисюрин В.Ю., Кошечев И.А. Инновационные способы обработки почв при возделывании ячменя // *Плодородие*, 2012. № 6. С. 18–19.
- [4] Бельков Г.И., Максютин Н.А. Сохранение и повышение плодородия почв в современных условиях Оренбургской области // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2014. № 6 (50). С. 8–10.
- [5] Беляков А.М., Васильев Ю.И., Турко С.Ю., Назарова М.В. Пыльные бури в Волгоградской области, их проявление и борьба с ними // *Нива Поволжья*, 2019. № 2 (51). С. 2–8.
- [6] Беляков А.М., Сарычев А.Н. Проявления дефляции почв в условиях Волгоградской области // *Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: Матер. I Междунар. науч.-практ. Интернет-конф., посвященной 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия»*. Солонное Займище: Изд-во ФГБНУ ПНИИАЗ, 2016. С. 721–727.
- [7] Рулев А.С., Беляков А.М., Сарычев А.Н. Исследование проявления дефляции почв в условиях Волгоградской области // *Изв. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*, 2016. № 2 (42). С. 101–107.
- [8] Бакиров Н.Ж., Хамзаев А.Х., Новицкий З.Б. Лесные насаждения на осушенном дне Аральского моря // *ИВУЗ Лесной журнал*, 2020. № 2. С. 51–59. DOI:10.37482/0536-1036-2020-2-51-59
- [9] Барабанов А.Т. Научные основы противозерозионной мелиорации // *Изв. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*, 2018. № 2 (50). С. 23–30.
- [10] Иванов Д.А., Ковалев Н.Г., Анциферова О.Н., Карасева О.В. Влияние ландшафтных условий на структуру урожая ячменя // *Докл. Рос. акад. с.-х. наук*, 2014. № 1. С. 10–13.
- [11] Кошелев А.В. Влияние лесных полос на физико-химические показатели в зоне каштановых почв Волгоградской области // *Научно-агрономический журнал*, 2017. № 2 (101). С. 36–38.
- [12] Михин Д.В. Микроклимат и биопродуктивность сельскохозяйственных культур в системе лесных полос // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, 2013. № 4(39). С. 309–313.
- [13] Назарова М.В. Ветрозащитная эффективность модульных лесных полос // *Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: Материалы I Междунар. науч.-практ. Интернет-конф., посвященной 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия»*. Солонное Займище: Изд-во ФГБНУ ПНИИАЗ, 2016. С. 973–976.
- [14] Овечко Н.Н., Рулева О.В. Особенности биопродуктивности подсолнечника в зоне влияния лесных полос // *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*, 2018. № 5. С. 25–29.
- [15] Танюкевич В.В., Рулев А.С., Бородычев В.В., Тюрин С.В., Хмелева Д.В., Кваша А.А. Продуктивность и природоохранная роль ползащитных лесонасаждений *Robinia pseudoacacia* L. Прикубанской равнины // *ИВУЗ Лесной журнал*, 2020. № 6. С. 88–97. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-88-97

- [16] Турусов В.И., Чевердин Ю.И., Беспалов В.А., Титова Т.В. Изменения физических свойств черноземов сегрегационных в агролесоландшафтах Центрального Черноземья // ИВУЗ Лесной журнал, 2020. № 4. С. 95–112. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-4-95-112
- [17] Узолин А.И., Кулик А.В. Эффективность защитных лесных полос в формировании и перераспределении снежного покрова на водосборах // Изв. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, 2018. № 2 (50). С. 100–106.
- [18] Rybashlykova L.P., Lepesko V.V. Assessment of Natural and Forest Reclaimed Forage Lands in Semi-Desert Conditions in Southern Russia // ИВУЗ Лесной журнал, 2021. № 3. С. 37–48. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-37-48
- [19] Алиев И.Н. Быстрорастущие породы на техногенных землях центральной части северного Кавказа // ИВУЗ Лесной журнал, 2011. № 5. С. 15–19.
- [20] Ковылин Н.В., Ковылина О.П., Сухенко Н.В. Особенности взаимоотношения древостоя и напочвенного покрова в искусственных фитоценозах *Populus Balsamifera L.* и *Populus Nigra L.* // ИВУЗ Лесной журнал, 2016. № 3. С. 31–41. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.3.31
- [21] Кретинин В.М., Кошелев А.В., Онищенко М.Б. Плодородие лесомелиорированных почв агролесоландшафта «Ачикулакский» Нефтекумского района Ставропольского края // Научно-агрономический журнал, 2018. № 2. С. 21–23.
- [22] Кузина Е.В. Влияние способов основной обработки почвы в сочетании с удобрениями на содержание основных элементов минерального питания // Пермский аграрный вестник, 2018. № 3 (23). С. 66–71.
- [23] Манаенков А.С., Корнеева Е.А. Почвозащитная эффективность лесной мелиорации на склоновых землях юга европейской территории России // Вестник Российской сельскохозяйственной науки, 2016. № 1. С. 24–27.
- [24] Новикова Н.М., Новикова А.Ф., Конюшкова М.В., Церенов Н.М. Трансформация солонцовых комплексов Ергенинской возвышенности в искусственных лесных насаждениях // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий, 2011. № 1. С. 63–74.
- [25] Сауткина М.Ю., Чевердин Ю.И. Микробиологическая оценка состояния почвенного покрова агролесомелиоративных ландшафтов Каменной Степи // ИВУЗ Лесной журнал, 2019. № 6. С. 62–78. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.62
- [26] Сиземская М.Л., Быков А.В., Колесников А.В., Костин М.В., Кулакова Н.Ю., Сапанов М.К. Результаты и перспективы изучения защитных лесных насаждений в аридных регионах Европейской территории России // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2019. № 4 (44). С. 92–101. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.4.92
- [27] Сиземская М.Л., Елекешева М.М., Сапанов М.К. Формирование лесных биогеоценозов на нарушенных землях Северного Прикаспия // Поволжский экологический журнал, 2020. № 1. С. 86–98. DOI: 10.35885/1684-7318-2020-1-86-98

Сведения об авторах

Сарычев Александр Николаевич — канд. с.-х. наук, декан Агротехнологического факультета, доцент кафедры «Растениеводство, селекция и семеноводство», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», zeit1@yandex.ru

Костин Максим Валериевич — канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. Лаборатории аридного лесоразведения, ФГБУН Институт лесоведения РАН (ИЛАН РАН), mwkostin@yandex.ru

Плескачев Юрий Николаевич — д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр., руководитель научного направления по земледелию, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», pleskachiov@yandex.ru

Поступила в редакцию 09.06.2021.

Принята к публикации 15.09.2021.

PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS AND TREATMENT METHODS INFLUENCE ON AGROPHYSICAL PROPERTIES OF CHESTNUT SOIL AND AGRICULTURAL YIELD

A.N. Sarychev¹, M.V. Kostin², Yu.N. Pleskachev³

¹Volgograd State Agricultural University, Department of Agriculture and Agrochemistry, 26, Universitetsky av., 400002, Volgograd, Russia

²Institute of Forest Science Russian Academy of Sciences, 21, Sovetskaya st., 140030, Uspenskoe, Moscow reg., Russia

³Federal Research Center «Nemchinovka», 6, Agrochemists st., 143026, Novoivanovskoye, Moscow reg., Russia

zeit1@yandex.ru

The article presents the results of many years research on the complex effect of basic tillage and shelterbelts methods on the content of macroelements in the soil, the conditions of water supply and the formation of the spring barley yield on zonal light-chestnut soils.

Keywords: chestnut soil, food regime, water regime, shelterbelt, soil cultivation technology

Suggested citation: Sarychev A.N., Kostin M.V., Pleskachev Yu.N. *Vliyanie zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy i priemov obrabotki pochvy na agrofizicheskie svoystva kashtanovykh pochv i urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Protective forest plantations and treatment methods influence on agrophysical properties of chestnut soil and agricultural yield]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 63–70.

DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-63-70

References

- [1] Krivosheeva E.D., Nekhoroshova N.V., Sukharev A.A., Metlina G.V. *Dinamika sodержaniya osnovnykh elementov pitaniya i urozhaynost' v posevakh myagkoy ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot osnovnogo sposoba obrabotki pochvy* [Dynamics of the contents of the main elements of nutrition and productivity of winter soft wheat depending on the primary method of tillage]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain Economy of Russia], 2016, no. 5 pp. 62–67.
- [2] Medvedev I.F. Nazarov V.A., Gubarev D.I., Zholin N.M., Derevyagin S.S. *Izmenenie agrofizicheskikh i agrokhimicheskikh svoystv chernozema yuzhnogo pri razlichnykh sposobakh osnovnoy obrabotki pochvy* [Change of agrophysical and agrochemical properties of chernozem south in different ways of primary tillage]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], 2017, no. 2, pp. 14–19. DOI: 10.28983/asj.v0i2.24
- [3] Pleskachev Yu.N., Borisenko I.B., Misyuryaev V.Yu., Koshcheev I.A. *Innovatsionnye sposoby obrabotki pochv pri vozdeleyanii yachmenya* [Innovative tillage practices for barley growing]. *Plodorodie* [Fertility], 2012, no. 6, pp. 18–19.
- [4] Belkov G.I., Maksyuta N.A. *Sokhraneniye i povysheniye plodorodiya pochv v sovremennykh usloviyakh Orenburgskoy oblasti* [Preservation and improvement of soil fertility in modern conditions of the Orenburg region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University], 2014, no. 6 (50), pp. 8–10.
- [5] Belyakov A.M., Vasiliev Yu.I., Turko S.Yu., Nazarova M.V. *Pyl'nyye buri v Volgogradskoy oblasti, ikh proyavleniye i bor'ba s nimi* [Dust storms in the Volgograd region, their manifestation and fight against them]. *Niva Povolzhya*, 2019, no. 2 (51), pp. 2–8.
- [6] Belyakov A.M., Sarychev A.N. *Proyavleniya deflyatsii pochv v usloviyakh Volgogradskoy oblasti* [Manifestations of soil deflation in the Volgograd region]. *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya: materialy I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy Internet-konferentsii, posvyashchennoy 25-letiyu FGBNU «Prikaspiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut aridnogo zemledeliya»* [Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational environmental management: materials of the I International scientific and practical Internet conference dedicated to the 25th anniversary of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture], 2016, pp. 721–727.
- [7] Rulev A.S., Belyakov A.M., Sarychev A.N. *Issledovanie proyavleniya deflyatsii pochv v usloviyakh volgogradskoy oblasti* [Soil deflation occurrence research in volgograd region conditions]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education], 2016, no. 2 (42), pp. 101–107.
- [8] Bakirov N.Zh., Khamzaev A.Kh., Novitskiy Z.B. *Lesnye nasazhdeniya na osushennom dne Aral'skogo morya* [Forest Plantations on the Drained Bottom of the Aral Sea]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2020, no. 2, pp. 51–59. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-2-51-59
- [9] Barabanov A.T. *Nauchnye osnovy protiverozionnoy melioratsii* [Scientific basis of anti-erosive melioration]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education], 2018, no. 2 (50), pp. 23–30.
- [10] Ivanov D.A., Kovalev N.G., Antsiferova O.N., Karaseva O.V. *Vliyanie landshaftnykh usloviy na strukturu urozhaya yachmenya* [Influence of landscape on the structure of barley harvest]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2014, no. 1, pp. 10–13
- [11] Koshelev A.V. *Vliyaniye lesnykh polos na fiziko-khimicheskiye pokazateli v zone kashtanovykh pochv Volgogradskoy oblasti* [Influence of forest belts on physical and chemical indicators in the zone of chestnut soils of the Volgograd region]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific agronomic journal], 2017, no. 2 (101), pp. 36–38.
- [12] Mikhin D.V. *Mikroklimat i bioproduktivnost' sel'khozkul'tur v sisteme lesnykh polos* [Microclimate and crops bioproductivity in tree belt areas system]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Voronezh State Agrarian University], 2013, no. 4(39), pp. 309–313.

- [13] Nazarova M.V. *Vetrozashchitnaya effektivnost' modul'nykh lesnykh polos* [Wind protection efficiency of modular forest belts]. *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya: materialy I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy Internet-konferentsii, posvyashchennoy 25-letiyu FGbNU «Prikaspiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut aridnogo zemledeliya»* [Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational environmental management: materials of the I International scientific and practical Internet conference dedicated to the 25th anniversary of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture], 2016, pp. 973–976.
- [14] Ovechko N.N., Ruleva O.V. *Osobennosti bioproduktivnosti podsolnechnika v zone vliyaniya lesnykh polos* [Features of sunflower bioproductivity in influence zone of forest belts]. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Russian agricultural science], 2018, no. 5, pp. 25–29.
- [15] Tanyukevich V.V., Rulev A.S., Borodychev V.V., Tyurin S.V., Khmeleva D.V., Kvasha A.A. *Produktivnost' i prirodookhranaya rol' polezashchitnykh lesonasazhdeniy Robinia pseudoacacia L. Prikubanskoj ravniny* [Productivity and Environmental Role of Forest Shelterbelts of Robinia pseudoacacia L. of the Kuban Lowland]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2020, no. 6, pp. 88–97. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-88-97
- [16] Turusov V.I., Cheverdin Yu.I., Bepalov V.A., Titova T.V. *Izmeneniya fizicheskikh svoystv chernozemov segregatsionnykh v agrolesolandshaftakh Tsentral'nogo Chernozem'ya* [Changes in the Physical Properties of Segregational Chernozems in Agroforest Landscapes of the Central Chernozem Region]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2020, no. 4, pp. 95–112. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-4-95-112
- [17] Uzoln A.I., Kulik A.V. *Effektivnost' zashchitnykh lesnykh polos v formirovani i pereraspredelenii snezhnogo pokrova na vodosborakh* [Efficiency of protective forest belts in formation and redistribution of snow cover at watersheds]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bulletin of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education], 2018, no. 2 (50), pp. 100–106.
- [18] Rybashlykova L.P., Lepesko V.V. *Assessment of Natural and Forest Reclaimed Forage Lands in Semi-Desert Conditions in Southern Russia* [Assessment of Natural and Forest Reclaimed Forage Lands in Semi-Desert Conditions in Southern Russia]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2021, no. 3, pp. 37–48. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-37-48
- [19] Aliev I.N. *Bystrorastushchie porody na tekhnogennykh zemlyakh tsentral'noy chasti severnogo Kavkaza* [Fast-growing Species on Technogenic Soil of Northern Caucasus Central Part]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2011, no. 5, pp. 15–19.
- [20] Kovylin N.V., Kovylyna O.P., Sukhenko N.V. *Osobennosti vzaimootnosheniya drevostoya i napochvennogo pokrova v iskusstvennykh fitosenozakh Populus Balsamifera L. i Populus Nigra L.* [Relation Features of Forest Stands and Ground Vegetation in Artificial Phytocenosis of Populus Balsamifera L. and Populus Nigra L.]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2016, no. 3, pp. 31–41. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.3.31
- [21] Kretinin V.M., Koshelev A.V., Onishchenko M.B. *Plodorodiye lesomeliorirovannykh pochv agrolesolandshafta «Achikulakskiy» Neftekumskogo rayona Stavropol'skogo kraja* [Fertility of the forest reclaimed soils of the agroforestry landscape «Achikulakskiy» of the Neftekumsky region of the Stavropol Territory]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific-agronomic journal], 2018, no. 2, pp. 21–23.
- [22] Kuzina E.V. *Vliyaniye sposobov osnovnoy obrabotki pochvy v sochetanii s udobreniyami na sodержание osnovnykh elementov mineral'nogo pitaniya* [Influence of basic methods of soil tillage with an application of fertilizers on the content of main mineral nutrients]. *Permskiy agrarnyy vestnik* [Perm Agrarian Journal], 2018, no. 3 (23), pp. 66–71.
- [23] Manaenkov A.S., Korneeva E.A. *Pochvozashchitnaya effektivnost' lesnoy melioratsii na sklonovykh zemlyakh yuga evropeyskoy territorii Rossii* [Soil protection efficiency of forest amelioration on slope lands in the south of European area of Russia]. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Vestnik of the Russian agricultural sciences], 2016, no. 1, pp. 24–27.
- [24] Novikova N.M., Novikova A.F., Konyushkova M.V., Tserenov N.M. *Transformatsiya solonetznykh kompleksov Ergeninskoj vozvysheynosti v iskusstvennykh lesnykh nasazhdeniyakh* [Transformation of solonetz complexes of the Ergeny Hills in artificial forest]. *Vestnik Instituta kompleksnykh issledovaniy aridnykh territoriy* [Bulletin of the Institute for Comprehensive Research of Arid Areas], 2011, no. 1, pp. 63–74.
- [25] Sautkina M.Yu., Cheverdin Yu.I. *Mikrobiologicheskaya otsenka sostoyaniya pochvennogo pokrova agrolesomeliorativnykh landshaftov Kamennoy Stepi* [Microbiological Analysis of the Soil Cover of the Kamennaya Steppe Agroforestry Landscapes]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2019, no. 6, pp. 62–78. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.62
- [26] Sizemskaya M.L., Bykov A.V., Kolesnikov A.V., Kostin M.V., Kulakova N.Yu., Sapanov M.K. *Rezultaty i perspektivy izucheniya zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy v aridnykh regionakh Evropeyskoj territorii Rossii* [Results and Prospects for the Study of Protective Forest Stands in the Arid Zones of European Russia]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* [Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature management], 2019, no. 4 (44), pp. 92–101. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.4.80
- [27] Sizemskaya M.L., Elekesheva M.M., Sapanov M.K. *Formirovaniye lesnykh biogeotsenozov na narushennykh zemlyakh Severnogo Prikaspiya* [Formation of Forest Biogeocenoses on Disturbed Lands of the Northern Caspian Region]. *Povolzhskiy J. of Ecology* [Povolzhskiy Ecological J.], 2020, no. 1, pp. 86–98. DOI: 10.35885/1684-7318-2020-1-86-98

Authors' information

Sarychev Aleksandr Nikolaevich — Cand. Sci. (Agriculture), Dean of the Agrotechnological Faculty, Associate Professor of the Department of Plant Breeding, Breeding and Seed Production, Volgograd state Agrarian University, zeit1@yandex.ru

Kostin Maksim Valerievich — Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Laboratory of Arid Afforestation, Head of Arshan-Zelmenskiy Station, Institute of Forest Science, RAS, mwkostin@yandex.ru

Pleskachev Yuriy Nikolaevich — Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Head of scientific direction in agriculture, Federal research center «Nemchinovka», pleskachiov@yandex.ru

Received 09.06.2021.

Accepted for publication 15.09.2021.

МОНИТОРИНГ САНИТАРНОГО И ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОГО ФОНДА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Бутока, Л.Н. Скрыпник

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, 236041, Россия, Калининградская обл., г. Калининград, ул. А. Невского, д. 14

stas-ek@mail.ru

Приведены данные мониторинга санитарно-лесопатологического состояния лесного фонда Калининградской обл. Рассмотрено влияние на санитарно-лесопатологическое состояние насаждений таких основных факторов (за период с 2017 по 2019 гг.) как лесные пожары, неблагоприятные погодные и почвенно-климатические условия, распределение очагов вредителей и болезней леса, а также антропогенные и непатогенные факторы. Проанализирована их угроза лесным насаждениям. Выделены основные причины гибели насаждений лесного фонда Калининградской обл. — негативные погодные и почвенно-климатические условия (65 % от общей поврежденной площади) и болезни леса. Представлены результаты распределения площадей лесного фонда с установленными ослаблением и гибелью насаждений, распределением очагов вредителей и болезней. Определен основной вид насекомого-вредителя — короед-типограф (*Ips typographus*). Зафиксировано отсутствие насекомых — вредителей леса, занесенных в Красные книги Российской Федерации и Калининградской обл., и отнесенных к карантинным видам. Проанализированы воздействия негативных факторов, вызывающих ослабление (усыхание) насаждений лесного фонда Калининградской обл., рекомендуется проведение лесопатологического мониторинга, санитарно-оздоровительных мероприятий, выполнение мелиоративных работ, усиление контроля за сроками и качеством проведения лесозащитных мероприятий, и в особенности санитарных рубок, со стороны органа исполнительной власти субъекта и подведомственных ему учреждений.

Ключевые слова: мониторинг санитарно-лесопатологического состояния, лесные пожары, погодные и почвенно-климатические факторы, очаги вредителей и болезней леса, антропогенные факторы, непатогенные факторы

Ссылка для цитирования: Бутока С.В., Скрыпник Л.Н. Мониторинг санитарного и лесопатологического состояния лесного фонда Калининградской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 71–78. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-71-78

Повышение жизнеспособности лесов является важной целью управления экосистемами [1]. Леса занимают огромные территории — от boreальных до тропических широт [2–4], и выполняют важные экосистемные функции — формируют биогеохимические циклы [5, 6], среду обитания диких животных и участвуют в экономике стран, выполняя рекреационную и лесохозяйственную функцию [7, 8]. Без жизнеспособных лесов человечество и животный мир попали бы в критическое положение [9, 10]. Следовательно, понимание и своевременное устранение угроз лесным ресурсам имеет большое социально-экономическое, эстетическое и природоохранное значение [11]. Для поддержания, восстановления и сохранения жизнеспособности и устойчивости лесов необходимо собирать информацию о санитарном и лесопатологическом состоянии лесов. Воздействие биотических и абиотических факторов на леса усиливают современные проблемы, в частности изменение климата. Последнее может привести к увеличению темпов роста лесных насаждений и изменить продуктивность лесных экосистем, что повлияет на характер видового распределения, уровень смертности видов и их взаимодействие [12]. В результате произойдет усиление негативного воздействия комплекса таких неблагоприятных факторов, как лесные пожары, погодные и почвенно-климатические

условия, распределение очагов вредителей и болезней леса, антропогенное влияние и др. [13–15]. Важной причиной изменений природной среды является распределение очагов насекомых вредителей [16] и связанные с ними вспышки инфекционных болезней деревьев [17, 18]. Это приводит к потере лесных площадей [19]. Таким образом, в настоящее время оценка негативного воздействия глобальных изменений на жизнеспособность лесов приобретает актуальность и требует проведения научных исследований в данной области [20–25].

Цель работы

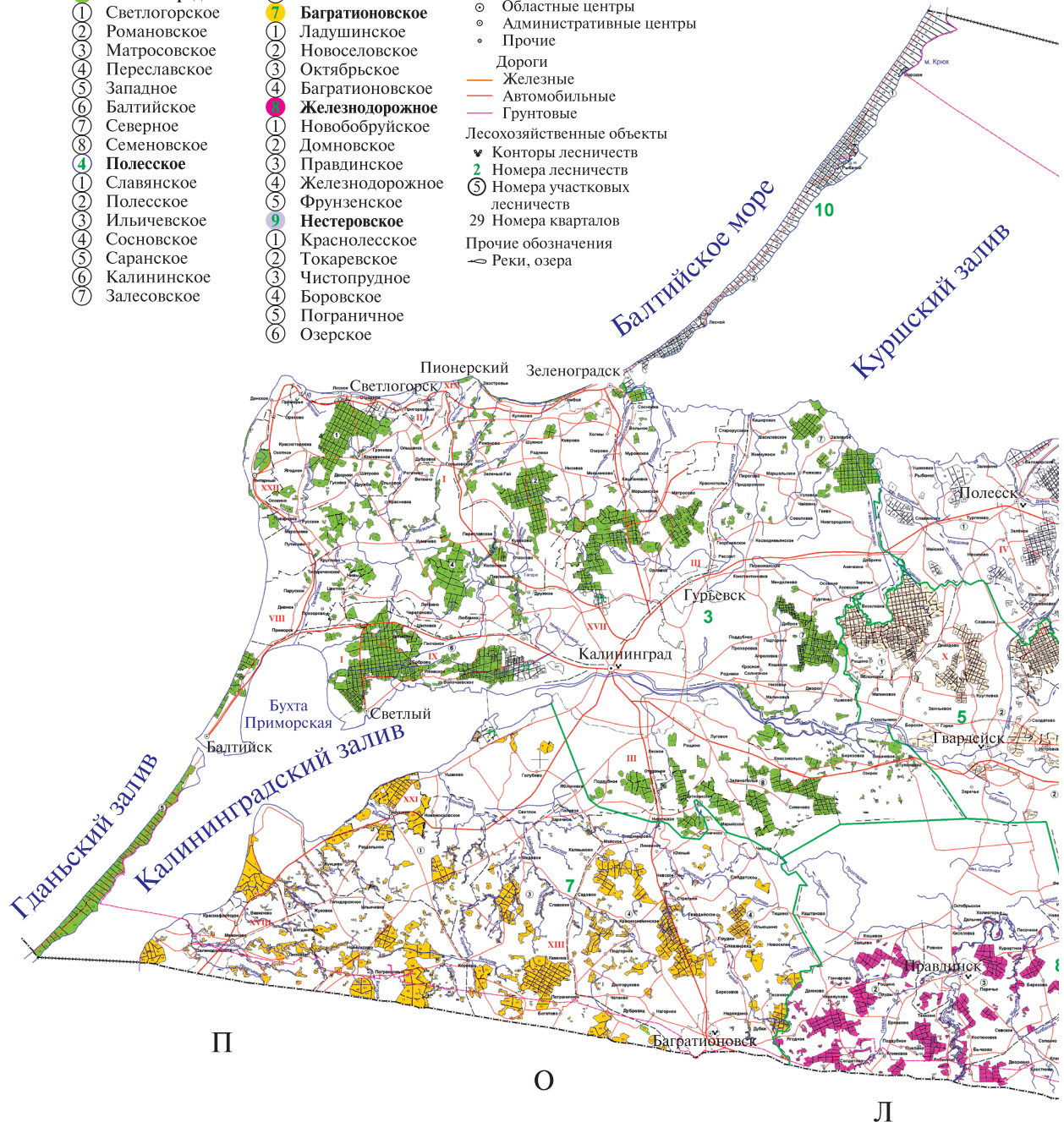
Цель работы — изучение санитарного и лесопатологического состояния насаждений и определение угрозы лесному фонду Калининградской обл.

Материалы и методы

Материалом для настоящего исследования послужили данные, полученные в ходе полевых работ в период с 2017 по 2019 гг. в лесном фонде Калининградской обл., который в настоящее время составляет 270,6 тыс. га, в том числе лесопокрытая площадь — 236,5 тыс. га, лесистость — 18,7 % [26]. В ходе полевых работ была заложена биоиндикационная сеть постоянных пунктов регистрации по лесничествам с учетом основных страт (рис. 1).

Наименование лесничеств и участковых лесничеств

- | | | |
|--------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 1 Славское | 5 Гвардейское | Ⓐ – Национальный парк «Куршская коса» |
| 1 Ясновское | 1 Первомайское | Ⓜ – Городские леса |
| 2 Заповеденское | 2 Гвардейское | Условные обозначения |
| 3 Славское | 3 Новодеревенское | Границы |
| 4 Моховое | 4 Придорожное | ----- Государственные |
| 5 Большаковское | 6 Черняховское | — Облестей |
| 2 Краснознаменское | 1 Каменское | ----- Муниципальных образований |
| 1 Неманское | 2 Гремячское | — Лесничеств |
| 2 Верхне-Неманское | 3 Краснополяное | --- Участковых лесничеств |
| 3 Подгородненское | 4 Двуреченское | ----- Городских земель |
| 4 Мичуринское | 5 Бережковское | — Прочих земель |
| 5 Краснознаменское | 6 Нагорное | ----- Приграничная зона |
| 3 Калининградское | 7 Майское | Населенные пункты |
| 1 Светлогорское | 7 Багратионовское | ○ Областные центры |
| 2 Романовское | 1 Ладусинское | ○ Административные центры |
| 3 Матросовское | 2 Новоселовское | • Прочие |
| 4 Переславское | 3 Октябрьское | Дороги |
| 5 Западное | 4 Багратионовское | — Железные |
| 6 Балтийское | 8 Железнодорожное | — Автомобильные |
| 7 Северное | 1 Новобобруйское | — Грунтовые |
| 8 Семеновское | 2 Домновское | Лесохозяйственные объекты |
| 4 Полесское | 3 Правдинское | ▼ Конторы лесничеств |
| 1 Славянское | 4 Железнодорожное | 2 Номера лесничеств |
| 2 Полесское | 5 Фрунзенское | 5 Номера участковых лесничеств |
| 3 Ильичевское | 9 Нестеровское | 29 Номера кварталов |
| 4 Сосновское | 1 Краснолесское | Прочие обозначения |
| 5 Саранское | 2 Токаревское | → Реки, озера |
| 6 Калининское | 3 Чистопрудное | |
| 7 Залесовское | 4 Боровское | |
| | 5 Пограничное | |
| | 6 Озерское | |



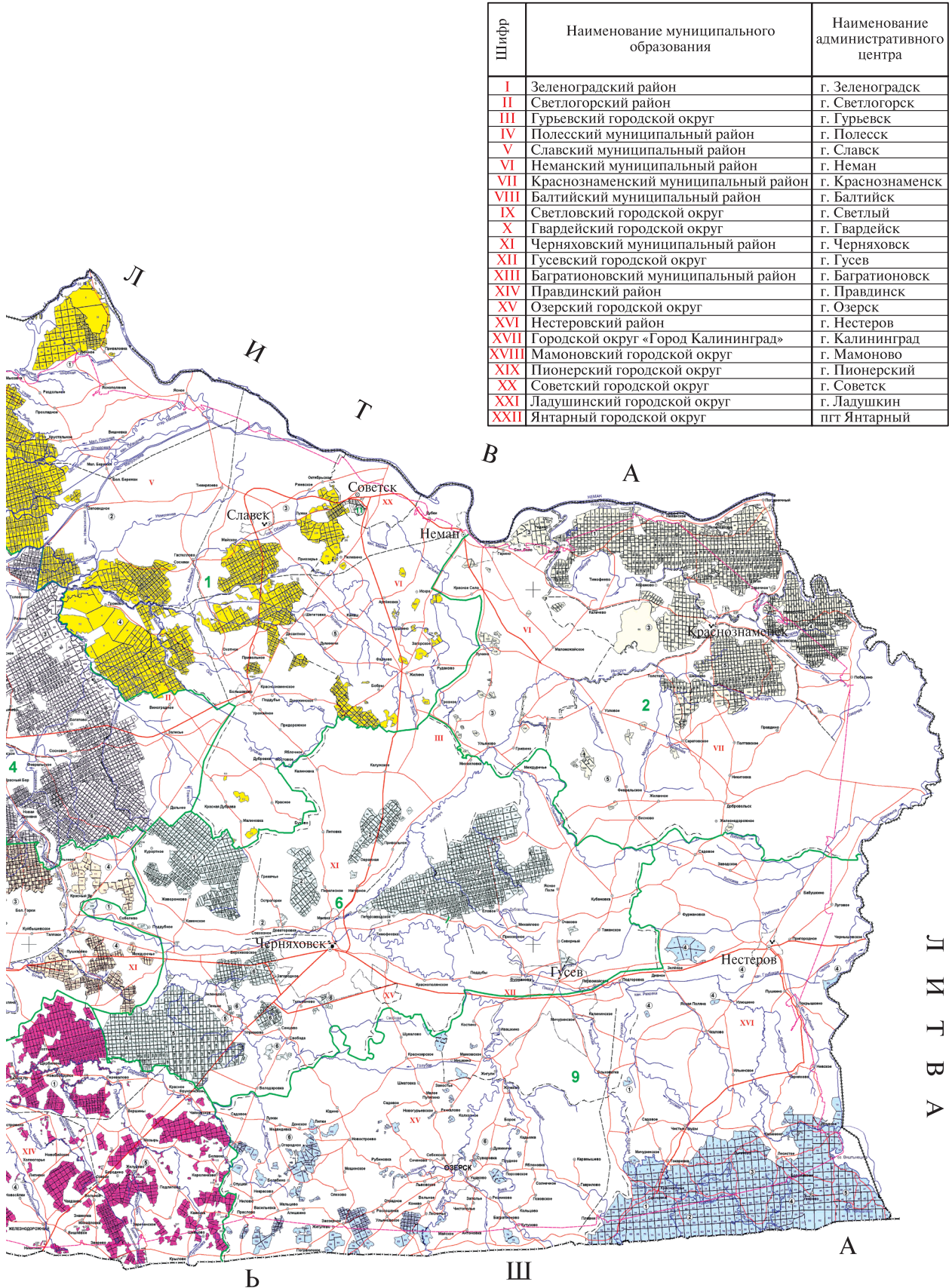


Рис. 1. Карта-схема административного деления территории Калининградской области с указанием лесничеств
 Fig. 1. Schematic map of the administrative division of the Kaliningrad region, indicating the forestry

При оценке санитарного и лесопатологического состояния использовали методику организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-FOREST (Методика ЕЭК ООН) [27].

Полевые работы по мониторингу лесов проводили во второй половине лета (июле–августе) до начала опадения и осеннего пожелтения листвы. Определяли место нахождения постоянного пункта учета (ППУ), его привязку и закладку. Постоянный пункт учета находился в центре пересечения координат биоиндикаторной сети. Привязку фиксировали на учетной карточке, на которой указаны азимут и расстояние до центра ППУ. Учетные деревья подбирали по шесть живых деревьев 1-го яруса I–III классов развития по Крафту. На каждой ППУ оценке подлежали 24 дерева. Маркировку учетных деревьев проводили на высоте 1,5 м с помощью красной масляной краски. Обмер и детальное описание характеристик учетных деревьев, а именно географические координаты, породу дерева, высоту, возраст и т. д., осуществляли по методике, представленной в работе [27]. Оценка состояния крон учетных деревьев проводили путем определения их степени дефолиации (потери хвои или листвы) и степени дехромации (изменение цвета — пожелтение, побурение). Дехромацию и дефолиацию обуславливают многие факторы, в частности загрязнение воздуха, недостаток питательных элементов в почве, энтомологические повреждения, болезни, ранние или поздние заморозки, продолжительные засухи и др. Оценка дехромации проводили по признакам пожелтения или побурения ассимиляционного аппарата деревьев, вызываемым разнообразными причинами (загазованностью воздуха, нарушением режима питания, вредителями, грибными болезнями, старением хвои или листвы и некоторыми другими), и подсчитывали количество текущего отпада. В соответствии с действующими правилами санитарной безопасности в лесах определяли категорию состояния дерева [27].

Результаты и обсуждение

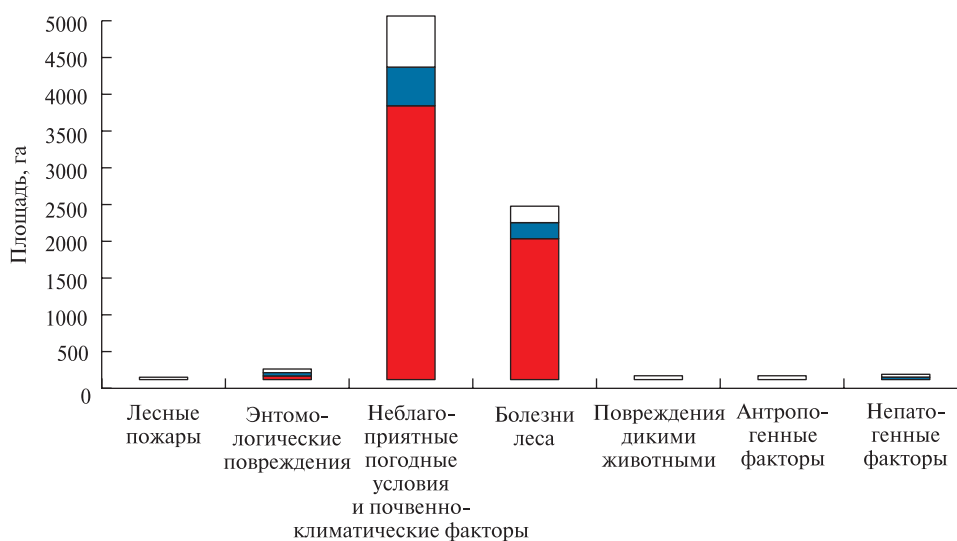
Проведение мониторинга санитарного и лесопатологического состояния лесного фонда позволило установить, что особенности климатического и гидрологического режимов, и некоторые неблагоприятные факторы оказали негативное влияние на насаждения лесного фонда Калининградской обл.

По представленным данным (рис. 2) видно, что за период наблюдений 2017–2019 гг. был зарегистрирован максимум причин, уменьшающих устойчивость насаждений. Исключение составили повреждения дикими животными, не

выявленные в качестве причины гибели и ослабления лесных насаждений ни в один из годов исследования. При этом лесные пожары как одна из основных причин гибели леса в центральных регионах России на исследованных территориях не были зарегистрированы.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшие площади с поврежденными насаждениями обусловлены негативным влиянием погодных условий и почвенно-климатических факторов, которые послужили основной их причиной по сравнению с другими факторами за весь период наблюдений. В 2017 г. поврежденные насаждения заняли площадь 3722,6 га (65 % общей поврежденной площади), в 2018 г. — 524,9 га (66 %), в 2019 — 684,2 га (67 % общей поврежденной площади). Большое значение в этом отношении имели болезни леса, зачастую развивающиеся вследствие чрезмерного переувлажнения лесных участков, чему способствовали погодные условия и неполноценно функционирующая мелиоративная системы региона. Изменение гидрологического режима привело к повреждению лесных насаждений на внушительных площадях.

Проведенный мониторинг позволил установить резкое снижение — в 3,5 раза в 2018 г. и в 3 раза в 2019 г. по сравнению с 2017 г. — повреждений лесных насаждений в связи с погодными условиями и почвенно-климатическими факторами. Аналогичная тенденция зафиксирована и в отношении повреждений, вызванных болезнями леса. Хотя в процентном соотношении эти факторы оставались ведущими на протяжении всего периода исследований и в целом стали причинами ослабления и гибели лесных насаждений на 90 % площадей. Такие данные связаны также с географическим положением и климатическими условиями Калининградской обл., т. е. с колебанием уровня грунтовых вод и воздействием шквалистых и ураганных ветров, наносящими наибольший урон насаждениям региона. Повреждения насаждений вследствие колебания уровня грунтовых вод в Калининградской обл., охватывают подавляющее большинство площадей, поскольку существенные подтопления — это естественный ежегодный фактор природного переувлажнения почвенного покрова, зачастую находящегося ниже уровня моря, на пойменных землях с неэффективно функционирующей мелиоративной системой. Основное влияние шквалистых и ураганных ветров характерно для насаждений лесного фонда, расположенных на холмисто-возвышенных участках рассматриваемой территории. Постоянные подтопления почв способствуют развитию гнилевых заболеваний у насаждений, а влиянию корневых и стволовых гнилей подвержены практически все породы.



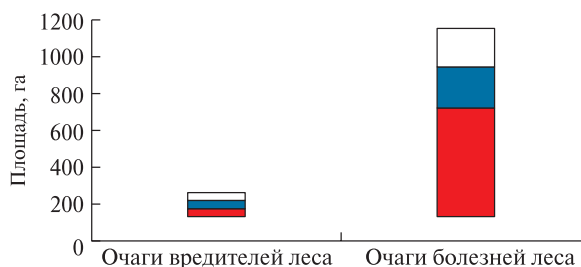
□ 2019	8,2	45,2	684,2	211,6	0,0	12,8	47,9
■ 2018	0,0	41,4	524,9	213,1	0,0	0,0	14,0
■ 2017	0,0	39,3	3722,6	1922,4	0,0	0,0	0,0

Рис. 2. Распределение площадей (га) лесного фонда по причинам ослабления и гибели за 2017–2019 гг.

Fig. 2. Distribution of forested areas due to weakening and death for 2017–2019

Кроме того, энтомологическое повреждение, непатогенные и антропогенные факторы также оказали некоторое негативное влияние на насаждения лесного фонда области, хотя площади такого повреждения не превысили 10 % общей площади всех поврежденных насаждений в 2019 г.

В последнее время отмечается сильное пагубное влияние на санитарное состояние древостоя Калининградской обл. болезней леса (рис. 3), которые были широко распространены в течение всего периода наблюдений. Лесопатологическое состояние идентифицировалось по факторам и признакам, определяющим возникновение вспышек массового размножения насекомых-вредителей. Оптимальные климатические условия для их развития и наличие кормовой базы для них, прежде всего, связаны с ослаблением насаждений, снижением их энтомоустойчивости вследствие нарушения деятельности защитных механизмов [28]. Насекомые-вредители отличаются обширным видовым разнообразием. Однако за период наблюдений 2017–2019 гг. важнейшей по распространенности и степени нанесения ущерба была и остается группа короеда-типографа (*Ips typographus* L.). При этом другие виды насекомых-вредителей, в частности занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Калининградской области и отнесенных к карантинным видам, на территории Калининградской обл. отсутствовали, по данным Министерства природных ресурсов и экологии Калининградской обл. Возможно, этот факт сви-



□ 2019	45,2	211,6
■ 2018	14,4	213,1
■ 2017	39,3	596,4

Рис. 3. Распределение очагов (в гектарах) повреждения лесных насаждений вследствие распространения вредителей и болезней леса

Fig. 3. Distribution of damage to forest plantations due to the spread of pests and forest diseases (in hectares)

детельствует о неблагоприятных условиях для их размножения, об отсутствии необходимой для них кормовой базы.

Исследование состояния лесов представляет собой одну из актуальных и очевидных задач для определения их жизнеспособности и сохранения ресурсного и экологического потенциала, повышения продуктивности и устойчивости древесных насаждений [29–31].

Леса имеют исключительно широкий спектр древесно-кустарниковой растительности разных лесоводственно-таксационных характеристик, ежегодно подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов абиотического и

биотического характера, что приводит к ослаблению и гибели деревьев. В насаждениях повышается отпад (патологический) и ухудшается санитарное состояние [26], поэтому для своевременного выявления и предотвращения потенциальной угрозы в дальнейшем необходимо проводить мониторинг санитарного и лесопатологического состояния насаждений [32]. Результаты исследований необходимы для управления лесами, и в более широком масштабе они помогут разработать рекомендации по экологии [33].

Выводы

Установлено, что за период наблюдений 2017–2019 гг. основными причинами ослабления (усыхания) насаждений на территории государственного лесного фонда Калининградской обл. были погодные условия, почвенно-климатические факторы и болезни леса, а также энтомологическая причина — наличие основного стволового вредителя — короеда-типографа (*Ips typographus* L.). Максимальная площадь с поврежденными и погибшими насаждениями, очагами вредителей и болезней леса в регионе зарегистрирована в 2017 г. При этом зафиксировано снижение площадей с насаждениями, утратившими устойчивость к 2019 г.

Список литературы

- [1] Edmonds R.L., Agee J.K., Gara R.I. Forest Health and Protection. New York, USA: McGraw-Hill, 2000, 630 p.
- [2] Gauthier S., Bernier P., Kuuluvainen T., Shvidenko A.Z., Schepaschenko D.G. Boreal forest health and global change // Science, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 819–822.
- [3] Lewis S.L., Edwards D.P., Galbraith D. Increasing human dominance of tropical forests // Science, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 827–832.
- [4] Millar C.I., Stephenson, N.L. Temperate forest health in an era of emerging megadisturbance // Science, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 823–826.
- [5] Canadell J.G., Raupach M.R. Managing forests for climate change mitigation // Science, 2008, v. 320, pp. 1456–1457.
- [6] Streck C., Scholz S.M. The role of forests in global climate change: Whence we come and where we go // International Affairs, 2006, v. 82(5), pp. 861–879. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2346.2006.00575.x>
- [7] Pautasso M., Schlegel M., Holdenrieder O. Forest Health in a Changing World // Microbial Ecology, 2015, v. 69(4), pp. 826–842.
- [8] Sturrock R.N., Frankel S.J., Brown A.V. Climate change and forest diseases // Plant Pathology, 2011, v. 60(1), pp. 133–149.
- [9] Ghazoul J. Forests: A Very Short Introduction. Oxford, UK: Oxford University Press, 2015, 150 p.
- [10] Le Roux D.S., Ikin K., Lindenmayer D.B. Single large or several small? Applying biogeographic principles to tree-level conservation and biodiversity offsets // Biological Conservation, 2015, v. 191, pp. 558–566.
- [11] Wingfield M.J., Brockerhoff E.G., Wingfield B.D., Slippers B. Planted forest health: The need for a global strategy // Science, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 832–836.
- [12] Boyd I.L., Freer-Smith P.H., Gilligan C.A. The consequence of tree pests and diseases for ecosystem services // Science, 2013, v. 342, p. 1235773.
- [13] Кубасов А.В., Гаврилина О.М., Гурский А.А. Общая оценка санитарного и лесопатологического состояния лесных насаждений департамента лесного хозяйства Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2010. № 3(27). С. 34–37.
- [14] Thomsen I.M. Precipitation and temperature as factors in Gremmeniella abietina epidemics // Forest Pathology, 2009, v. 39, pp. 56–72.
- [15] Woods A., Coates K.D., Hamann A. Is an unprecedented dothistroma needle blight epidemic related to climate change? // BioScience, 2005, v. 55, pp. 761–769. DOI: [10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0761:IAUDNB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0761:IAUDNB]2.0.CO;2)
- [16] Linnakoski R., Forbes K.M. Pathogens — The Hidden Face of Forest Invasions by Wood-Boring Insect Pests // Frontiers in Plant Science, 2019, no. 10, no. at. 90. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00090>
- [17] Britton K.O., Liebhold A.M. One world, many pathogens! // New Phytol, 2013, v. 197, pp. 9–10. DOI: [10.1111/nph.12053](https://doi.org/10.1111/nph.12053)
- [18] Pautasso M., Aas G., Queloz V., Holdenrieder O. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback — a conservation biology challenge // Biological Conservation, 2013, v. 158, pp. 37–49. DOI: [10.1016/j.biocon.2012.08.026](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.08.026)
- [19] Jepsen J.U., Kapari L., Hagen S.B. Rapid northwards expansion of a forest insect pest attributed to spring phenology matching with sub-Arctic birch // Global Change Biology, 2011, v. 17, pp. 2071–2083. DOI: [10.1111/j.1365-2486.2010.02370.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02370.x)
- [20] Adams H.D., Guardiola-Claramonte M., Barron-Gaord G.A., Villegas J.C., Breshears D.D., Zou C.B., Troch P.A., Huxman T.E. Temperature sensitivity of drought-induced tree mortality portends increased regional die-off under global-change-type drought // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2009, v. 106, pp. 7063–7066. DOI: [10.1073/pnas.0901438106](https://doi.org/10.1073/pnas.0901438106)
- [21] Allen C.D., Macalady A.K., Chenchoumi H., Bachelet D. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. Forest Ecology and Management, 2010, v. 259, pp. 660–684. DOI: [10.1016/j.foreco.2009.09.001](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001)
- [22] McDowell N.G., Beerling D.J., Breshears D.D., Fisher R.A., Raffa K.F., Stitt M. The interdependence of mechanisms underlying climate-driven vegetation mortality // Trends Ecol. Evol., 2011, v. 26, pp. 523–532. DOI: [10.1016/j.tree.2011.06.003](https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.06.003)
- [23] Pautasso M. Forest ecosystems and global change: The case study of Insubria // Annali di Botanica, 2013, v. 3, pp. 1–29. DOI: [10.4462/annbotm-10092](https://doi.org/10.4462/annbotm-10092)
- [24] Trumbore S., Brando P., Hartmann H. Forest health and global change // Science, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 814–818. DOI: [10.1126/science.aac6759](https://doi.org/10.1126/science.aac6759)
- [25] Ikegami M., Jenkins T.A. Estimate global risks of a forest disease under current and future climates using species distribution model and simple thermal model-pine wilt disease as a model case // For. Ecol. Manag., 2018, v. 409, pp. 343–352. DOI: [10.1016/j.foreco.2017.11.005](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.11.005)
- [26] Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Калининградской области и прогноз лесопатологической ситуации. Калининград: Филиал ФБУ «Рослесозащита» — «ЦЗЛ Калининградской области», 2019. 134 с.
- [27] Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-FOREST (Методика ЕЭК ООН). М.: Изд-во Федеральной службы лесного хозяйства России, 1995. 39 с.
- [28] László R. Researches of forestry sanitary in the region of Ivan // Eurasian Forests — Serbian Forests: Materials of the XVIII Int. Conf. of Young Scientists, dedicated to the academician Prof. Žarko Miletić (1891–1968). Belgrade: University of Belgrade Faculty of Forestry, 2019. pp. 227–228.

- [29] Дунаев А.В., Калугина С.В., Дунаева Е.Н., Коротких А.С., Курской А.Ю., Польшина М.А. Жизнеспособность дубовых древостоев юго-запада Среднерусской возвышенности, пораженных Polypogonaceae // ИВУЗ Лесной журнал, 2020. № 6. С. 22–32. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-22-32
- [30] Кищенко И.Т. Влияние климатических факторов на сезонное развитие хвойных лесобразующих видов в таежной зоне (Карелия) // ИВУЗ Лесной журнал, 2020. № 3. С. 72–82. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-72-82
- [31] Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец М.А. Прогнозирование поведения пожаров растительности // ИВУЗ Лесной журнал, 2020. № 1. С. 9–25. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-9-25
- [32] Приказ от 5 апреля 2017 года № 156 Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456058836> (дата обращения 20.12.2020).
- [33] Экологические аспекты глобального взаимодействия живых систем / под ред. М.В. Даниловой. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2020. 67 с.

Сведения об авторах

Бутока Станислав Веславович — аспирант Института живых систем, БФУ имени Иммануила Канта, stas-ek@mail.ru

Скряпник Любовь Николаевна — канд. биол. наук, доцент Института живых систем, БФУ имени Иммануила Канта, LSkrypnik@kantiana.ru

Поступила в редакцию 01.07.2021.

Принята к публикации 20.10.2021.

SANITARY AND FOREST HEALTH MONITORING OF FORESTED AREA IN KALININGRAD REGION

S.V. Butoka, L.N. Skrypnik

IKBFUI Kant, 14, A. Nevsky st., 236041, Kaliningrad, Kaliningrad reg., Russia

stas-ek@mail.ru

The data on the sanitary and forest health of monitoring of the forested area in the Kaliningrad region are presented. The influence of the main factors on the sanitary and forest health of plantations for the period from 2017 to 2019 is considered, considering forest fires, unfavorable weather and soil-climatic conditions, the foci of pests and diseases, as well as anthropogenic and non-pathogenic factors. Their threat to forest plantations is analyzed. The main reasons for the forest plantations death in the Kaliningrad region are highlighted, they are negative weather and soil-climatic conditions (65 % of the total damaged area) as well as diseases. The study results of the forested areas with the established weakening and dying, the distribution of foci of pests and diseases are presented. The main insect pest, i.e. typographer bark beetle (*Ips typographus*), has been determined. The absence of insects as forest pests, listed in the Red Data Books of the Russian Federation and the Kaliningrad Region, and classified as quarantine pests, was recorded. The impact of negative factors causing the weakening (drying out) of forest plantations in the Kaliningrad region has been analyzed, it is recommended to conduct forest health monitoring, sanitary and recreational activities, perform reclamation work, strengthen control over the timing and quality of forest protection measures, and sanitary cuttings in particular, by the authority executive power of the subject and its subordinate institutions.

Keywords: sanitary and forest health monitoring, forest fires, weather and soil-climatic factors, foci of forest pests and diseases, anthropogenic factors, non-pathogenic factors

Suggested citation: Butoka S.V., Skrypnik L.N. *Monitoring sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesnogo fonda Kaliningradskoy oblasti* [Sanitary and forest health monitoring of forested area in Kaliningrad region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 71–78. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-71-78

References

- [1] Edmonds R.L., Agee J.K., Gara R.I. *Forest Health and Protection*. New York, USA: McGraw-Hill, 2000, 630 p.
- [2] Gauthier S., Bernier P., Kuuluvainen T., Shvidenko A.Z., Schepaschenko D.G. Boreal forest health and global change. *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 819–822.
- [3] Lewis S.L., Edwards D.P., Galbraith D. Increasing human dominance of tropical forests. *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 827–832.
- [4] Millar C.I., Stephenson, N.L. Temperate forest health in an era of emerging megadisturbance. *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 823–826.
- [5] Canadell J.G., Raupach M.R. Managing forests for climate change mitigation. *Science*, 2008, v. 320, pp. 1456–1457.
- [6] Streck C., Scholz S.M. The role of forests in global climate change: Whence we come and where we go. *International Affairs*, 2006, v. 82(5), pp. 861–879. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2346.2006.00575.x>
- [7] Pautasso M., Schlegel M., Holdenrieder O. Forest Health in a Changing World. *Microbial Ecology*, 2015, v. 69(4), pp. 826–842.
- [8] Sturrock R.N., Frankel S.J., Brown A.V. Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*, 2011, v. 60(1), pp. 133–149.
- [9] Ghazoul J. *Forests: A Very Short Introduction*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2015, 150 p.
- [10] Le Roux D.S., Ikin K., Lindenmayer D.B. Single large or several small? Applying biogeographic principles to tree-level conservation and biodiversity offsets. *Biological Conservation*, 2015, v. 191, pp. 558–566.

- [11] Wingfield M.J., Brockerhoff E.G., Wingfield B.D., Slippers B. Planted forest health: The need for a global strategy. *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 832–836.
- [12] Boyd I.L., Freer-Smith P.H., Gilligan C.A. The consequence of tree pests and diseases for ecosystem services. *Science*, 2013, v. 342, p. 1235773.
- [13] Kubasov A.V., Gavrilina O.M., Gurskiy A.A. *Obshchaya otsenka sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesnykh nasazhdeniy departamenta lesnogo khozyaystva Orenburgskoy oblasti* [General assessment of the sanitary and forest pathological state of forest plantations of the Department of Forestry of the Orenburg Region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University], 2010, no. 3 (27), pp. 34–37.
- [14] Thomsen I.M. Precipitation and temperature as factors in Gremmeniellaabietina epidemics. *Forest Pathology*, 2009, v. 39, pp. 56–72.
- [15] Woods A., Coates K.D., Hamann A. Is an unprecedented dothistroma needle blight epidemic related to climate change?. *BioScience*, 2005, v. 55, pp. 761–769. DOI:10.1641/0006-3568(2005)055[0761:IAUDNB]2.0.CO;2
- [16] Linnakoski R., Forbes K.M. Pathogens — The Hidden Face of Forest Invasions by Wood-Boring Insect Pests. *Frontiers in Plant Science*, 2019, no. 10, no. at. 90. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00090>
- [17] Britton K.O., Liebhold A.M. One world, many pathogens!. *New Phytol*, 2013, v. 197, pp. 9–10. DOI: 10.1111/nph.12053
- [18] Pautasso M., Aas G., Quelo V., Holdenrieder O. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback — a conservation biology challenge. *Biological Conservation*, 2013, v. 158, pp. 37–49. DOI:10.1016/j.biocon.2012.08.026
- [19] Jepsen J.U., Kapari L., Hagen S.B. Rapid northwards expansion of a forest insect pest attributed to spring phenology matching with sub-Arctic birch. *Global Change Biology*, 2011, v. 17, pp. 2071–2083. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02370.x
- [20] Adams H.D., Guardiola-Claramonte M., Barron-Gaord G.A., Villegas J.C., Breshears D.D., Zou C.B., Troch P.A., Huxman T. E. Temperature sensitivity of drought-induced tree mortality portends increased regional die-off under global-change-type drought. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2009, v. 106, pp. 7063–7066. DOI: 10.1073/pnas.0901438106
- [21] Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 2010, v. 259, pp. 660–684. DOI:10.1016/j.foreco.2009.09.001
- [22] McDowell N., Beerling D.J., Breshears D.D., Fisher R.A., Raffa K.F., Stitt M. The interdependence of mechanisms underlying climate-driven vegetation mortality. *Trends Ecol. Evol.*, 2011, v. 26, pp. 523–532. DOI: 10.1016/j.tree.2011.06.003
- [23] Pautasso M. Forest ecosystems and global change: The case study of Insubria. *Annali di Botanica*, 2013, v. 3, pp. 1–29. DOI:10.4462/annbotm-10092
- [24] Trumbore S., Brando P., Hartmann H. Forest health and global change. *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 814–818. DOI: 10.1126/science.aac6759
- [25] Ikegami M., Jenkins T.A. Estimate global risks of a forest disease under current and future climates using species distribution model and simple thermal model—pine wilt disease as a model case. *For. Ecol. Manag.*, 2018, v. 409, pp. 343–352. DOI:10.1016/j.foreco.2017.11.005
- [26] *Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov Kaliningradskoy oblasti i prognoz lesopatologicheskoy situatsii* [Review of the sanitary and forest pathological state of the forests of the Kaliningrad region and the forecast of the forest pathological situation]. Kaliningrad: Branch of FBU «Roslesozashchita» — «Central Protection Center of the Kaliningrad Region», 2019, 134 p.
- [27] *Metodika organizatsii i provedeniya rabot po monitoringu lesov evropeyskoy chasti Rossii po programme ICP-FOREST (Metodika EEK OON)* [Methodology for organizing and conducting work on monitoring forests in the European part of Russia under the ICP-FOREST program (UNECE Methodology)]. Moscow: Federal Forestry Service of Russia, 1995, 39 p.
- [28] László R. Researches of forestry sanitary in the region of Ivan // Eurasian Forests — Serbian Forests: Materials of the XVIII International Conference of Young Scientists, dedicated to the academician Prof. Žarko Miletić (1891–1968). Belgrade: University of Belgrade Faculty of Forestry, 2019, pp. 227–228.
- [29] Dunaev A.V., Kalugina S.V., Dunaeva E.N., Korotkikh A.S., Kurskoy A.Yu., Pol'shina M.A. *Zhiznesposobnost' dubovykh drevostoev yugo-zapada Crednerusskoy vozvyshenosti, porazhennykh Polyporaceae* [Viability of oak stands in the south-west of the Central Russian Upland, affected by Polyporaceae]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2020, no. 6, pp. 22–32. DOI: 10.37482 / 0536-1036-2020-6-22-32
- [30] Kishchenko I.T. *Vliyaniye klimaticheskikh faktorov na sezonnoe razvitiye khvoynykh lesoobrazuyushchikh vidov v taezhnoy zone (Kareliya)* [The influence of climatic factors on the seasonal development of coniferous forest-forming species in the taiga zone (Karelia)]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2020, no. 3, pp. 72–82. DOI: 10.37482 / 0536-1036-2020-3-72-82
- [31] Volokitina A.V., Sofronova T.M., Korets M.A. *Prognozirovaniye povedeniya pozharov rastitel'nosti* [Forecasting the behavior of vegetation fires]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2020, no. 1, pp. 9–25. DOI: 10.37482 / 0536-1036-2020-1-9-25
- [32] *Prikaz ot 5 aprelya 2017 goda № 156 Ob utverzhdenii Poryadka osushchestvleniya gosudarstvennogo lesopatologicheskogo monitoringa* [Order of April 5, 2017 No. 156 On approval of the Procedure for the implementation of state forest pathological monitoring]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/456058836> (accessed 20.12.2020)
- [33] *Ekologicheskie aspekty global'nogo vzaimodeystviya zhivykh sistem* [Environmental aspects of the global interaction of living systems]. Ed. M.V. Danilova. Kaliningrad: IKBFU Publishing House I. Kant, 2020, 67 p.

Authors' information

Butoka Stanislav Veslavovich — Pg. of the Institute of Living Systems, IKBFU, stas-ek@mail.ru
Skrypnik Liubov Nikolaevna — Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Institute of Living Systems, IKBFU, LSkrypnik@kantiana.ru

Received 01.07.2021.

Accepted for publication 20.10.2021.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ САНАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСНОГО ЗАКАЗНИКА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОСНИМКОВ

А.Р. Сибиркина, Л.В. Трофимова, Д.С. Лушников

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», 454001, г. Челябинск, ул. Бр. Кашириных, д. 129

sibirkina_alfira@mail.ru

Приведена информация о Санарском заказнике Челябинской обл. Предложена схема его функционального зонирования. Представлена информация о негативных факторах воздействия на ландшафты и животный мир лесных пожаров, промысловой и любительской охоты, трассы Челябинск — Магнитогорск, разделяющей территорию заказника на две части. Проведен анализ предполагаемого местообитания 10 видов позвоночных животных. Дано биологическое описание и рассмотрены особенности экологии занесенных в Красную книгу и обитающих в пределах заказника животных, в том числе один вид амфибий — сибирский углозуб (*Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870), один вид змей рода медянок семейства ужеобразных — обыкновенная медянка (*Coronella austriaca* Laurenti, 1768), четыре вида птиц: два из семейства ястребиных — степной лунь (*Circus macrourus* S.G. Gmelin, 1770) и орел могильник (*Aquila heliaca* Savigny, 1809), беркут (*Aquila chrysaetos* L., 1758) — самый крупный орел и филин (*Bubo bubo* L., 1758) из семейства совиных, два вида из отряда рукокрылые — ночница Брандта (*Myotis brandtii* Eversmann, 1845) и нетопырь лесной (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839); один вид семейства зайцеобразные — степная пищуха (*Ochotona pusilla*) и один вид из семейства тушканчиковые — большой тушканчик (*Allactaga major* Kerr, 1792). В пределах заказника выделено три функциональные зоны: зона рекреации, зона хозяйственного назначения, особо охраняемая зона. На этом основании разработана карта-схема функционального зонирования Санарского государственного природного комплексного заказника.

Ключевые слова: Санарский государственный природный комплексный заказник, зонирование территории, карта-схема функционального зонирования

Ссылка для цитирования: Сибиркина А.Р., Трофимова Л.В., Лушников Д.С. Функциональное зонирование Санарского государственного природного комплексного заказника Челябинской области методом дешифрирования аэроснимков // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 79–88. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-79-88

Санарский государственный природный комплексный заказник (далее — Заказник) был учрежден в 2008 г. на территории Троицкого района Челябинской обл., на базе ранее действующего Санарского государственного охотничьего заказника, основанного 28.04.1970 г. решением Челябинского облисполкома и закрепленного за Областным управлением охотничьего хозяйства [1, 2]. Ранее в этих же границах решением Челябинского облисполкома № 29 от 21.01.1969 г. в пределах Западно-Санарского и Восточно-Санарского лесничеств на площади в 29,5 тыс. га был организован ботанический памятник природы — Санарский бор, закрепленный за Пластовским лесхозом. Согласно физико-географическому районированию территория Заказника расположена в лесостепной зоне Уральской горной страны в пределах Санарского гранитного массива (провинция Зауральского пенеплена) в подзоне средней лесостепи [3], точнее, в наиболее южной части лесостепной зоны, вблизи границы со степной зоной. Заказник — это место осуществления мероприятий научного, культурно-просветительного, воспитательного, рекреационного и эстетического характера [4].

Автомобильная дорога Челябинск — Магнитогорск разделяет территорию Заказника на две части, оказывая при этом мощное антропогенное воздействие на ландшафты и животный мир, поскольку часто осуществляется бесконтрольный сбор населением растений и их плодов, отлов животных, занесенных в Красную книгу Челябинской области. По данным Министерства экологии Челябинской обл. на территории Заказника (кадастровое дело № 006 от 05.11.2015 г.) зонирование территории особо охраняемых природных территорий (ООПТ) отсутствует. Следовательно, возникает необходимость проведения такого зонирования для выявления местообитаний редких видов растений и животных в пределах Заказника. Следует отметить, что современные методики по функциональному зонированию ООПТ созданы для национальных и природных парков, а заказники функциональному зонированию, как правило, не подвергаются.

Цель работы

Цель работы — проведение функционального зонирования Санарского государственного комплексного природного заказника Челябинской обл. с учетом имеющихся экологических проблем.



Рис. 1. Границы заказника
Fig. 1. The reserve boundaries

Материалы и методы

Общая площадь Заказника составляет 33 923,9 га, в том числе 31 588,8 га находится в пределах Пластовского муниципального района и 2335,1 га — в пределах Троицкого муниципального района. Общая протяженность границы Заказника — 89,75 км (рис. 1).

Территория Заказника характеризуется резко континентальным климатом с суровой зимой и жарким летом. Климат формируется под влиянием Уральских гор и прилегающих к ним обширных равнинных пространств Сибири. К важным климатическим факторам, характерным для

территории Заказника и оказывающим влияние на распространение живых организмов, относятся периодически повторяющиеся засухи, небольшое количество осадков, поздние весенние заморозки, весенние суховейные ветры южных направлений, иссушающие почву [4].

Речная сеть на территории Заказника представлена верхним течением р. Санарка и ее южными притоками — р. Баланка и р. Калиновка. Некоторые небольшие речки и ручьи, в частности: Духонин Лог, р. Борознинская, р. Первая, руч. Топкий и другие впадают непосредственно в р. Уй (приток р. Тобол). Все перечисленные реки относятся к бассейну р. Тобол [3].

Фитоценотическую основу Заказника образуют сосновые леса [5], в которых древесный ярус содержит примеси березы повислой (*Betula pendula* Roth), осины (*Populus tremula* L.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.). Распространены травяные, в частности злаково-разнотравные, орляково-разнотравные и травяно-зеленомошные боры, местами встречаются брусничники и беломошники, а по наиболее сухим участкам — остепненные каменистые боры и мелкозлаковые редколесья со значительным участием степных видов в травяном ярусе, существенно реже и на небольших участках отмечаются травяно-болотные сосняки и низинно-тростниковые болота. Ковыльно-разнотравные и типчаково-разнотравные степи обнаружены в южной и юго-западной частях Заказника [6]. Лесной фонд в пределах Заказника находится в ведении Санарского лесничества областного государственного учреждения «Пластовский лесхоз» Главного управления лесами Челябинской обл. По данным кадастрового дела № 006 «Санарский государственный природный комплексный заказник», на территории ООПТ среди видов занесенных в Красную книгу Челябинской области встречаются: степная пищуха (*Ochotona pusilla*), большой тушканчик (*Allactaga major*), могильник (*Aquila heliaca*), беркут (*Aquila chrysaetos*), степной лунь (*Circus macrourus*), филин (*Bubo bubo*), сибирский углозуб (*Salamandrella keyserlingii*), обыкновенная медянка (*Coronella austriaca*), веретеница ломкая (*Anguis fragilis*), ночница Брандта (*Myotis brandtii*), аполлон обыкновенный (*Parnassius apollo*), нетопырь Нагузиуса (*Pipistrellus nathusii*), степная дыбка (*Sago pedo*), пахучий красотел (*Calosoma sycophanta*), обыкновенный светляк (*Lampyrus noctiluca*), степная дыбка (*Sago pedo*), пахучий красотел (*Calosoma sycophanta*) и др. [6].

В качестве объекта исследования были выбраны позвоночные животные, места обитания которых выделялись камеральным (визуальным) методом дешифрирования космических аэрофотоснимков [7]. Для построения карт-схем использовали программу MapInfo — геоинформационную систему, позволяющую создавать и анализировать карты территорий. На растровый снимок местности наносили границы Заказника, границы мест наибольшей рекреационной нагрузки. После этого на карту-схему наносили приблизительные границы обитания видов, которые можно выявить методом камерального дешифрирования. Используя литературные и сводные данные Красной книги Российской Федерации и Красной книги Челябинской области, был проведен анализ предполагаемого местообитания позвоночных животных на территории Заказника.

При проведении исследования использовали информацию по данным кадастрового дела № 006 «Санарский государственный природный комплексный заказник» за 2015 г.

Результаты и обсуждение

К наиболее мощному негативному фактору воздействия на Заказник, как и на многие другие лесные территории, относятся лесные пожары [8–10]. Степень природной пожарной опасности лесного массива Заказника выше среднего: около 16,5 % его территории имеет 1-й класс пожарной опасности, т. е. возможно возникновение верховых пожаров в течение всего пожароопасного периода; около 41,4 % относится ко 2-му классу пожарной опасности, т. е. возможно возникновение низовых пожаров в течение всего пожароопасного периода, а также верховых пожаров во время пожарных максимумов. На остальной территории низовые пожары возможны только в весенне-летний период. Наибольшую пожарную опасность представляют хвойные молодняки, а также участки леса, прилегающие к населенным пунктам и автодороге Челябинск — Магнитогорск. По данным Главного управления лесами Челябинской области, за пожароопасный период с апреля по октябрь 2020 г. в Пластовском лесничестве на территории Пластовского муниципального образования произошло пять пожаров на общей площади 62,68 га, в том числе 61,38 га на территории, покрытой лесом, 7,9 га — не покрытой лесом и 1,3 га на нелесной территории. Средняя площадь одного пожара составила 9,77 га.

К агрессивным факторам воздействия на природу Заказника относится промысловая и любительская охота, причем запрещена охота на лося, косулю европейскую, зайца, барсука и вальдшнепа.

Определенное негативное влияние на численность животных в Заказнике, особенно зайцев, оказывает трасса Челябинск — Магнитогорск, поскольку животные, выскакивая на дорогу, попадают под колеса проезжающих машин.

Актуальной проблемой (не только для Заказника) является сброс мусора вне специально отведенных для этого мест.

По литературным и сводным данным Красной книги Российской Федерации и Красной книги Челябинской области был проведен анализ предполагаемого местообитания позвоночных животных на территории Заказника.

К обитателям Заказника относится **сибирский углозуб** (*Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870) — это амфибия из семейства углозубые отряд хвостатые [11]. Местами обитания углозуба являются низкие места в поймах рек, прибрежные участки возле стоячих водоемов, опушки и

просеки. Важнейшим фактором для жизни икры и личинок углозуба является чистота воды. На территории Челябинской обл. углозуб встречен в водоемах вблизи березовых колков на большом расстоянии от хвойных лесов в Красноармейском районе. Углозуб весьма морозоустойчивый вид земноводных, в водоемы приходит в моменты вскрытия льда, но практически не переносит высоких температур, например взрослые особи при температуре воды +25 °С перестают питаться, а личинки углозуба погибают при прогревании воды свыше +28 °С [11]. По многолетним данным Троицкой метеостанции, средняя температура января — -17,2 °С, июля — +19,2 °С, сумма среднесуточных температур воздуха выше +10 °С составляет 1800...2100°. Среднегодовое количество осадков 353 мм. На р. Санарка и реках, впадающих в р. Уй, есть пруды, в частности оз. Санарское — наиболее благоприятное место обитания углозуба. В Санарском и Карагайском борах Челябинской обл. на опушках, в астатичных водоемах с обильной кустарниковой растительностью зафиксированы самые южные точки распространения этого вида.

На территории Заказника встречается **степной лунь** (*Circus macrourus* S.G. Gmelin, 1770) из отряда ястребообразных и рода луней. В Челябинской обл. степные луни встречаются практически на всей территории, за исключением горных районов. Численность особей определяется кормовой базой. В годы высокого обилия грызунов происходит гнездование тысяч пар луней и более, но отмечается полное отсутствие птиц в годы низкого обилия грызунов. На сегодняшний день степной лунь имеет охранный статус V категории — восстанавливающийся вид, который водится на открытых равнинах, болотах и пустошах [11; 12]. На территории Заказника степной лунь обитает по южной окраине Санарского бора. Здесь, по данным В.В. Тарасова с соавторами [13], в 4 км к северу от пос. Стрелецк было найдено гнездо, устроенное в березовом колке в зарослях вишни; 14 июня 2014 г. в нем находились четыре пуховых птенца 1–2-недельного возраста.

На территории Заказника обитает крупная хищная птица семейства ястребиных — **орел могильник** (*Aquila heliaca* Savigny, 1809), на сегодняшний день имеющий охранный статус III категории и отнесенный к редким видам. Орел могильник обитает в сосновых и смешанных лесах, на открытых пространствах, с отдельно стоящими деревьями, березовыми колками. В Челябинской обл. орел могильник был встречен преимущественно в лесостепной и степной зонах. В качестве мест для гнездовья выбирает сухие боры с преобладающим количеством высокоствольных сосен, которые окружены открытыми участками.

Гнезда, как правило, занимают много лет подряд, самое северное гнездо обнаружено в 2016 г. в Аргаяшском районе в окрестностях с. Байрамгулово. Охраняется в заповеднике «Аркаим», Санарском, Брединском, Карагайском, Уйском заказниках. Всего в области насчитывается приблизительно 60–70 гнездящихся пар орлов могильников.

Орлы могильники питаются мелкими млекопитающими (сусликами, мышами, хомяками, зайцами, ежами), птицами, (куропатками). В начале весны питаются падалью, например погибшим домашним скотом.

К лимитирующим факторам распространения можно отнести естественные факторы, в частности низкую плодовитость (половозрелость наступает только к 5 годам, в кладке появляется не более 2–3 яиц), и антропогенные факторы — вырубку деревьев, подходящих для постройки гнезд, сокращение кормовой базы, браконьерство, разрушение гнезд и др.

Места обитания орла могильника, в отличие от степного луны, приурочены к юго-восточной части Заказника, вместе с тем, по данным В.В. Тарасова и соавт. [13] были встречены 2–3 пары могильников по южной окраине санарского бора между с. Степное и пос. Черноречье.

В пределах ООПТ можно встретить **беркута** (*Aquila chrysaetos* L., 1758) — самого крупного орла, одну из наиболее известных хищных птиц семейства ястребиных. В конце XX в. беркут гнездился в Кваркенском районе у границы Оренбургской и Челябинской областей. В настоящее время гнезда беркута были зафиксированы в Уйском (региональный памятник природы с 1969 г.) и Санарском борах, в Варламовском биологическом заказнике (появился в 2008 г. в результате комплексных экологических исследований) Челябинской обл. В весенне-летние периоды птицы были обнаружены в горнолесной зоне — в долине р. Ай, на хребтах Нургуш, Уралтау, в Ильменском заповеднике; в лесостепи — на территории Троицкого заказника и Ларинского бора; в весенний и осенний — в Аршинском заказнике. Зимой беркуты встречались в Катав-Ивановском, Аргаяшском, Троицком, Кизильском районах.

На сегодняшний день беркут имеет охранный статус III категории, как редкий вид, охраняемый в Ильменском заповеднике, в заказниках — Уйском, Санарском, Варламовском, Аршинском, в национальном парке «Таганай». Всего на территории Челябинской обл. в настоящее время гнездятся приблизительно 7–10 пар, обитающих в крупных лесных массивах, которые сооружают гнезда на высоких старых деревьях и возвращаются на них из года в год.

Поскольку беркуты чувствительны к беспокойству со стороны человека, они избегают

жилых районов, поэтому места их гнездования расположены в самых труднодоступных частях Заказника — вблизи г. Голендуха в западной части области и вблизи кордона Кокорин в восточной части области. Здесь кормовая база значительно превышает район их гнездования.

В Заказнике обитает **филин** (*Bubo bubo* L., 1758) — хищная птица из семейства совиных, наиболее крупный представитель отряда совообразных. Кроме того, филины обитают в Ильменском заповеднике, в национальных парках «Зюраткуль» и «Таганай» — это в горнолесной зоне; в Уйском, Санарском, Брединском островных борах — это лесостепная и степная зоны Челябинской обл. На сегодняшний день филин имеет охранный статус III категории как редкий вид. Численность, по самым оптимистичным оценкам, не превышает 20–30 пар.

Биолого-экологические особенности распространения филина, а именно сумеречный и ночной образ жизни, не позволяют в точности определить ареал его обитания в пределах Заказника. По данным А.И. Белковского и соавт. [14], филин был причислен к гнездящимся в данном заказнике видам.

Урбанистическая и хозяйственная деятельность человека часто разрушает колонии летучих мышей, которые обычно привязаны к одному месту поселения, не исключение составляет и **ночница Брандта** (*Myotis brandtii* Eversmann, 1845) из отряда рукокрылые, семейства гладконосые, или обыкновенные летучие мыши [11; 15]. Этот вид привязан к лесным территориям, населяет преимущественно смешанные и лиственные леса, поселяясь в дуплах деревьев, за оставшей корой, охотится в лесу, в парках, над зеркалом водоемов, над прогалинами и полянами на летающих в кронах деревьев насекомых. На сегодняшний день ночница Брандта имеет охранный статус III категории как редкий вид. В Челябинской обл. обнаружена в нескольких городских округах (Карабашском, Златоустовском, Магнитогорском, Кыштымском, Озерском и Миасском) и районах (Нязепетровском, Кунашакском, Сосновском, Красноармейском, Уйском, Октябрьском, Чесменском, Кизильском, Варненском, Аргаяшском, Чебаркульском, Ашинском, Верхнеуральском, Катав-Ивановском, Саткинском, Троицком). Поскольку вид стремится обитать в пределах кормовой базы, избегая естественных врагов, места обитания захватывают территорию от ближайших населенных пунктов и до центральной части Заказника. По данным В.П. Снитко [16], 14–15.08.2001 г. в окрестностях с. Степное на р. Уй был отловлен один самец и отмечены немногочисленные пролеты *Myotis brandtii*, а 20–21.08.2006 г. в окрестностях пос. Целинный

на р. Уй единично были отмечены акустические сигналы этого вида.

К семейству гладконосых летучих мышей относится и **нетопырь лесной** (натузиус) (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839). Этот перелетный вид [17] встречается как в естественных, так и в урбанизированных местообитаниях, населяет пойменные и водораздельные леса, предпочитает опушки, разреженные и нарушенные леса. Поселяются в узких, щелевидных укрытиях, в частности в дуплах со щелевидным входом, на чердаках зданий, в полостях за наличниками и под крышами. В отличие от других летучих мышей нетопырь не висит, а сидит, спрятавшись в щели. Нетопыри предпочитают селиться рядом с человеком.

На сегодняшний день нетопырь имеет охранный статус III категории как редкий вид. В Челябинской обл. обнаружен в нескольких городских округах: Ашинском, Нязепетровском, Каслинском, Кунашакском, Сосновском, Красноармейском, Уйском, Октябрьском, Чесменском, Кизильском, Брединском, Катав-Ивановском, Кусинском, Верхнеуральском, Аргаяшском, Саткинском, Чебаркульском, Троицком районах, Златоустовском, Карабашском, Магнитогорском, Озерском, Кыштымском и Миасском. По данным В.П. Снитко [16], 23–24.05.2000 г. в окрестностях с. Степное на р. Уй поймана одна самка, 14–15.08.2001 г. там же отловлены два самца, в окрестностях пос. Целинный, по данным того же автора, 20–21.08.2006 г. на р. Уй единично были отмечены акустические сигналы этого вида.

Степная пищуха (*Ochotona pusilla*) — самое мелкое животное семейства зайцеобразных. Среда обитания для этих зверьков — участки с высокой растительностью. Чаще всего их можно встретить в кустарниковых зарослях на степных склонах. В Челябинской обл. вид отмечали у городов Магнитогорск и Верхнеуральск, в районах — Карталинском, Уйском, Варненском, Кизильском, Агаповском, Троицком, Кизильском, Брединском, Нагайбакском.

Несмотря на то, что степная пищуха в год приносит 3–4 помета по 3–13 детенышей в каждом, в настоящее время это одна из самых редких пищух Евразии. Основным лимитирующим фактором для ее размножения и распространения является хозяйственная деятельность человека, в первую очередь земледелие.

На сегодняшний день степная пищуха имеет охранный статус III категории как редкий вид. На территории Челябинской обл. охраняется в Степном лесничестве, Ильменском заповеднике и в ООПТ степной зоны [11]. На территории Заказника степная пищуха обитает в его юго-восточной части.

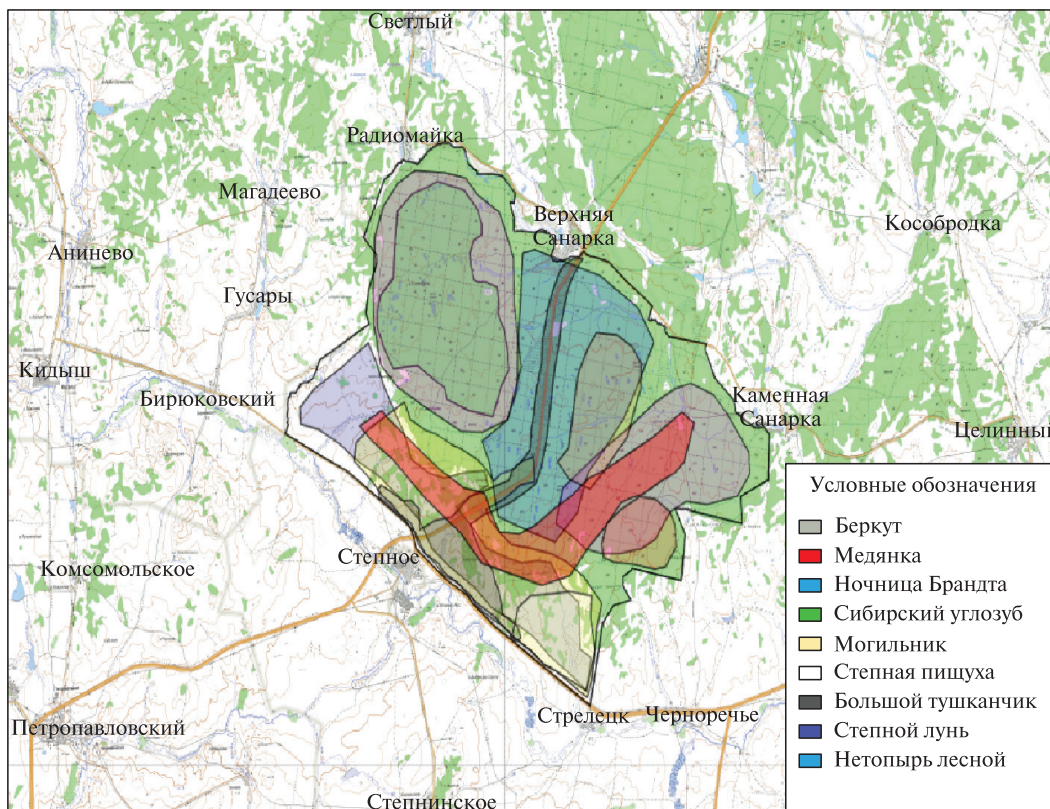


Рис. 2. Места обитания на территории Санарского заказника позвоночных животных, занесенных в Красную книгу Челябинской области

Fig. 2. Vertebrates habitats included in the Red Book of the Chelyabinsk region on the territory of the Sanarsky Reserve

Большой тушканчик (*Allactaga major* Kerr, 1792) или земляной заяц, — самый крупный представитель семейства тушканчиковые (Dipodidae). На территории Челябинской обл. еще в 1970-х гг. встречался в долине р. Урал, ареал вида по своим северным границам доходил до городов Верхнеуральска, Челябинска и Каменска-Уральского в Свердловской обл. [18].

На сегодняшний день большой тушканчик имеет охранный статус III категории как редкий вид. В качестве мест для проживания этот вид выбирает степи, лесостепи, активен в сумеречное и ночное время, живет в норах, которые роет на межах, по обочинам дорог, сторонятся перепашанных, используемых под сельскохозяйственные угодья земель. На таких территориях тушканчики не могут создать себе полноценное жилище, поэтому предпочитают зоны с твердым грунтом, роют постоянные норы глубиной до 2,5 м, имеющие несколько камер и отнорков. С ноября по март впадают в спячку, в апреле — мае самка приносит 3–4 детеныша. На территории Заказника тушканчики обитают вдоль обочин дорог и на участках с плотным грунтом.

На территории Заказника обитает вид неядовитых змей рода медянок, семейства ужеобраз-

ных обыкновенная медянка (*Coronella austriaca* Laurenti, 1768), встречается гораздо реже, чем ужи и гадюки. В Челябинской обл. вид более распространен в лесной (западной) части области, но встречается и в степной зоне.

На сегодняшний день обыкновенная медянка имеет охранный статус III категории как редкий вид. Высокая плотность популяции медянки отмечена в Саткинском районе Челябинской обл. Медянка — яйцеживородящая. В августе — сентябре самка рождает от 2 до 15 детенышей [19]. Для сохранения вида целесообразно создание ООПТ в местах наибольшей его концентрации, в частности в Ильменском заповеднике, Аршинском заказнике, на территории памятников природы Участка р. Уфа между Тимофеевым и Зайкиным камнями, горы Чека.

На территории Заказника обыкновенная медянка обитает в юго-западной и западной его части на окраине остепненных каменистых боров и в мелкозлаковых редколесьях со значительным участием степных видов в травяном ярусе.

В ходе работы с Красной книгой Челябинской области, с учетом эколого-биологических особенностей животных, были выделены места их обитания на территории заказника (рис. 2).

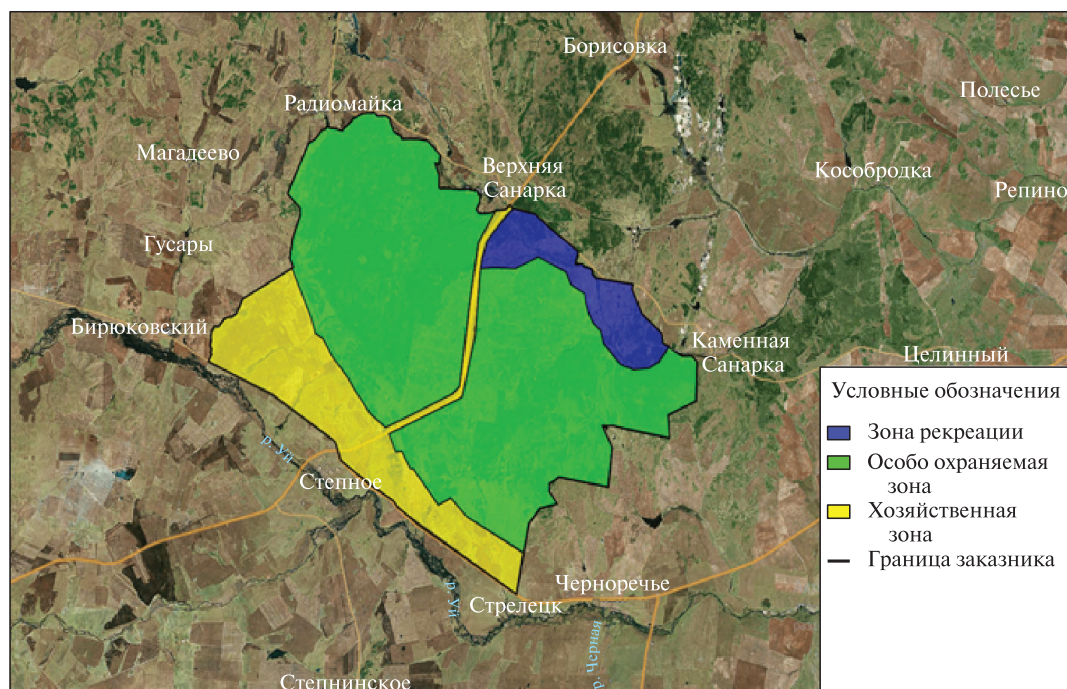


Рис. 3. Карта-схема функционального зонирования Заказника
 Fig. 3. Map-diagram of the Reserve functional zoning

Работа по картографированию территории и по определению мест обитания и учету животных, в том числе занесенных в Красную книгу, была более эффективной при использовании беспилотных летательных аппаратов, которые можно также активно использовать для обнаружения очагов пожаров, нахождении мест незаконной заготовки древесины или несанкционированных свалок [20–26].

В пределах Заказника можно выделить три функциональные зоны: 1) зону рекреации; 2) зону хозяйственного назначения; 3) особо охраняемую зону.

Границы зоны рекреации проходят вдоль двух населенных пунктов на берегах рек Санарка и Калиновка и она характеризуется ограниченной площадью мест обитания редких животных по сравнению с остальной частью ООПТ.

Границы зоны хозяйственного назначения проходят вдоль дорог и территорий, используемых в сельскохозяйственных и иных целях. В пределах хозяйственной зоны допускается проведение плановых биотехнических мероприятий, выпас сельскохозяйственных животных, катание на лошадях и сенокошение, пользование водным объектом при наличии разрешительных документов, предусмотренных действующим законодательством, иные виды хозяйственной деятельности, не противоречащие целям создания Заказника. Животные, занесенные в Красную книгу Челябинской области, обитающие в этой части заказника, ведут либо подземный образ жизни, либо располагают-

ся ближе к залесенным частям территории заказника, за границами хозяйственной зоны.

Большинство видов, обитающих в особо охраняемой зоне ООПТ, остро реагируют на антропогенное воздействие. Хозяйственная деятельность на этой части территории бора, относящегося к лесам 1-й группы (особо ценные лесные массивы, которые занимают 93 % площади), ограничена: запрещены рубки главного пользования, разрешается проведение только рубок ухода, рубок обновления, уборки захламленности, сплошных санитарных рубок. По данным кадастрового дела № 006 «Санарский государственный природный комплексный заказник» от 02.11.2015 г., на территории Заказника при участии областного государственного учреждения «Особо охраняемые природные территории Челябинской области» и по согласованию с Министерством экологии Челябинской области допускается пользование животным миром в научных, культурно-просветительных, воспитательных, рекреационных и эстетических целях при наличии соответствующих разрешений специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды. Для сохранения и увеличения численности редких и исчезающих видов рекомендуется при посещении данной зоны ограничить виды деятельности, противоречащие разрешенным.

С учетом границ расположения трех функциональных зон была разработана карта-схема функционального зонирования Заказника (рис. 3).

Выводы

1. На территории Заказника предположительно обитает 10 видов позвоночных животных, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Челябинской области. С учетом эколого-биологических особенностей редких животных, на территории Заказника достоверно были установлены места обитания 9 видов. Особенности образа жизни филина (*Bubo bubo* L., 1758) не позволили в точности определить ареал его обитания.

2. В пределах Заказника выделяются три функциональные зоны — рекреации, хозяйственного назначения, особо охраняемая, каждая из которых характеризуется различной степенью антропогенного воздействия, что отражается на размерах ареала распространения редких животных.

3. На территории особо охраняемой зоны заказника необходимо усилить контроль за ограничением любых видов деятельности.

Список литературы

- [1] Потапова Н.А., Назырова Р.И., Забелина Н.М., Исаева-Петрова Л.С., Коротков В.Н., Очагов Д.М. Сводный список особо охраняемых природных территорий Российской Федерации (справочник) / отв. ред. Д.М. Очагов. Ч. II. М.: Изд-во ВНИИприроды, 2006. 364 с.
- [2] Постановление Правительства Челябинской области от 20.03.2008 г. № 65-П «О Санарском государственном природном комплексном заказнике Челябинской области». URL: <https://docs.cntd.ru/document/819044372> (дата обращения 02.12.2020).
- [3] Челябинская область. Атлас / под ред. проф. В.В. Лятушина. Челябинск: Абрис, 2010. 32 с.
- [4] Кадильников И.П. Физико-географическое районирование Южного Урала // Тр. МОИП (Московского общества испытателей природы), 1966. Т. XVIII. С. 107–120.
- [5] Санарский государственный природный комплексный заказник. URL: http://www.oopt174.ru/htmlpages/Show/sanarskii_zak (дата обращения 02.12.2020).
- [6] Санарский государственный природный комплексный заказник. Государственный кадастр ООПТ. URL: <http://mineco174.ru/htmlpages/Show/Osoboohranяаемыeprirodnyeterri/Gosudarstvennyjkadastr> (дата обращения 02.12.2020).
- [7] Лабутина И.А., Балдина Е.А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. Проект ПРООН/ГЭФ/МКИ «Сохранение биоразнообразия в российской части Алтае-Саянского экорегиона». М.: Изд-во Всемирного фонда дикой природы (WWF России), 2011. 88 с.
- [8] Котельников Р.В., Мартынюк А.А. Показатель для оценки эффективности организации охраны лесов от пожаров // ИВУЗ Лесной журнал, 2021. № 2. С. 213–222. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-2-213-222
- [9] Иванов В.П., Марченко С.И., Нартов Д.И. Противопожарная профилактика лесных объектов // ИВУЗ Лесной журнал, 2019. № 3. С. 43–54. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.3.43.
- [10] Коровин Г.Н., Андреев Н.А. Авиационная охрана лесов. М.: Агропромиздат, 1988. 223 с.
- [11] Красная книга Челябинской области. Животные. Растения. Грибы. Министерство экологии Челябинской области. Областное государственное учреждение «Особо охраняемые природные территории Челябинской области». М.: Изд-во Товарищества научных изданий КМК, 2017. 504 с.
- [12] Птицы Средней Азии: справочник-определитель: в 2 т. Т. 1 / под ред. В.К. Рябицева. М.: Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2019. 392 с.
- [13] Тарасов, В.В., Гашек, В.А., Звигинцев, С.Е. К фауне птиц южной лесостепи Челябинской области // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири, 2014. Вып. 19. С. 142–153.
- [14] Белковский А.И., Захаров В.Д., Исакова Н.А., Лагунов А.В., Вейсберг Е.И. Санарский природный комплексный заказник // Государственные природные заказники Челябинской области / под ред. Лагунова А.В. Екатеринбург: Медиа-холдинг «Уральский Рабочий», 2008. Ч. 1. С. 59–67.
- [15] Захаров В.Д. Птицы Южного Урала (видовой состав, распространение, численность). Екатеринбург; Миасс: Ильменский государственный заповедник им. В.И. Ленина Уральского отделения РАН, 2006. 228 с.
- [16] Снитко В.П. Фауна рукокрылых (Mammalia, Chiroptera) Южного Урала: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2004. 25 с.
- [17] Снитко В.П., Снитко Л.В. Рукокрылые (*Chiroptera, Vespertilionidae*) Южного Урала (Челябинская область) // Зоологический журнал, 2017. Т. 96. № 3. С. 320–349.
- [18] Шенброт Г.И., Соколов В.Е., Гептнер В.Г., Ковальская Ю.М. Млекопитающие России и сопредельных регионов. Тушканчикообразные. М.: Наука, 1995. 572 с.
- [19] Красная книга Оренбургской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Воронеж: Мир, 2019. 488 с.
- [20] Коптев С.В., Скуднева О.В. О возможностях применения беспилотных летательных аппаратов в лесохозяйственной практике // ИВУЗ Лесной журнал, 2018. № 1. С. 130–138. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.130
- [21] Алексеенко Н.А. Методические вопросы картографического обеспечения деятельности особо охраняемых природных территорий России // Вестник Московского университета Сер. 5. География, 2014. № 1. С. 52–57.
- [22] Васильев А.С., Лукашевич В.М., Шегельман И.Р., Суханов Ю.В. Новый способ отвода лесосек // Инженерный вестник Дона, 2015. № 2-2(36). С. 85.
- [23] Dmitriev E.V., Kozoderov V.V., Dementyev A.O., Safonova A.N. Combining Classifiers in the Problem of Thematic Processing of Hyperspectral Aerospace Images // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing, 2018, v. 54 (3), pp. 213–221.
- [24] Сечин А.Ю., Дракин М.А., Киселева А.С. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. Ч. 2. URL: <http://www.racurs.ru> (дата обращения: 10.05.2021).
- [25] Скуднева О.В. Беспилотные летательные аппараты в системе лесного хозяйства России // ИВУЗ Лесной журнал, 2014. № 6. С. 150–154.
- [26] Скуднева О.В. Прошлое и будущее беспилотных летательных аппаратов. Вопросы навигации // Строительная наука — XXI век: теория, образование, практика, инновации Северо-Арктическому региону: Сб. тр. VII Междунар. науч.-техн. конф., Архангельск, 28–30 июня 2016 г. Архангельск: Агентство рекламы РАД, 2016. С. 298–302.

Сведения об авторах

Сибиркина Альфира Равильевна — д-р биол. наук, доцент, декан факультета экологии ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», sibirkina_alfira@mail.ru

Трофимова Любовь Валентиновна — канд. биол. наук, доцент факультета экологии ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», ecol.nature@csu.ru

Лушников Денис Сергеевич — студент факультета экологии ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», ecol.nature@csu.ru

Поступила в редакцию 12.06.2021.

Принята к публикации 20.10.2021.

FUNCTIONAL ZONING OF SANARSKY STATE NATURE COMPLEX RESERVE IN CHELYABINSK REGION BY AIR PHOTO INTERPRETATION

A.R. Sibirkina, L.V. Trofimova, D.S. Lushnikov

Chelyabinsk State University, 129, Br. Kashirin's st., 454001, Chelyabinsk, Chelyabinsk reg., Russia

sibirkina_alfira@mail.ru

The article provides data on the Sanarsky nature reserve in the Chelyabinsk region. A map-diagram for the functional zoning of the reserve is proposed. It provides the information on the negative factors affecting the reserve such as forest fires, commercial and hobby hunting, the Chelyabinsk — Magnitogorsk motorway which divides the territory of the reserve into two parts. The analysis of the probable habitat of 10 vertebrate species has been carried out. The article presents a biological description and ecology features of animals listed in the Red Book and living on the territory of the reserve, including one species of amphibians — Siberian salamander (*Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870), one species of snakes of the genus Copperheads, the family of snakes — smooth snake (*Coronella austriaca* Laurenti, 1768), four species of birds, two of the hawk family — the Pale Harrier (*Circus macrourus* SG Gmelin, 1770) and the Imperial Eagle (*Aquila heliaca* Savigny, 1809), the Golden Eagle (*Aquila chrysaetos* L., 1758) — the largest eagle and the Owl (*Bubo bubo* L., 1758) from the owl family; two species from the order bats — Brandt's Moth (*Myotis brandtii* Eversmann, 1845) and Woodbat (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839); one species of the Lagomorph family — the Steppe pika (*Ochotona pusilla*) and one species from the Jerboa family — the Great Jerboa (*Allactaga major* Kerr, 1792). It has been established that within the reserve three functional zones can be distinguished such as a recreation zone, an economic zone, a specially protected zone. On this basis, a map-diagram of the functional zoning of the Sanarsky State Nature Complex Reserve has been developed.

Keywords: Sanarsky State Nature Complex Reserve, zoning of the territory, air photographs interpretation, map-diagram of functional zoning

Suggested citation: Sibirkina A.R., Trofimova L.V., Lushnikov D.S. *Funktsional'noe zonirovaniye Sanarskogo gosudarstvennogo prirodnogo kompleksnogo zakaznika Chelyabinskoy oblasti metodom deshifirovaniya aerosnimkov* [Functional zoning of the Sanarsky State Nature Complex Reserve of the Chelyabinsk region by the method of decoding aerial photographs]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 79–88. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-79-88

References

- [1] Potapova N.A., Nazyrova R.I., Zabelina N.M., Isaeva-Petrova L.S., Korotkov V.N., Ochagov D.M. *Svodnyy spisok osobo okhranyaemykh prirodnikh territoriy Rossiyskoy Federatsii (spravochnik)* [Consolidated list of specially protected natural areas of the Russian Federation (reference book)]. Ed. D.M. Ochagov. Part II. Moscow: VNIIPrirody, 2006, 364 p.
- [2] *Postanovlenie Pravitel'stva Chelyabinskoy oblasti ot 20.03.2008 g. № 65-P «O Sanarskom gosudarstvennom prirodnom kompleksnom zakaznike Chelyabinskoy oblasti»* [Decree of the Government of the Chelyabinsk region of 20.03.2008 No. 65-P «On the Sanarsky state natural complex nature reserve of the Chelyabinsk region». Available at: <https://docs.cntd.ru/document/819044372> (accessed 02.12.2020).
- [3] *Chelyabinskaya oblast'. Atlas* [Chelyabinsk region. Atlas]. Ed. V.V. Latyushina. Chelyabinsk: Abris, 2010, 32 p.
- [4] Kadir'nikov I.P. *Fiziko-geograficheskoe rayonirovaniye Yuzhnogo Urala* [Physical and geographical regionalization of the Southern Urals]. *Trudy MOIP* [Proceedings of MOIP], 1966, t. XVIII, pp. 107–120.
- [5] *Sanarskiy gosudarstvennyy prirodnyy kompleksnyy zakaznik* [Sanar State Natural Complex Reserve]. Available at: http://www.oopt174.ru/htmlpages/Show/sanarskii_zak (accessed 02.12.2020).
- [6] *Sanarskiy gosudarstvennyy prirodnyy kompleksnyy zakaznik* Gosudarstvennyy kadastr OOPT [Sanar State Natural Complex Reserve. State cadastre of OOPT]. Available at: <http://mineco174.ru/htmlpages/Show/Osobookhranyaemyeprirodneterri/Gosudarstvennyjkadastr> (accessed 02.12.2020).
- [7] Labutina I.A., Baldina E.A. *Ispol'zovanie dannykh distantsionnogo zondirovaniya dlya monitoringa ekosistem OOPT. Proekt PROON/GEF/MKI «Sokhraneniye bioraznoobraziya v rossiyskoy chasti Altae-Sayanskogo ekoregiona»* [Use of remote sensing data for monitoring ecosystems of protected areas. UNDP. GEF. ICI project «Biodiversity Conservation in the Russian Part of the Altai-Sayan Ecoregion». Moscow: World Wildlife Fund (WWF Russia), 2011, 88 p.

- [8] Kotel'nikov R.V., Martynyuk A.A. *Pokazatel' dlya otsenki effektivnosti organizatsii okhrany lesov ot pozharov* [Indicator for assessing the effectiveness of organizing forest protection from fires]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2021, no. 2, pp. 213–222. DOI: 10.37482 / 0536-1036-2021-2-213-222
- [9] Ivanov V.P., Marchenko S.I., Nartov D.I. *Protivopozharnaya profilaktika lesnykh ob'ektov* [Fire prevention of forest facilities]. *IVUZ Lesnoy Zhurnal*, 2019, no. 3, pp. 43–54. DOI: 10.17238 / issn0536-1036.2019.3.43
- [10] Korovin G.N., Andreev N.A. *Aviatsionnaya okhrana lesov* [Aviation protection of forests]. Moscow: Agropromizdat, 1988, 223 p.
- [11] *Krasnaya kniga Chelyabinskoy oblasti. Zhivotnye. Rasteniya. Griby. Ministerstvo ekologii Chelyabinskoy oblasti. Oblastnoe gosudarstvennoe uchrezhdenie «Osobo okhranyaemye prirodnye territorii Chelyabinskoy oblasti»* [Red Data Book of the Chelyabinsk Region. Animals. Plants. Mushrooms. Ministry of Ecology of the Chelyabinsk Region. Regional State Institution «Specially Protected Natural Territories of the Chelyabinsk Region»]. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2017, 504 p.
- [12] *Ptitsy Sredney Azii: spravochnik-opredelitel'* [Birds of Central Asia: a reference guide]. In 2 vol., v. 1. Ed. VC. Ryabitseva. Moscow; Yekaterinburg: Cabinet Scientist, 2019, 392 p.
- [13] Tarasov, V.V., Gashek, V.A., Zvigintsev, S.E. *K faune ptits yuzhnoy lesostepi Chelyabinskoy oblasti* [On the bird fauna of the southern forest-steppe of the Chelyabinsk region]. *Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoy Sibiri* [Materials for the distribution of birds in the Urals, in the Urals and Western Siberia], 2014, v. 19, pp. 142–153.
- [14] Belkovskiy A.I., Zakharov V.D., Isakova N.A., Lagunov A.V., Veysberg E.I. *Sanarskiy prirodnyy kompleksnyy zakaznik* [Sanarsky nature complex reserve]. *Gosudarstvennye prirodnye zakazniki Chelyabinskoy oblasti* [State natural reserves of the Chelyabinsk region]. Ed. A.V. Lagunova Yekaterinburg: Media-holding «Uralsky Rabochiy», 2008, part 1, pp. 59–67.
- [15] Zakharov V.D. *Ptitsy Yuzhnogo Urala (vidovoy sostav, rasprostraneniye, chislennost')* [Birds of the Southern Urals (species composition, distribution, abundance)]. Ekaterinburg; Miass: IGZ UB RAS, 2006, 228 p.
- [16] Snit'ko V.P. *Fauna rukokrylykh (Mammalia, Chiroptera) Yuzhnogo Urala* [Fauna of bats (Mammalia, Chiroptera) of the Southern Urals]. Dis. ... Cand. Sci. (Biol.). Ekaterinburg, 2004, 25 p.
- [17] Snit'ko V.P., Snit'ko L.V. *Rukokrylye (Chiroptera, Vespertilionidae) Yuzhnogo Urala (Chelyabinskaya oblast')* [Bats (Chiroptera, Vespertilionidae) of the Southern Urals (Chelyabinsk Region)]. *Zoologicheskii zhurnal* [Zoological Journal], 2017, v. 96, no. 3, pp. 320–349.
- [18] Shenbrot G.I., Sokolov V.E., Geptner V.G., Koval'skaya Yu.M. *Mlekopitayushchie Rossii i sopredel'nykh regionov. Tushkanchikoobraznye* [Mammals of Russia and adjacent regions. Jerboa]. Moscow: Nauka, 1995, 572 p.
- [19] *Krasnaya kniga Orenburgskoy oblasti: Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy zhivotnykh, rasteniy i gribov* [Red Data Book of the Orenburg Region: Rare and endangered species of animals, plants and fungi]. Voronezh: Mir, 2019, 488 p.
- [20] Koptev S.V., Skudneva O.V. *O vozmozhnostyakh primeneniya bespilotnykh letatel'nykh apparatov v lesokhozyaystvennoy praktike* [On the possibilities of using unmanned aerial vehicles in forestry practice]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2018, no. 1, pp. 130–138. DOI: 10.17238 / issn0536-1036.2018.1.130
- [21] Alekseenko N.A. *Metodicheskie voprosy kartograficheskogo obespecheniya deyatel'nosti osobo okhranyaemykh prirodnnykh territoriy Rossii* [Methodological issues of cartographic support of the activities of specially protected natural territories of Russia]. *Vestnik MGU. Ser. 5. Geografiya* [Vestnik MGU. Ser. 5. Geography], 2014, no. 1, pp. 52–57.
- [22] Vasil'ev A.S., Lukashevich V.M., Shegel'man I.R., Sukhanov Yu.V. *Novyy sposob otvoda lesosek* [A new way of allotting felling areas]. *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2015, no. 2-2 (36), p. 85.
- [23] Dmitriev E.V., Kozoderov V.V., Dementyev A.O., Safonova A.N. *Combining Classifiers in the Problem of Thematic Processing of Hyperspectral Aerospace Images* [Combining Classifiers in the Problem of Thematic Processing of Hyperspectral Aerospace Images]. *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing* [Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing], 2018, v. 54 (3), pp. 213–221.
- [24] Sechin A.Yu., Drakin M.A., Kiseleva A.S. *Bespilotnyy letatel'nyy apparat: primeneniye v tselyakh aerofotos'emki dlya kartografirovaniya* [Unmanned aerial vehicle: aerial photography application for mapping]. Part 2. Available at: <http://www.racurs.ru> (accessed 10.05.2021).
- [25] Skudneva O.V. *Bespilotnye letatel'nye apparaty v sisteme lesnogo khozyaystva Rossii* [Unmanned aerial vehicles in the forestry system of Russia]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2014, no. 6, pp. 150–154.
- [26] Skudneva O.V. *Proshloe i budushchee bespilotnykh letatel'nykh apparatov. Voprosy navigatsii* [The past and the future of unmanned aerial vehicles. Navigation issues]. *Stroitel'naya nauka — XXI vek: teoriya, obrazovanie, praktika, innovatsii Severo-Arkticheskomu regionu: sb. tr. VII mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., Arkhangel'sk, 28–30 iyunya 2016 g* [Building science — XXI century: theory, education, practice, innovation for the North-Arctic region: collection of articles. tr. VII int. scientific and technical Conf.], Arkhangel'sk, June 28–30, 2016. Arkhangel'sk: Advertising Agency of the AHRF, 2016, pp. 298–302.

Authors' information

Sibirskina Al'fira Ravil'evna — Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Dean of the Faculty of Ecology of the Federal State Budgetary Educational Institution Chelyabinsk State University, sibirskina_alfira@mail.ru

Trofimova Lyubov Valentinovna — Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Faculty of Ecology of the Federal State Budgetary Educational Institution Chelyabinsk State University, ecol.nature@csu.ru

Lushnikov Denis Sergeevich — Student of the Faculty of Ecology of the Federal State Budgetary Educational Institution Chelyabinsk State University, ecol.nature@csu.ru

Received 12.06.2021.

Accepted for publication 20.10.2021.

ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ ВЕРШИННОГО КОРОЕДА И СВЯЗАННОЙ С НЕЙ УГРОЗЫ ОСЛАБЛЕНИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

А.А. Соболев¹, У.С. Шипинская²

¹ФБУ «Российский центр защиты леса», 141207, Московская обл., г. Пушкино, ул. Надсоновская, д. 13

²МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

aasobolev@live.ru

Приведены данные о развитии популяций вершинного короеда в сосновых насаждениях Центральной России за 2020 г. Зафиксировано формирование благоприятных погодных условий для развития этого вредителя в некоторых регионах, которое положительно повлияло на успешное развитие популяции насекомого в насаждениях, в частности во Псковской, Владимирской, Московской, Брянской, Липецкой, и Рязанских областях. В отдельных областях выявлена средняя и слабая угроза распространения короеда. Проанализировано влияние метеорологических условий на летнюю активность насекомого и вероятность образования очагов массового размножения от погодных особенностей 2020 г. Результаты проведенных работ легли в основу подготовки прогноза санитарного и лесопатологического состояния лесов. Рекомендовано использовать материалы статьи для определения оптимального периода проведения мероприятий по защите сосновых насаждений от вершинного короеда. **Ключевые слова:** вершинный короед, феромонные ловушки, очаги массового размножения, стволовые вредители, анализ погоды

Ссылка для цитирования: Соболев А.А., Шипинская У.С. Оценка численности популяции вершинного короеда и связанной с ней угрозы ослабления сосновых насаждений Центральной России // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 89–97. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-89-97

Вершинный короед *Ips acuminatus* Gyll. (*Coleoptera, Scolytidae*) — вредитель сосновых насаждений (рис. 1). Ареал распространения простирается по территории европейской России, Финляндии [1], Белоруссии и странах Европы [2]. В азиатской части России ареал распространения вредителя охватывает Сибирь, Забайкалье, Якутию, Дальний Восток в районах произрастания хвойных пород. Кроме того, вредитель встречается в лесах Китая, Северной Монголии, Кореи и Японии [3]. Насекомое повреждает главным образом хвойные рода *Pinus* [4] в редких случаях заселяет такие породы деревьев, как ель, пихта, лиственница [5]. Вредитель быстро распространяется в ослабленных насаждениях. Деревья, произрастающие в южных районах, могут подвергаться нападению двух генераций жуков [6]. Чаще всего причиной снижения устойчивости сосновых лесов и нарушением экологического равновесия выступают изменения климата [7–9] и гидрологического режима [10–12]. Дополнительным фактором ослабления лесов, расположенных вблизи крупных городов, является антропогенный фактор [13]. Усыхание сосновых лесов на территории европейской части России, причиной которого выступил вершинный короед с комплексом стволовых вредителей, началось значительно позже, чем на территории европейских стран. Первые сигналы об усыхании сосновых лесов на приграничных с Белоруссией территориях начали поступать в конце 2016 г. Во время полевого сезона 2017 г.



Рис. 1. Имаго вершинного короеда под микроскопом
Fig. 1. Imago *Ips acuminatus* under microscope

сотрудниками Центра защиты леса Калужской области были получены первые данные о наблюдении усыхания отдельных деревьев и куртин сосны в Брянской обл. На начало формирования вспышки массового размножения насекомого также указывало наличие сухостоя текущего года. Следует отметить, что поврежденные деревья — самые высокие и хорошо освещенные в насаждении, а это указывает именно на «короедный» характер усыхания, а не на усыхание от ослабления вследствие иных болезней и последующего заселения короедами уже фактически мертвых деревьев. Кроме того, вершинный короед способен заносить под кору споры различных грибов, бактерий и других возбудителей болезней [14, 15].



Рис. 2. Феромонная ловушка барьерного типа: 1 — воронка; 2 — барьер; 3 — съемный стакан; 4 — диспенсер
Fig. 2. The pheromone trap: 1 — funnel; 2 — barrier; 3 — removable cup; 4 — dispenser

В течение последних лет вершинный короед постепенно распространился в Центральной России. Для предотвращения возникновения новых очагов его массового размножения и в целях контроля численности популяции необходимо проведение комплексных мероприятий и осуществление мониторинга [16, 17], в частности, с помощью феромонных наблюдений. Этот способ мониторинга обеспечивает своевременную фиксацию увеличения численности насекомого и помогает выявить новые очаги. Полученную информацию можно использовать при планировании санитарно-оздоровительных мероприятий, в особенности рубки свежеселенных деревьев. Специалисты определяют этот способ борьбы с вредителем, как один из эффективных [18].

Цель работы

Цель работы — составление прогноза распространения вершинного короеда в лесных массивах, задача — установление роста численности вредителя с использованием феромонных ловушек барьерного типа.

Материалы и методы

Наблюдения с применением феромонных ловушек проводятся совместно с традиционными методами наблюдения для обнаружения опасных

видов вредителей и фиксации их активного лета [17]. Наблюдения осуществляются в рамках работ по государственному лесопатологическому мониторингу [19]. Феромонные ловушки размещаются на постоянных маршрутных ходах или пунктах наблюдений за 1–1,5 недели до начала активного лета вредителей и снимаются через неделю после его окончания. Для проведения работ были отобраны приспевающие и спелые средне- и высокополнотные насаждения, преимущественно с преобладанием высокого и среднего классов бонитета в составе сосновых насаждений. Феромонная ловушка (рис. 2) барьерного типа состоит из воронки (1), барьера (2), съемного стакана (3) и диспенсера (4). Для вершинного короеда используется диспенсер «Ипсвабол-В».

Места для размещения ловушек выбирали на основе данных лесоустройства в камеральных условиях. Так были выбраны участки, пригодные для заселения вредителя и образования резерваций и первичных очагов. Ловушки устанавливали на ветвях подлеска, усохших деревьях или наклонных кольях. Высота от ловушки до поверхности земли составляла 1,3...1,5 м, а расстояние до живых деревьев кормовой породы — не менее 6...8 м [20]. Учет «отлова» вредителей проводили каждые 5–7 дней. В периоды холодной и дождливой погоды сроки наблюдений увеличивали до 10 дней. Угрозу возникновения очагов массового размножения вершинного короеда устанавливали по количеству отловленных жуков за два периода (с апреля по июнь и с июля по август):

- до 50 шт. — незначительная угроза образования очагов;
- 50...100 шт. — слабая/средняя угроза образования очагов;
- более 100 шт. — средняя/высокая угроза образования очагов.

Перечисленные критерии были приняты едиными для всех регионов.

Результаты и обсуждение

ФБУ Рослесозащита в 2020 г. были проведены выборочные наблюдения с использованием феромонных ловушек за вершинным короедом. Работы проводились в соответствии с методическими указаниями, разработанными ВНИИЛМ [20]. Основной задачей проведенных работ была оценка угрозы возникновения очагов вредителей. Наблюдения проводились в 17 субъектах европейской части России: во Владимирской, Воронежской, Брянской, Калужской, Смоленской, Тверской, Московской, Тульской, Липецкой, Орловской, Ленинградской, Новгородской, Псковской, Калининградской, Рязанской, Тамбовской областях и Республике Крым. Общее количество ловушек, размещенных в субъектах РФ указаны на карте-схеме (рис. 3).

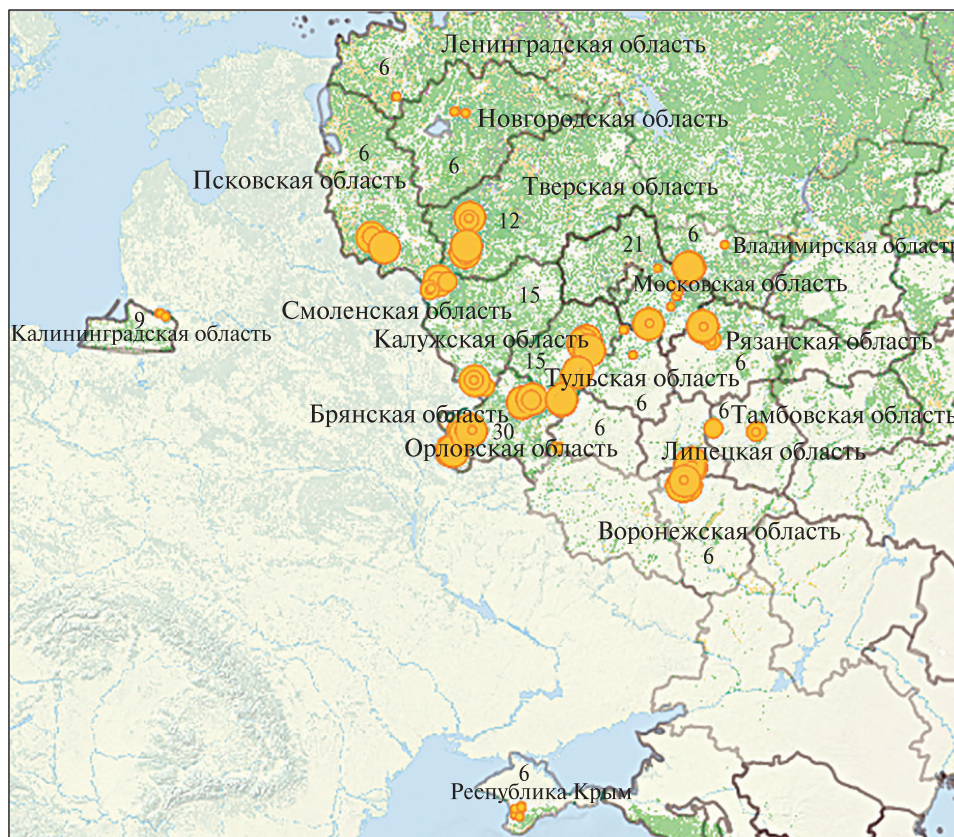


Рис. 3. Расположение ловушек в субъектах РФ с обозначением степени угрозы образования очагов

Fig. 3. Location of traps in the territorial entities of the Russian Federation, indicating the degree that the forest is affected by depredators

В 2020 г. в большинстве исследуемых регионов сформировались благоприятные условия для развития вершинного короеда. Особенное влияние оказали положительные температуры воздуха [21–24].

Проведенные исследования позволили прийти к некоторым заключениям.

Высокая угроза образования очагов отмечена в Псковской, Владимирской, Московской, Брянской, Липецкой и Рязанской областях. Следует отметить, в Брянской, Воронежской и Московской областях количество вредителя на ловушку уменьшилось по сравнению с 2019 г., однако угроза формирования очагов массового размножения осталась высокой. В Калужской, Владимирской, Тамбовской, Псковской, Тверской и Рязанской областях максимальная уловистость ловушек была близка к среднему количеству отловленных жуков, что свидетельствовало о равномерном распределении вредителя в насаждениях (рис. 4).

Также было отмечено резкое увеличение численности вредителя по сравнению с 2019 г., в насаждениях Тверской, Липецкой и Псковской областей. Исходя из полученных данных, можно предположить, что на территории данных субъ-

ектов при благоприятных погодных условиях в апреле–мае 2021 г. возможно формирование очагов вредителя в период 2021–2022 гг.

Средняя угроза формирования очагов сохранилась в Смоленской, Калужской, Владимирской областях. Здесь количество жуков вершинного короеда не превышало 60 шт. на ловушку.

Фоновая численность вершинного короеда со слабой угрозой формирования очагов сохранилась в Тульской, Ленинградской, Новгородской и Тамбовской областях. Вредитель не выявлен в ловушках, размещенных в Орловской, Калининградской областях и в Республике Крым.

Для составления прогноза развития вершинного короеда в 2021 г. был проведен сравнительный анализ погодных условий в Московской, Брянской, Смоленской и Тверской областях за 2020 г. и результатов феромонных наблюдений. В итоге была установлена взаимосвязь увеличения численности вредителя с достижением оптимальных условий для его развития. При анализе погодных условий использовали сумму активных температур выше 10 °С и гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова. Сумма активных температур отражает зависимость скорости роста насекомых от температуры [25].

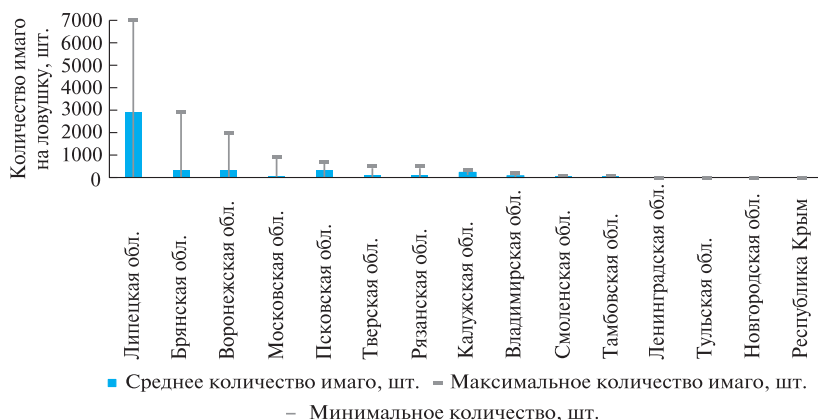


Рис. 4. Результаты отлова вершинного короеда феромонными ловушками за период наблюдений

Fig. 4. *Ips acuminatus* caught by pheromone traps during the observation period

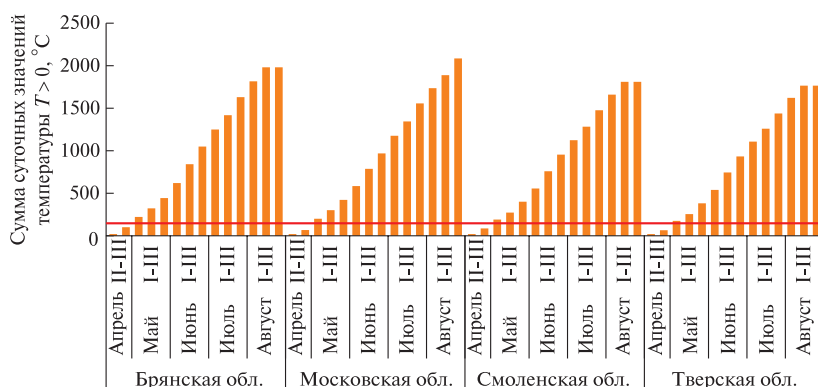


Рис. 5. Сумма активных температур за период апреля (II декада) — августа (III декада)

Fig. 5. Degree days from April (II decade) to August (III decade)

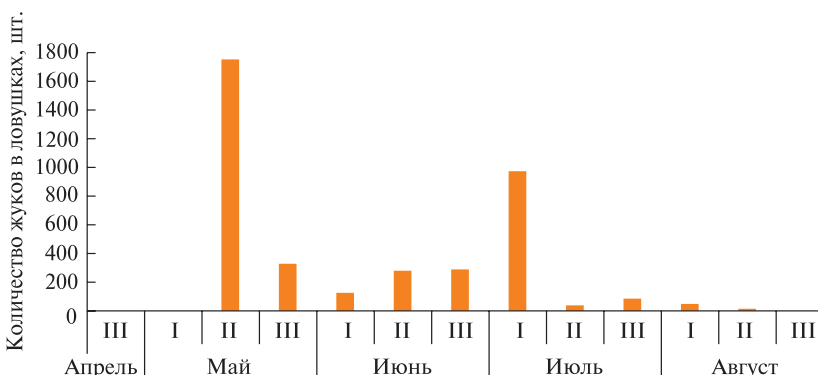


Рис. 6. Максимальное отловленное количество жуков на ловушку за период апрель — август в Брянской обл.

Fig. 6. Maximum number of insect per trap from April to August in the Bryansk region

Оптимальными условиями для активного лета вершинного короеда считаются максимальная дневная температура воздуха от +16 °C и сумма среднесуточных положительных температур в пределах 160...165 °C [20].

В исследуемых областях благоприятные погодные условия для активного лета имаго первого поколения вредителя сформировались в I–II декадах мая (рис. 5).

В Брянской обл. летная активность первого поколения происходила в I–II декадах мая, что подтверждает анализ температуры за этот период. За весь период наблюдений (апрель — май) среднее количество жуков вершинного короеда на ловушку составило 301 шт. В первый пик летной активности максимальное количество жуков на ловушку составило 1751 шт. (данные по Брянскому лесничеству). Второй пик летной активно-

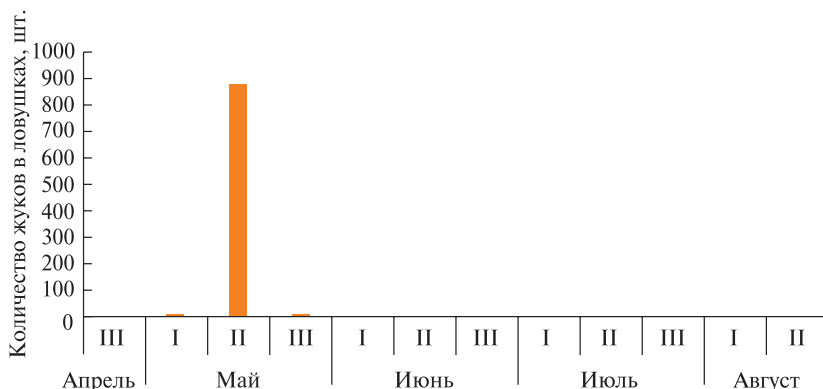


Рис. 7. Максимальное отловленное количество жуков на ловушку за период апрель — август в Московской обл.

Fig. 7. Maximum number of insect per trap from April to August in the Moscow region

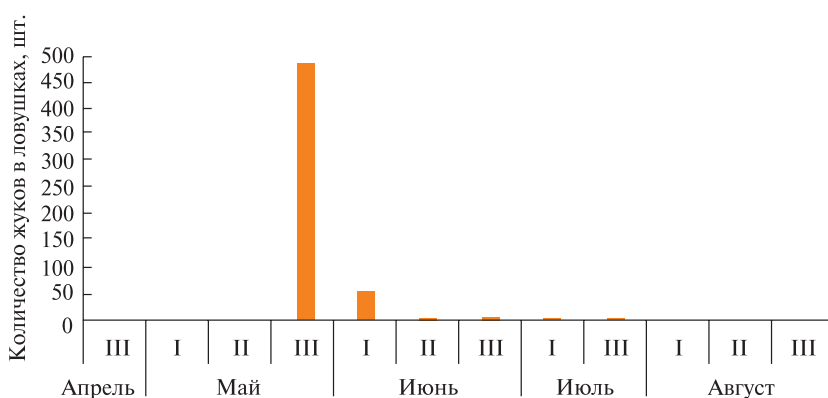


Рис. 8. Максимальное отловленное количество жуков на ловушку за период апрель — август в Тверской области

Fig. 8. Maximum number of insect per trap from April to August in the Tver region

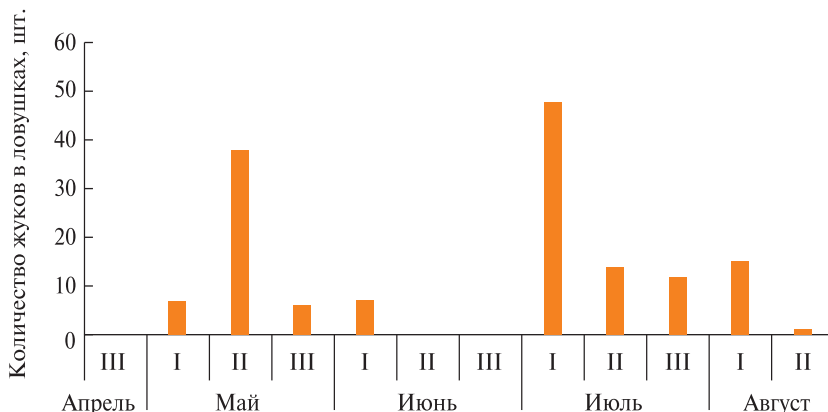


Рис. 9. Максимальное отловленное количество жуков на ловушку за период апрель — август в Смоленской обл.

Fig. 9. Maximum number of insect per trap from April to August in the Smolensk region

сти наблюдался с 25 мая по 3 июня. Максимальное количество отловленных жуков на ловушку составило 977 шт. Также на территории Брянской обл. специалисты зафиксировали летную активность сестринского поколения вредителя (рис. 6).

В Московской обл. летная активность первого поколения вершинного короеда проходила в начале мая (рис. 7). Благоприятные условия для нее были сформированы в первой декаде мая. Средняя уло-

вистость ловушек за период наблюдений составила 43 шт. Максимальное количество отловленных жуков на ловушку составило 927 шт. (по данным отлова в лесничестве «Русский лес»). Летная активность второго поколения не наблюдалась.

В Тверской обл. феромонные ловушки были вывешены только во II декаде мая (рис. 8). Установить фактическое начало летной активности по результатам отлова невозможно. Согласно

Расчетный гидротермический коэффициент для метеостанций, ближайших к району размещения феромонных ловушек, в период наблюдений с апреля по август
Estimated hydrothermic coefficient for meteorology stations near to the location of pheromone trap during the observation from April to August

Субъект	Апрель		Май			Июнь			Июль			Август		
	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Брянская обл.	–	–	5,7	4,7	8,5	6,1	4,7	5,6	4,9	5,1	4,5	4,1	3,8	0,0
Московская обл.	–	–	2,1	1,7	5,1	5,1	4,1	3,7	3,7	3,6	3,3	2,9	2,9	2,7
Тверская обл.	–	–	3,6	3,8	2,2	1,8	4,1	4,0	4,0	4,9	5,0	4,7	4,3	0,0
Смоленская обл.	–	–	2,3	8,6	7,2	5,0	4,5	4,0	3,9	4,5	4,4	3,9	3,8	0,0

Примечание. Численные значения гидротермического коэффициента означают: 2,0 — избыточное увлажнение, 1,5 — хорошее, 1,0 — на грани засухи, 0,5 — сильная засуха, 0 — полное бездождье [17]

метеорологическим данным, благоприятные погодные условия сформировались в начале мая. Гипотетически можно предположить, что летная активность происходила в данный период. Среднее количество жуков вершинного короеда на одну ловушку за период работ составило 115 шт. Максимальное количество жуков на одну ловушку 440 шт. (по данным отлова в Торопецком лесничестве). Во время второго периода наблюдений (июль — август) среднее количество жуков не превышало 3 шт. на ловушку.

В Смоленской обл. летная активность первого поколения вредителя была в I декаде мая (рис. 9). Благоприятные погодные условия для нее также были сформированы в начале мая. Средняя уловистость ловушек за период наблюдений составила 28 шт. Максимальное количество жуков на одну ловушку составило 38 шт. (по данным отлова в Велижском лесничестве). Летная активность второго поколения началась в I декаду июля и закончилась во II декаду августа. За второй период наблюдений максимальное количество жуков в ловушке составило 48 шт.

В Московской и Тверской областях летная активность второго поколения не зафиксирована, в ловушках встречались отдельные особи жука. На территории этих субъектов в предполагаемый период летной активности второго поколения были зафиксированы обильные осадки, что препятствовало распространению насекомого. В таблице отражены расчеты ГТК по некоторым метеостанциям, расположенным наиболее близко к лесным насаждениям с размещенными ловушками.

Выводы

По результатам проведенных работ установлено, что в отдельных регионах существует высокая угроза формирования очагов массового размножения вершинного короеда. В связи с этим феромонные наблюдения были продолжены в 2021 г.

Своевременные профилактические и санитарно-оздоровительные мероприятия способствуют

ограничению распространения вредителя, что хорошо видно на примере Брянской обл. Здесь увеличение площади очагов в 2020 г. по сравнению с 2019 г. не произошло благодаря своевременным выборочным рубкам и выборке заселенных деревьев. Кроме того, можно сделать вывод о том, что на основе краткосрочного прогнозирования по условиям погоды и знаниям индивидуальных особенностей развития вредителя в регионе можно спрогнозировать начало летной активности первого и второго поколений вредителя. Эту информацию можно использовать при проведении мероприятий по защите леса и прогнозе развития вредителя впоследствии.

Список литературы

- [1] Siitonen J. Ips acuminatus kills pines in southern Finland // *Silva Fennica*, 2014, v. 48, no. 4, article 1145, 7 p.
- [2] Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems. Eds. Paine T., Lieutier F., Springer International Publishing, 2016, 888 p.
- [3] Старк В.Н. Короеды. Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. XXXI. М.; Л.: Изд-во. АН СССР, 1952. 462 с.
- [4] Guérard N., Dreyer E., Lieutier F. Interactions between Scots pine, Ips acuminatus (Gyll.) and Ophiostoma brunneo-ciliatum (Math.): estimation of the critical thresholds of attack and inoculation densities and effects on hydraulic properties in the stem // *Annals of Forest Science*, 2000, v. 57, p. 681–690.
- [5] Маслов А.Д. Кутеев Ф.С., Прибылова М. В. Стволовые вредители. М.: Лесная пром-сть, 1973. 144 с.
- [6] Сазонов А.А., Кухта В.Н., Тапчевская В.А. Вспышка массового размножения вершинного короеда (Ips acuminatus (Gyllenhal, 1827), Scolytinae, Coleoptera) в лесах Белорусского Полесья // *Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе: Сб. статей II Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. О.И. Бородина, В.А. Цинкевича, А.Н. Варакина. Минск, Сентябрь 6–8, 2017. Минск: Беларусь, 2017. С. 366–378.*
- [7] Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Venetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests // *For. Ecol. Manag.*, 2010, v. 259, pp. 660–684.
- [8] Young D.J.N., Stevens J.T., Earles J.M., Moore J., Ellis A., Jirka A.L., Latimer A.M. Long-term climate and competition explain forest mortality patterns under extreme drought // *Ecol. Lett.*, 2017, v. 20, pp. 78–86.

- [9] Маслов А.Д. Влияние температуры и влажности на стволовых вредителей леса. Пушкино: Изд-во ФГУ ВНИИЛМ, 2008. 26 с.
- [10] Усень В.В., Блинова Н.С. Оценка численности вершинного (*Ips acuminatus* Gyll.) и шестизубчатого (*Ips sexdentatus* Voern.) короедов в сосновых насаждениях с применением феромонных препаратов // Тр. БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов, 2019. № 1 (216). С. 84–88.
- [11] Wermelinger B., Rigling A., Schneider Mathis D., Kenis M., Gossner M.M. Climate Change Effects on Trophic Interactions of Bark Beetles in Inner Alpine Scots Pine Forests // *Forests*, 2021, v. 12, p. 136. URL: <https://doi.org/10.3390/f12020136> (дата обращения 27.04.2021)
- [12] Воронцов А.И. Лесная энтомология. М.: Экология, 1995. 352 с
- [13] Francke-Grosmann H. Über die Ambrosiazucht der beiden Kiefernborckenkäfer *Myelophilus minor* Htg. und *Ips acuminatus* Gyll. Stockholm: Predecessors to SLU, 1952, v. 41, p. 6.
- [14] Moon M.-J., Kim H., Park J.-G., Choi W.-I. Mouthparts of the bark beetle (*Ips acuminatus*) as a possible carrier of pathogenic microorganisms // *J. of Asia-Pacific Entomology*, 2014, v. 17(4), pp. 829–836.
- [15] Paine T.D., Raffa K.F., Harrington T.C. Interactions among scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers // *Annu. Rev. Entomol.*, 1997, v. 42, pp. 179–206.
- [16] Лебедев А.В., Иванова Э.А. Патология ели в древостоях разного состава // ИВУЗ Лесной журнал, 2001. № 3. С. 47–50. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/patologiya-eli-v-drevostoyah-raznogo-sostava> (дата обращения 27.04.2021).
- [17] Методы мониторинга вредителей и болезней леса / под ред. В.К. Тузова. М.: Изд-во ВНИИЛМ, 2004. 200 с.
- [18] Вендило Н.В., Плетнев В.А., Комарова И.А., Баранчиков Ю.Н. Исследования феромона вершинного короеда – *Ips acuminatus* // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике. Матер. Второй Всерос. конф. с международным участием. Москва, 22–26 апреля 2019 г. Москва; Красноярск: Изд-во ИЛ СО РАН, 2019. С. 47–48
- [19] Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_219272/ (дата обращения 10.03.2021)
- [20] Применение феромонов вершинного и шестизубчатого короедов и черных усачей — соснового и малого елового. Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 2014. 24 с.
- [21] Peltonen M., Heliövaara K.. Attack density and breeding success of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) at different distances from forest-clearcut edge, 1999, v. 1(4), pp. 237–242. DOI:10.1046/j.1461-9563.1999.00033.x
- [22] Bjorkman C., Niemela P. Climate change and insect pests. CABI, 2015. 267 p.
- [23] Anderegg W.R.L., Hicke J.A., Fisher R.A., Allen C.D., Aukema J., Bentz B., Hood S., Lichstein J.W., Macalady A.K., McDowell N. Tree mortality from drought, insects, and their interactions in a changing climate // *New Phytol.*, 2015, v. 208, pp. 674–683.
- [24] Forrest J.R.K. Complex responses of insect phenology to climate change // *Current opinion in insect science*, 2016, v. 17, pp. 49–54. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2016.07.002> (дата обращения 23.04.2021)
- [25] Саулич А.Х. Правило суммы эффективных температур: недостатки и возможности использования // *Энтомологическое обозрение*, 1999. Т. 78. № 2. С. 257–274.

Сведения об авторах

Соболев Алексей Александрович — заместитель начальника отдела организации Государственного лесопатологического мониторинга ФБУ «Российский центр защиты леса», aasobolev@live.ru
Шипинская Ульяна Сергеевна — студент кафедры лесоводства, экологии и защиты леса МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), ulanashipinska@mail.ru

Поступила в редакцию 01.07.2021.

Принята к публикации 27.10.2021.

IPID BARK BEETLE POPULATION ASSESSMENT AND THREATS TO WEAKEN PINE STANDS IN CENTRAL RUSSIA

A.A. Sobolev¹, U.S. Shipinskaya²

¹FBU «Russian Forest Protection Center», 13, Nadsonovskaya st., 141207, Pushkino, Moscow reg., Russia

²BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

aasobolev@live.ru

The data on the ipid bark beetle population growth in pine plantations of Central Russia in 2020 was recorded. The formation of favorable weather conditions for the development of this depreddator in some regions was recorded, which greatly influenced the successful development of the insect population in plantations, in particular in the Pskov, Vladimir, Moscow, Bryansk, Lipetsk, and Ryazan regions. In some areas, a medium and low spread of the bark beetle was revealed. The influence of meteorological conditions on the flight activity of the insect and the probability of the mass reproduction foci formation under the 2020 weather conditions were analyzed. The results of the study formed the basis for the forecast preparation of the sanitary and forest health state. It is recommended to use the materials of the article to determine the optimal period for carrying out measures to protect pine plantations from the ipid bark beetle.

Keywords: ipid bark beetle, pheromone traps, foci of mass reproduction, secondary insects, weather analysis

Suggested citation: Sobolev A.A., Shipinskaya U.S. *Otsenka chislennosti populyatsii vershinnogo koroeda i svyazannoy s ney ugrozy oslableniya sosnovykh nasazhdeniy Tsentral'noy Rossii* [Ipid bark beetle population assessment and threats to weaken pine stands in Central Russia]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 89–97. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-89-97

References

- [1] Siitonen J. *Ips acuminatus* kills pines in southern Finland. *Silva Fennica*, 2014, v. 48, no. 4, article 1145, 7 p.
- [2] *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems*. Eds. Paine T., Lieutier F., Springer International Publishing, 2016, 888 p.
- [3] Stark V.N. *Koroedy. Fauna SSSR. Zhestkokrylye* [Bark beetles. Fauna of the USSR. Coleoptera]. T. XXXI. Moscow-Leningrad: AN SSSR, 1952, 462 p.
- [4] Guérard N., Dreyer E., Lieutier F. Interactions between Scots pine, *Ips acuminatus* (Gyll.) and *Ophiostoma brunneo-ciliatum* (Math.): estimation of the critical thresholds of attack and inoculation densities and effects on hydraulic properties in the stem. *Annals of Forest Science*, 2000, v. 57, p. 681–690.
- [5] Maslov A.D. Kuteev F.S., Pribylova M. V. *Stvolovye vrediteli* (Wood pests). Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1973, 144 p.
- [6] Sazonov A.A., Kukhta V.N., Tapchevskaya V.A. Vspyshka massovogo razmnozheniya vershinnogo koroeda (*Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), Scolytinae, Coleoptera) v lesakh Belorusskogo Poles'ya [Outbreak of mass reproduction of the summit bark beetle (*Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), Scolytinae, Coleoptera) in the forests of the Belarusian Polesie]. *Itogi i perspektivy razvitiya entomologii v Vostochnoy Evrope: sb. statey II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Results and prospects of the development of entomology in Eastern Europe: collection of articles. Articles II Int. scientific-practical conf.]. Eds. O.I. Borodin, V.A. Tsinkevich, A.N. Varaksin. Sentyabr 6–8, 2017. Minsk: Belarus, 2017, pp. 366–378.
- [7] Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *For. Ecol. Manag.*, 2010, v. 259, pp. 660–684.
- [8] Young D.J.N., Stevens J.T., Earles J.M., Moore J., Ellis A., Jirka A.L., Latimer A.M. Long-term climate and competition explain forest mortality patterns under extreme drought. *Ecol. Lett.*, 2017, v. 20, pp. 78–86.
- [9] Usenya A.D. *Vliyaniye temperatury i vlazhnosti na stvolovyykh vreditel'nykh lesa* [Influence of temperature and humidity on the tree trunk of forest insects]. Pushkino: VNIILM, 2008, 26 p.
- [10] Usenya V.V., Blinova N.S. *Otsenka chislennosti vershinnogo (Ips acuminatus Gyll.) i shestizubchatogo (Ips sexdentatus Boern.) koroedov v sosnovykh nasazhdeniyakh s primeneniem feromonnykh preparatov* [Assessment of the number of apical *Ips acuminatus* Gyll. and *Ips sexdentatus* Boern. Bark beetles in pine plantations using pheromone preparations]. *Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe khozyaystvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vobnovlyayemykh resursov* [Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources], 2019, no. 1 (216), pp. 84–88.
- [11] Wermelinger B., Rigling A., Schneider Mathis D., Kenis M., Gossner M.M. Climate Change Effects on Trophic Interactions of Bark Beetles in Inner Alpine Scots Pine Forests. *Forests*, 2021, v. 12, p. 136. Available at: <https://doi.org/10.3390/f12020136> (accessed 27.04.2021).
- [12] Voroncov A.I. *Lesnaya entomologiya* [Forest entomology]. Moscow: Ekologiya, 1995, 352 p.
- [13] Francke-Grossmann H. Über die Ambrosiazucht der beiden Kiefernborckenkäfer *Myelophilus minor* Htg. und *Ips acuminatus* Gyll. Stockholm: Predecessors to SLU, 1952, v. 41, p. 6.
- [14] Moon M.-J., Kim H., Park J.-G., Choi W.-I. Mouthparts of the bark beetle (*Ips acuminatus*) as a possible carrier of pathogenic microorganisms. *J. of Asia-Pacific Entomology*, 2014, v. 17(4), pp. 829–836.
- [15] Paine T.D., Raffa K.F., Harrington T.C. Interactions among scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers. *Annu. Rev. Entomol.*, 1997, v. 42, pp. 179–206.
- [16] Lebedev A.V., Ivanova E.A. *Patologiya eli v drevostoyakh raznogo sostava* [Spruce Pathology in the Stands of Different Composition]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2001, no. 3, pp. 47–50. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/patologiya-eli-v-drevostoyah-raznogo-sostava> (accessed 04.06.2021).
- [17] *Metody monitoringa vreditel'nykh i bolezney lesa* [Methods for monitoring forest pests and diseases]. Ed. V.K. Tuzova. Moscow: VNIILM, 2004, 200 p.

- [18] Vendilo N.V., Pletnev V.A., Komarova I.A., Baranchikov Yu.N. *Issledovaniya feromona vershinnogo koroeda — Ips acuminatus* [Research of the pheromone of *Ips acuminatus*]. *Monitoring i biologicheskie metody kontrolya vreditel'nykh i patogenov drevesnykh rasteniy: ot teorii k praktike. Materialy Vtoroy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Monitoring and biological methods of control of pests and pathogens of woody plants: from theory to practice. Materials of the Second All-Russian Conference with International Participation]. Moskva, 22–26 April 2019. Moskva—Krasnoyarsk: IL SO RAN, 2019, pp. 47–48
- [19] *Ob utverzhdenii Poryadka osushchestvleniya gosudarstvennogo lesopatologicheskogo monitoringa* [On approval of the Procedure for the implementation of state forest pathological monitoring]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/456058836> (accessed 23.04.2021).
- [20] *Primenenie feromonov vershinnogo i shestizubchatogo koroedov i chernyh usachey — sosnovogo i malogo elovogo* [The use of pheromones of the *Ips acuminatus* and *Ips sexdentatus* and *Monochamus* — *Monochamus gallopovincialis* and *Monochamus sutor*]. Pushkino: VNIILM, 2014, 24 p.
- [21] Peltonen M., Heliövaara K.. Attack density and breeding success of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) at different distances from forest-clearcut edge, 1999, v. 1(4), pp. 237–242. DOI:10.1046/j.1461-9563.1999.00033.x
- [22] Bjorkman C., Niemela P. Climate change and insect pests. CABI, 2015. 267 p.
- [23] Anderegg W.R.L., Hicke J.A., Fisher R.A., Allen C.D., Aukema J., Bentz B., Hood S., Lichstein J.W., Macalady A.K., McDowell N. Tree mortality from drought, insects, and their interactions in a changing climate. *New Phytol.*, 2015, v. 208, pp. 674–683.
- [24] Forrest J.R.K. Complex responses of insect phenology to climate change. *Current opinion in insect science*, 2016, v. 17, pp. 49–54. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2016.07.002> (дата обращения 23.04.2021)
- [25] Saulich A.X. *Pravilo summy effektivnykh temperatur: nedostatki i vozmozhnosti ispolzovaniya* [The rule of the sum of effective temperatures: disadvantages and possibilities of use]. *Entomologicheskoe obozrenie* [Entomological Review], 1999, t. 78, no. 2, pp. 257–274.

Authors' information

Sobolev Aleksey Aleksandrovich — Deputy Head of the Department of State Forest pathology monitoring FBU «Russian Centre of Forest Health», aasobolev@live.ru

Shipinskaya Ulyana Sergeevna — Student of the Department of Forestry, ecology and forest protection of the BMSTU (Mytishchi branch), ylanashipinska@mail.ru

Received 01.07.2021.

Accepted for publication 27.10.2021.

МОНИТОРИНГ ЖУКОВ КРОЕДОВ (SCOLYTINAE) В ЛЕСНЫХ ЦЕНОЗАХ ЗАПОВЕДНИКА «КИВАЧ» С ПОМОЩЬЮ ФЕРОМОННЫХ ЛОВУШЕК ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.А. Чалкин¹, С.Н. Лябзина^{1,2}, Е.В. Синицына¹,
А.Ю. Лобур¹, О.А. Донской¹

¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт карантина растений» («ВНИИКР»), 140150, Московская обл, г. Раменское, раб. п. Быково, ул. Пограничная, д. 32

²ФГБУ ВО «Петрозаводский государственный университет», 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33

chalkin10@yandex.ru

Представлены результаты сравнительной оценки мониторинга *Pityogenes chalcographus* и *Ips typographus* с использованием феромонных ловушек. Полевые испытания проводились в четырех различных лесных ценозах национального заповедника «Кивач». Для мониторинга вредителей использовались барьерно-ворончатые ловушки с видоспецифичными аттрактантами короедов: *Pityogenes chalcographus* и *Ips typographus* производства ФГБУ «ВНИИКР». По полученным результатам выявлена положительная корреляция между количеством пойманных вредителей и типом ценоза, в котором были установлены феромонные ловушки.

Ключевые слова: феромоны насекомых, ловушки, *Pityogenes chalcographus*, короед-типограф, *Ips typographus*, заповедник «Кивач»

Ссылка для цитирования: Чалкин А.А., Лябзина С.Н., Синицына Е.В., Лобур А.Ю., Донской О.А. Мониторинг жуков короедов (Scolytinae) в лесных ценозах заповедника «Кивач» с помощью феромонных ловушек отечественного производства // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 98–105.
DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-98-105

Ксилофаги являются одной из наиболее вредоносных групп дендрофильных насекомых, атакующих деревья в стрессовом состоянии, и наносят значительный урон лесным экосистемам. Вспышки массового размножения агрессивных видов ксилофагов приводят к нарушению устойчивости лесных ценозов к неблагоприятным факторам и дальнейшему массовому усыханию деревьев. Среди насекомых — вредителей леса европейской части России особое значение имеют такие виды, как короед-типограф *Ips typographus* Linnaeus, 1758 и гравер обыкновенный *Pityogenes chalcographus* Linnaeus, 1760. Трофическая специализация данных видов достаточно сходна: они заселяют широко распространенные хвойные породы — ель европейскую (*Picea abies*) и сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris*) [1].

Наряду с такими традиционными методами борьбы против насекомых-ксилофагов, как санитарная рубка, обработка химическими препаратами, закладка ловчих деревьев, перспективным является применение феромонов в виде ловушек. Феромонные ловушки автономно ведут сбор определенных видов насекомых при возможности их дальнейшей идентификации в энтомологической лаборатории. Использование синтетических аналогов феромонов насекомых для мониторинга леса позволяет получать своевременную и точную информацию о степени заселенности вредителями исследуемой терри-

тории, а также разрабатывать и принимать необходимые превентивные либо истребительные меры на основе данных об их распространении [2, 3].

Создание заповедников и национальных парков способствует сохранению естественных ландшафтов природных территорий и поддержанию экологического баланса в регионе. На территории Республики Карелии расположено 114 объектов природно-заповедного фонда [4]. Заповедник «Кивач», в котором проводились исследования, расположен в среднетаежной подзоне с преобладанием сосновых и еловых насаждений.

Цель работы

Цель работы — проведение мониторинга короедов *Ips typographus* и *Pityogenes chalcographus* с помощью феромонных ловушек в лесных ценозах заповедника «Кивач».

Материалы и методы

Впервые на территории государственного природного заповедника «Кивач», в его различных лесных биоценозах было проведено изучение динамики летной активности и динамики численности короеда-типографа *I. typographus* и гравера обыкновенного *P. chalcographus* с помощью феромонных ловушек производства ФГБУ «ВНИИКР». Исследование проводилось в период с 15 мая по 3 сентября 2020 г.

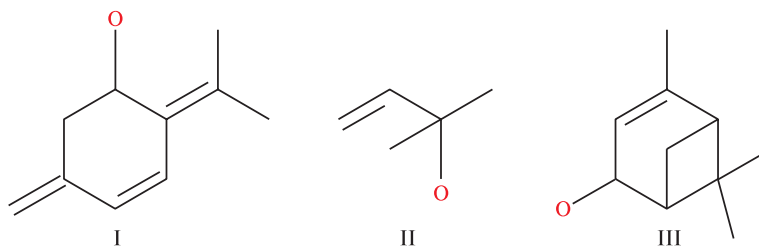


Рис. 1. Структура компонентов полового феромона короеда-типографа: ипсдиенол (I), 2-метил-3-бутен-2-ол (II), цис-вербенол (III)
Fig. 1. The components of the bark beetle-typographer sex pheromone: ipsdienol (I), 2-methyl-3-buten-2-ol (II), cis-verbenol (III)

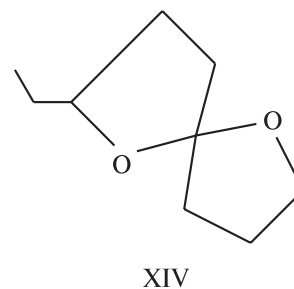


Рис. 2. Структура халькограна (XIV)
Fig. 2. Chalcogran structure (XIV)

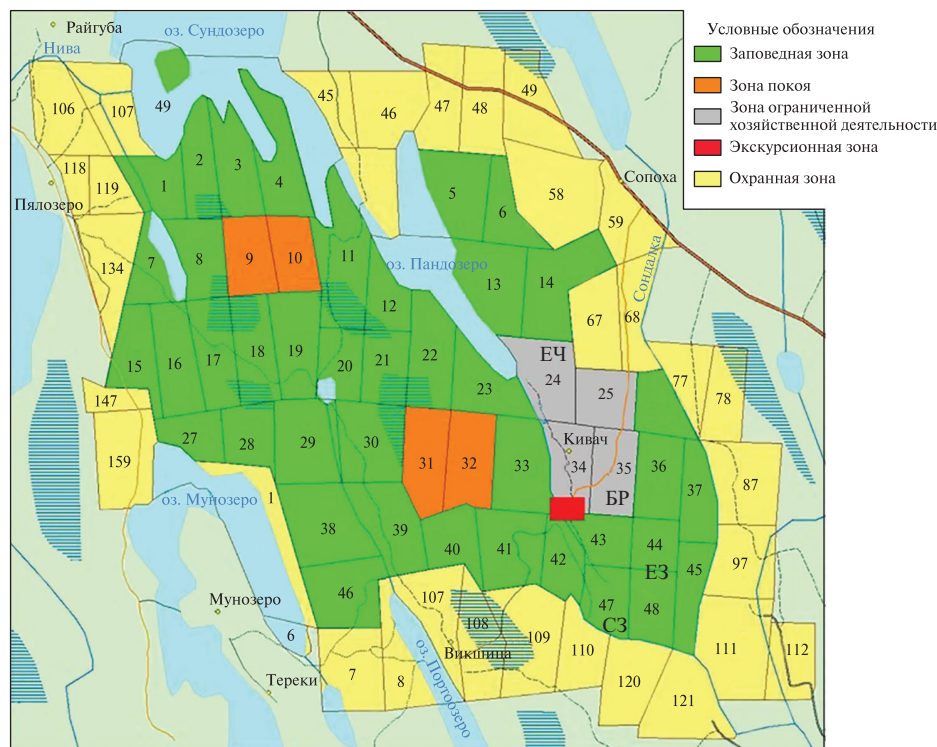


Рис. 3. Места установки феромонных ловушек в кварталах (оригинал схемы <https://zapkivach.ru/company/projects/raspolozhenie/raspolozhenie-zapovednika-kivach/>)
Fig. 3. Places of pheromone traps in the neighborhoods (original scheme <https://zapkivach.ru/company/projects/raspolozhenie/raspolozhenie-zapovednika-kivach/>)

Заповедник «Кивач» расположен в Кондопожском районе. Это одна из старейших особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Карелии. Создан в 1931 г. Общая площадь ООПТ составляет 10 930,9 га, где лесные ценозы занимают 85,4 % территории, в том числе: сосняки — 44,4 %, ельники — 32 %, лиственные леса — 22,9 % [4].

Мониторинг обоих видов короеда проводили с помощью ловушек барьерно-вороночного типа, выполненных из полимерного материала толщиной 400 мкм черного цвета с размещенным внутри видоспецифичным аттрактантом производства ФГБУ «ВНИИКР». [5] Высота барьерно-вороночной ловушки составляли 60 см, диаметр — 22 см. Ловушка имела воронку диаметром

30 см со съемным прозрачным накопителем для сбора насекомых объемом 500 мл, на дне которого предусмотрен дренаж в виде отверстий, а также двух крестообразно расположенных пластин размером 30×45 см каждая. Внутри ловушки был установлен диспенсер, на который предварительно нанесен синтетический аналог агрегационного феромона насекомого.

Диспенсер представляет собой термосвариваемый пакет из буфлена размером 8 (±2) × 5 (±1) см, разделенный на две части термосварочным швом. Нижняя и верхняя части диспенсера соединены хлопковой нитью, проходящей через термосварочный шов. В нижней части диспенсера находится носитель из фильтровальной бумаги с нанесенной на него смесью активных компонентов

Таксационная характеристика выделов в исследуемых ценозах
Taxation characteristics of stands in the studied cenosis

Тип ценоза	Состояние ценоза	Номер квартала	Номер выдела	Площадь выдела, га	Состав выдела	Элемент леса	Возраст, лет	Высота дерева, м	Диаметр ствола дерева, см	Бонитет	Тип лесорастительных условий	Дополнительная информация
Ельник черничный (ЕЧ)	Нарушен, ветровал	24	11	1,8	7ЕЗБ+С	Е	150	19	22	4	В4	Подрост: 10Е 45 лет, высота 4,0 м, 0,5 тыс. шт./га. Подлесок: Ивк, редкий. Ветровал 2017
						Б	85	18	20			
Березняк разнотравный (БР)	Нарушен, работы по очистке линии электропередачи	35	26	1,7	6Б1Ос 2Е1С	Б	95	25	24	2	В3	Подрост: 10Е 45 лет, высота 4,0 м, 2,0 тыс. шт./га. Подлесок: Р, Мж, Ш, средней густоты. Ягодники: черника, 10 %. Очистка линии электропередач, 2020
						Ос	95	27	40			
						Е	130	23	24			
						С	170	25	32			
Ельник зеленомошный (ЕЗ)	Не нарушен	42	7	1,4	8Е2Ос+Б	Е	150	20	24	4	В3	Подлесок: Р, Ш, редкий. Ягодники: черника, 10 %
						Ос	90	22	26			
Сосняк зеленомошный (СЗ)	Не нарушен	47	20	1,2	8С1Е1Б	С	150	20	24	4	А4	Подрост: 10Е 40 лет, высота 4,0 м, 0,5 тыс. шт./га
						Е	150	20	22			
						Б	90	19	20			

Примечание. Е — ель европейская (*Picea abies*), С — сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), Б — береза пушистая (*Betula alba*), Ос — осина обыкновенная (*Populus tremula*)

и один конец хлопковой нити, а также отверстие диаметром 1 мм для крепления диспенсера. В верхней части диспенсера находится второй конец хлопковой нити. На поверхности верхней части нанесена линия отреза.

Продолжительность действия диспенсера производства ФГБУ «ВНИИКР» длительное и после вскрытия составляет не менее 30 сут с момента установки [6]. Однако мы предположили, что частые осадки в регионе могут ослабить действие феромона, поэтому для увеличения аттрактивности ловушек диспенсер подлежал замене один раз в месяц. Выемку и учет отловленного энтомологического материала осуществляли каждые 7–10 сут. Такая периодичность сбора является оптимальной для ловушек данного типа и применяется многими исследователями [7, 8].

Синтетический агрегационный феромон короеда-типографа, который наносят на диспенсер, представляет собой трехкомпонентную смесь, в состав которой входят: ипсидиенол (I), 2-метил-3-бутен-2-ол (II), цис-вербенол (III) и вспомогательные вещества (рис. 1).

Для отлова гравера обыкновенного на базе ФГБУ «ВНИИКР» был синтезирован агрегационный феромон — халькогран (XIV), состоящий из метил 2Е,4Z-декадиен-1-оата (C₁₁H₁₈O₂) и 2-этил-1,6-диоксаспиро[4,4]нона (C₉H₁₆O₂), а также вспомогательных веществ [9]. Структура вещества халькограна (XIV) приведена на рис. 2.

Ловушки размещали на высоте 1,5...2 м от уровня лесной подстилки в четырех лесных биоценозах: в ельнике зеленомошном, березняке разнотравном, ельнике черничном с валежом после бурелома и сосняке зеленомошном с порубочными остатками после очистки линии электропередачи ЛЭП (таблица). Возраст хвойных растений в исследуемых ценозах составляет 130...150 лет, а лиственных — 85...95 лет. Возраст лесных насаждений различный: хвойные леса низкопродуктивные и старовозрастные, имеют 4-й бонитет, исследуемые выделы смешанного леса — высокопродуктивные и имеют 2-й бонитет. Изучаемые выделы по типам лесорастительных условий (ГЛУ) относятся к переувлажненным почвам и имеют классификацию А4 (сырые боры), В3 (влажные суборы), В4 (сырые суборы).

Восемь ловушек были установлены на расстоянии 500...800 м одна от другой в западной части заповедника в четырех кварталах (рис. 3). Расчеты проведены в программе PAST 3.14 [10].

Результаты и обсуждение

Наибольшее число особей изучаемых короедов *P. chalcographus* и *I. typographus* отмечено в нарушенных ценозах — сосняке зеленомошном и ельнике черничном (рис. 4). В течение всего сезона наибольшая встречаемость гравера обыкновенного была зарегистрирована в сосняке зеленомошном и превышала численность типографа более чем в 10 раз (6818 и 593 соответственно). Высокая плотность вредителя связана с тем, что порубочные остатки и стволы сосен целиком были заселены гравером, который доминировал над другими видами короедов. В европейской части РФ *Pityogenes chalcographus* относится к массовым вредителям хвойных лесов вследствие своей пластичности, заселяет верхушечную и среднюю части ствола дерева [11, 12]. Отмечено, что гравер обыкновенный в массе слетается к порубочным остаткам сосны обыкновенной [13], что может вызвать вспышку численности вредителя.

Гравер и типограф относятся к агрессивным вредителям ели и сосны. При сравнении численности этих видов короедов в двух исследуемых еловых биоценозах было установлено, что в местах ветровала их встречаемость в 2–3 раза выше, чем в ненарушенном биоценозе. Таким образом, несмотря на то, что ветровал имеет шестилетнюю давность, здесь до сих пор остаются благоприятные условия для скопления и развития этих вредителей.

Наименьшее количество типографа и гравера было отловлено в смешанном биоценозе — березняке разнотравном. Невысокую их численность в этих местах также ранее отмечали и другие исследователи [14, 15].

В период с мая по сентябрь прослеживается изменение летней активности изучаемых видов короедов (рис. 5). Сезонная динамика между *P. chalcographus* и *I. typographus* близка, однако имеются некоторые отличия.

Жуки *P. chalcographus* начинают отлавливаться в ловушки со второй декады мая и заканчивают свой лёт в конце августа. В течение лета у гравера обыкновенного наблюдается два пика активности: первый — в конце июня, второй — в конце июля. При этом количество собранных жуков в первом пике превышало второй в 4–6 раз. Наибольшая активность жуков *P. chalcographus* зафиксирована при средней температуре воздуха 16...18 °С, что в 2020 г. соответствовало третьей декаде июня — началу июля.

Начало лета имаго *I. typographus* на территории заповедника «Кивач» отмечено в конце

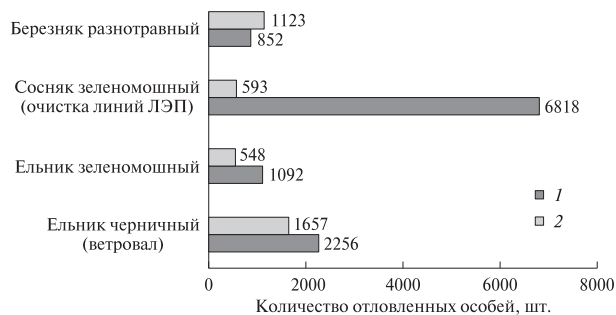


Рис. 4. Численность *Ips typographus* (1) и *Pityogenes chalcographus* (2) отловленных феромонными ловушками в исследуемых биоценозах заповедника «Кивач»

Fig. 4. Number of *Ips typographus* (1) and *Pityogenes chalcographus* (2) caught by pheromone traps in the studied biocenosis of the Kivach reserve

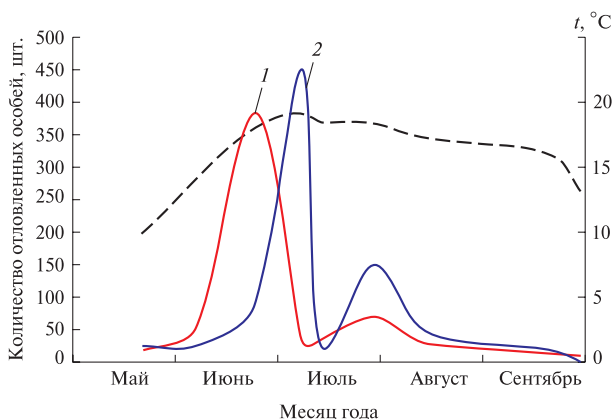


Рис. 5. Динамика лёта жуков *Ips typographus* (1) и *Pityogenes chalcographus* (2) в ельнике зеленомошном (штриховой линией показана изотерма)

Fig. 5. Dynamics of the beetles *Ips typographus* (1) and *Pityogenes chalcographus* (2) flight in the green moss spruce forest (the dashed line shows the isotherm)

мая, когда средняя температура воздуха превысила 10 °С. Основной пик лёта родительского поколения зафиксирован в середине июня. В этот период в одну ловушку отлавливалось свыше 300 особей. В дальнейшем происходило снижение численности, и вновь небольшое увеличение во второй декаде июля. Второй пик связан с началом лета сестринского поколения, но численность сборов молодых жуков все равно оставалась невысокой и не превышала 100 особей/ловушку.

Для различных регионов характерны свои особенности фенологии короеда-типографа [16, 17]. Многие исследователи отмечают, что на снижение активности лета гравера обыкновенного и типографа оказывают влияние длительные осадки [7, 18, 19]. В Республике Карелии для августа характерны частые ливневые дожди [20, 21].

В странах ЕС и на европейской территории РФ с апреля по октябрь у *P. chalcographus* регистри-

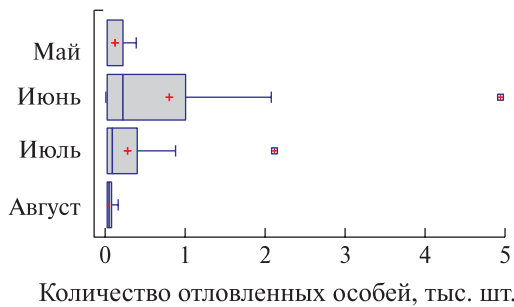


Рис. 6. Средние значения сбора *Pityogenes chalcographus* в весенне-летний период

Fig. 6. Average number of *Pityogenes chalcographus* in the spring-summer period

руются две генерации и два сестринских поколения [7, 22]. Кроме того, известно, что близкородственный вид *Pityogenes scitus* Blandford, 1893 может формировать до пяти генераций в год [23].

В течение весенне-летнего периода количество отловленных особей гравера обыкновенного в изучаемых биоценозах различалось (рис. 6). Если в сосняке и смешанном лесу в мае в ловушку отловилось около 60 жуков, то в этот же период в ельнике черничном — около 200 особей. В июне, наоборот, в ельниках средняя численность отловленных жуков была ниже (500...600 особей/ловушку), чем в сосняках (2500...3000). Максимальное число отловленных в ловушку особей регистрировали в июне в сосняке зеленомошном — около 5000 особей/ловушку. В июле и августе во всех ценозах наблюдалось постепенное снижение численности жуков.

Наименьшая активность типографа зарегистрирована в мае и августе (рис. 7). В этот период отлов жуков составлял в среднем 80 особей на ловушку. Наибольшее количество жуков отловлено в июне в сосняке, где средняя численность составила 230 особей/ловушку, а максимальное число зафиксировано в ловушке, установленной в нарушенном ветровалом еловом ценозе — около 600...700 жуков. По наблюдениям В.П. Шелуха и соавт. [24], лёт жуков-короедов в Брянской обл. существенно зависит от погодных условий в регионе и может изменяться в одной и той же местности в разные годы.

Важную роль в сохранении лесов выполняют паразитические и хищнические насекомые, которые уничтожают личинки жуков-короедов. Регуляция численности ксилофагов за счет паразитоидов и специализированных энтомофагов — наиболее эффективный способ естественного сдерживания вспышек численности этих вредителей [25, 26].

Выводы

Места с порубочными остатками имеют наиболее благоприятные условия для резервации вредителей-ксилофагов, способствующих их быстрому размножению и распространению. В ненарушенных ценозах численность вредителей

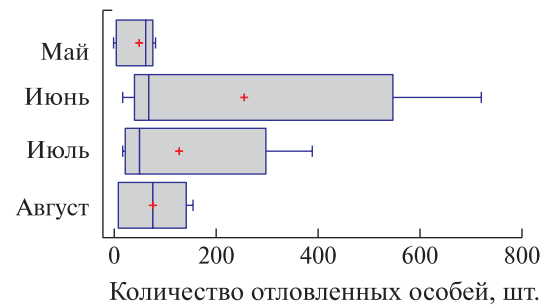


Рис. 7. Средние значения сбора *Ips typographus* в весенне-летний период

Fig. 7. Average number of *Ips typographus* in the spring-summer period

зачастую невысокая и может регулироваться за счет естественных факторов среды. При сравнении количества отловленных особей в различных типах хвойных лесов было установлено, что в нарушенном сосновом ценозе численность заселения вредителя *Pityogenes chalcographus* (6181 особей) более чем в три раза превышала число отловленных насекомых на нарушенной еловой территории (2126 особей) за сезон.

Мониторинг с помощью феромонных ловушек — это эффективный способ оценки риска заселения и поражения насекомыми-ксилофагами различных участков древостоя. Выполненное исследование позволило дифференцировать отлов *Pityogenes chalcographus* и *Ips typographus* по различным типам лесных ценозов с учетом состояния насаждений. Наши наблюдения позволили изучить динамику численности гравера обыкновенного и короеда-типографа в течение сезона. По результатам наблюдений, также удалось зафиксировать изменение численности в период активного лета жуков. Полученные данные позволили положительно оценить работу феромонных ловушек производства ФГБУ «ВНИИКР» и признать их эффективность при отлове *Pityogenes chalcographus* и *Ips typographus*.

Список литературы

- [1] Douglas H.B., Cognato A.I., Grebennikov V., Savard K. Dichotomous and matrix-based keys to the *Ips* bark beetles of the World (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) // Canadian J. of Arthropod Identification, 2019, no. 38. DOI:10.3752/cjai.2019.38
- [2] Лебедева К.В., Вендило Н.В., Плетнев В.А. Феромоны в защите лесов от вредителей // Комплексные меры защиты ельников европейской части России по подавлению вспышки массового размножения короеда-типографа. Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 2001. С. 30–35.
- [3] Комарова И.А. Феромоны – важный инструмент в системе защиты леса // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике. М.: Изд-во ИЛ СО РАН, 2019. С. 95–96.
- [4] Особо охраняемые природные территории Республики Карелия 1999–2016. Петрозаводск: Национальная библиотека Республики Карелия 2017. 432 с.

- [5] Абасов М.М. О биоиспытаниях феромонов короеда-типографа и каштановой моли // Карантин растений. Наука и практика, 2013. № 2. С. 4–5
- [6] Тодоров Н.Г., Митропольская Л.В. Ловушки барьерно-вороночные типа «Барьер». ТУ 72.11.13-094-04731278—2018. Быково: Изд-во ФГБУ «ВНИИКР», 2018. 5 с.
- [7] Isaia G., Paraschiv M. Research concerning the effect of synthetic pheromones on *Pityogenes chalcographus* L. in Brasov county // Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II, 2011, t. 4, no. 1, p. 55.
- [8] Вендило Н.В., Серая Л.Г. Применение феромонов для мониторинга вредителей на территории ГБС РАН // Бюллетень Главного ботанического сада, 2019. № 1. С. 45–49.
- [9] Тодоров Н.Г., Митропольская Л.В. Диспенсер с синтетическим агрегационным феромоном гравера обыкновенного *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus). ТУ 72.11.13-108-04731278—2018. Быково: Изд-во ФГБУ «ВНИИКР», 2018. 6 с.
- [10] Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica, 2001, v. 4 (1), 9 p.
- [11] Grodzki W. *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera, Scolytidae) – an indicator of man-made changes in Norway spruce stands // Biologia-Bratislava, 1997, t. 52, pp. 217–220.
- [12] Мандельштам М.Ю., Поповичев Б.Г. Аннотированный список видов короедов (Coleoptera, Scolytidae) Ленинградской области // Энтомологическое обозрение, 2000. Т. 79. № 3. С. 599–618.
- [13] Кухта В.Н., Сазонов А.А., Бабуль Д.А. Применение порубочных остатков в качестве ловчего материала на основных вырубках // Тр. БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов, 2020. № 2 (234). С. 100–108.
- [14] Мозолевская Е.Г., Галасьева Т.В., Чемерис М.В. Видовой состав и особенности распространения насекомых-ксилофагов в заповеднике «Кивач» // Энтомологические исследования в заповеднике «Кивач». Петрозаводск: Изд-во КНЦ АН СССР, 1991. С. 66–74.
- [15] Клишина Л.И., Скоков А.В., Круглов Е.Н. Применение феромонных ловушек для мониторинга численности короеда-типографа в условиях нижегородской области // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. Т. 4. С. 162–167.
- [16] Ключев В.С. Фенология развития короеда типографа в Брянской области // Защита и карантин растений, 2012. № 7. С. 42–43.
- [17] Кухта В.Н., Блинцов А.И. Особенности и прогноз лета короеда-типографа // Тр. Белорус. государственного технологического университета. Серия 1. Лесное хозяйство, 2007. № 15. С. 343–348.
- [18] Маслов А.Д., Комарова И.А., Котов А.С. Состояние и динамика очагов размножения короеда-типографа в Центральной России в 2010 и первой половине 2011 г // Лесохозяйственная информация, 2011. № 1. С. 39–46.
- [19] Давыдова И.А. Влияние микроклиматических условий на выживаемость короеда-типографа в период развития // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2008. № 182. С. 97–103.
- [20] Романов А.А. О климате Карелии. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1961. 140 с.
- [21] Назарова Л.Е. Климат Республики Карелия: температура воздуха, изменчивость и изменения // Геополитика и экогеодинамика регионов, 2014. Т. 10. № 1. С. 746–749.
- [22] Jurc M. Spruce bark beetles (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia: monitoring and modeling // Ecological modelling, 2006, t. 194, no. 1–3, pp. 219–226.
- [23] Khanday A., Buhroo A. Life cycle and biology of *Pityogenes scitus* Blandford, 1893 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), a pest of *Pinus wallichiana* in Kashmir, India // J. of Forest Science, 2021. t. 66, no. 8, pp. 318–328.
- [24] Шелуха В.П., Шошин В.И., Ключев В.С. Динамика санитарного состояния ельников в период кульминации размножения типографа и эффективность лесозащитных мероприятий // ИВУЗ Лесной журнал, 2014, № 2 (338). С. 30–39.
- [25] Markovic C., Stojanovic A. Differences in bark beetle (*Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*) abundance in a strict spruce reserve and the surrounding spruce forests of Serbia // Phytoparasitica, 2010, t. 38, no. 1, pp. 31–37.
- [26] Хегай И.В., Чилахсаева Е.А. Энтомофаги короеда-типографа в ельниках Московской области // Защита и карантин растений, 2015. № 11. С. 48–49.

Сведения об авторах

Чалкин Андрей Андреевич — мл. науч. сотр. отдела лесного карантина ФГБУ «ВНИИКР», chalkin10@yandex.ru

Лябзина Светлана Николаевна — д-р биол. наук, доцент Петрозаводского государственного университета, мл. науч. сотр. Карельского филиала ФГБУ «ВНИИКР», slyabzina@petsu.ru

Синицына Екатерина Витальевна — науч. сотр. лаборатории испытания и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», katesinitsyna@gmail.com

Лобур Александр Юрьевич — ст. науч. сотр. лаборатории синтеза феромонов ФГБУ «ВНИИКР», pheromones@vniikr.ru

Донской Олег Анатольевич — науч. сотр. лаборатории синтеза феромонов ФГБУ «ВНИИКР», pheromones@vniikr.ru

Поступила в редакцию 02.06.2021.

Принята к публикации 20.09.2021.

BARK BEETLES (SCOLYTINAE) MONITORING IN NATIONAL RESERVE «KIVACH» FOREST CENOSIS BY DOMESTICALLY PRODUCED PHEROMONE TRAPS

A.A. Chalkin¹, S.N. Lyabzina^{1,2}, E.V. Sinitsyna¹,
A.Yu. Lobur¹, O.A. Donskoy¹

¹Federal State Budgetary Institution «All-Russian Scientific Research Institute of Plant Quarantine», 32, Pogranichnaya st., 140150, Bykovo district, Ramenskoye, Moscow reg., Russia

²Petrozavodsk State University, 33, Lenin av., 185910, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia

chalkin10@yandex.ru

Hereafter, the results on the comparative analysis of *Pityogenes chalcographus* and *Ips typographus* monitoring by the use of pheromone traps are represented. The field trial was conducted within four different forest cenosis of the national reserve area «Kivach». The barrier funnel shaped traps with a lure attracting the bark beetle *Pityogenes chalcographus* and *Ips typographus* produced by FGBU «VNI IKR» were used for the pest monitoring in the four different cenosis. The results suggest that there is a positive correlation between the caught pest number and the type of a cenosis where the pheromone traps were installed.

Keywords: Insect pheromones, traps, *Pityogenes chalcographus*, bark beetle typographer, *Ips typographus*, Kivach nature reserve

Suggested citation: Chalkin A.A., Lyabzina S.N., Sinitsyna E.V., Lobur A.Yu., Donskoy O.A. *Monitoring zhukov koroedov (Scolytinae) v lesnykh tsenozakh zapovednika «Kivach» s pomoshch'yu feromonnykh lovushek otechestvennogo proizvodstva* [Bark beetles (Scolytinae) monitoring in national reserve «Kivach» forest cenosis by domestically produced pheromone traps]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 98–105. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-98-105

Reference

- [1] Douglas H.B., Cognato A.I., Grebennikov V., Savard K. Dichotomous and matrix-based keys to the *Ips* bark beetles of the World (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Canadian J. of Arthropod Identification*, 2019, no. 38. DOI:10.3752/cjai.2019.38
- [2] Lebedeva K.V., Vendilo N.V., Pletnev V.A. *Feromony v zashchite lesov ot vreditel'ey* [Pheromones in the protection of forests from pests]. *Kompleksnyye mery zashchity el'nikov evropeyskoy chasti Rossii po podavleniyu vspyshki massovogo razmnozheniya koroeda-tipografa* [Comprehensive measures for the protection of spruce forests in the European part of Russia to suppress the outbreak of mass reproduction of the typographer bark beetle]. Pushkino: VNIILM, 2001, pp. 30–35.
- [3] Komarova I.A. *Feromony — vazhnyy instrument v sisteme zashchity lesa* [Pheromones are an important tool in the forest protection system]. *Monitoring i biologicheskie metody kontrolya vreditel'ey i patogenov drevesnykh rasteniy: ot teorii k praktike* [Monitoring and biological methods for controlling pests and pathogens of woody plants: from theory to practice]. Moscow: IL SO RAN, 2019, pp. 95–96.
- [4] *Osobo okhranyaemye prirodnye territorii Respubliki Kareliya 1999–2016* [Specially protected natural areas of the Republic of Karelia 1999–2016]. Petrozavodsk: National Library of the Republic of Karelia, 2017, 432 p.
- [5] Abasov M.M. *O bioispytaniyakh feromonov koroeda-tipografa i kashtanovoy moli* [On biotests of pheromones of the bark beetle-typographer and chestnut moth]. *Karantin rasteniy. Nauka i praktika* [Plant Quarantine. Science and Practice], 2013, no. 2, pp. 4–5.
- [6] Todorov N.G., Mitropol'skaya L.V. *Lovushki bar'erno-voronochnye tipa «Bar'er»* [Barrier-funnel traps of the «Barrier» type]. TU 72.11.13-094-04731278-2018. Bykovo: VNI IKR, 2018, 5 p.
- [7] Isaia G., Paraschiv M. Research concerning the effect of synthetic pheromones on *Pityogenes chalcographus* L. in Brasov county. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II*, 2011, t. 4, no. 1, p. 55.
- [8] Vendilo N.V., Seraya L.G. *Primenenie feromonov dlya monitoringa vreditel'ey na territorii GBS RAN* [The use of pheromones for monitoring pests on the territory of the GBS RAS]. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada* [Bulletin of the Main Botanical Garden], 2019, no. 1, pp. 45–49.
- [9] Todorov N.G., Mitropol'skaya L.V. *Dispenser s sinteticheskim agregatsionnym feronomom gravera obyknovennogo Pityogenes chalcographus (Linnaeus)* [Dispenser with synthetic aggregation pheromone of the common *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus) engraver]. TU 72.11.13-108-04731278-2018. Bykovo: VNI IKR, 2018, 6 p.
- [10] Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Pale-ontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 2001, v. 4 (1), 9 p.
- [11] Grodzki W. *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera, Scolytidae) — an indicator of man-made changes in Norway spruce stands. *Biologia-Bratislava*, 1997, v. 52, pp. 217–220.
- [12] Mandel'shtam M.Yu., Popovichev B.G. *Annotirovannyy spisok vidov koroedov (Coleoptera, Scolytidae) Leningradskoy oblasti* [Annotated list of species of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) of the Leningrad Region]. *Entomologicheskoe obozrenie* [Entomological Review], 2000, v. 79, no. 3, pp. 599–618.
- [13] Kukhta V.N., Sazonov A.A., Babul' D.A. *Primenenie porubochnykh ostatkov v kachestve lovchego materiala na osnovnykh vyrubkakh* [The use of felling residues as a trapping material in pine felling areas]. *Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe khozyaystvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyaemykh resursov* [Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources], 2020, no. 2 (234), pp. 100–108.

- [14] Mozolevskaya E.G., Galas'eva T.V., Chemeris M.V. *Vidovoy sostav i osobennosti rasprostraneniya nasekomykh-ksilofagov v zapovednike «Kivach»* [Species composition and distribution of xylophagous insects in the Kivach reserve]. *Entomologicheskie issledovaniya v zapovednike «Kivach»* [Entomological research in the Kivach reserve]. Petrozavodsk: KNTs AN SSSR, 1991, pp. 66–74.
- [15] Klishina L.I., Skokov A.V., Kruglov E.N. *Primenenie feromonnykh lovushek dlya monitoringa chislennosti koroeda-tipografa v usloviyakh nizhegorodskoy oblasti* [The use of pheromone traps for monitoring the number of bark beetle-typographer in the conditions of the Nizhny Novgorod region]. *Vestnik Nizhegorodskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy], 2014, v. 4, pp. 162–167.
- [16] Klyuev V.S. *Fenologiya razvitiya koroeda tipografa v Bryanskoy oblasti* [Phenology of the development of the typographer's bark beetle in the Bryansk region]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Plant Protection and Quarantine], 2012, no. 7, pp. 42–43.
- [17] Kukhta V.N., Blintsov A.I. *Osobennosti i prognoz leta koroeda-tipografa* [Features and forecast of summer bark beetle-typographer]. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya 1. Lesnoe khozyaystvo* [Proceedings of the Belarusian State Technological University. Series 1. Forestry], 2007, no. 15, pp. 343–348.
- [18] Maslov A.D., Komarova I.A., Kotov A.S. *Sostoyanie i dinamika ochagov razmnozheniya koroeda-tipografa v Tsentral'noy Rossii v 2010 i pervoy polovine 2011 g.* [The state and dynamics of breeding centers of the bark beetle-typographer in Central Russia in 2010 and the first half of 2011]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2011, no. 1, pp. 39–46.
- [19] Davydova I.A. *Vliyaniye mikroklimaticeskikh usloviy na vyzhivaemost' koroeda-tipografa v period razvitiya* [Influence of microclimatic conditions on the survival rate of the typographer bark beetle during development]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Bulletin of the St. Petersburg Forestry Academy], 2008, no. 182, pp. 97–103.
- [20] Romanov A.A. *O klimate Karelii* [About the climate of Karelia]. Petrozavodsk: State Publishing House of the KASSR, 1961, 140 p.
- [21] Nazarova L.E. *Klimat Respubliki Kareliya: temperatura vozdukha, izmenchivost' i izmeneniya* [Climate of the Republic of Karelia: air temperature, variability and changes]. *Geopolitika i ekogeodinamika regionov* [Geopolitics and ecogeodynamics of regions], 2014, v. 10, no. 1, pp. 746–749.
- [22] Jurc M. *Spruce bark beetles (Ips typographus, Pityogenes chalcographus, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia: monitoring and modeling. Ecological modelling*, 2006, t. 194, no. 1–3, pp. 219–226.
- [23] Khanday A., Buhroo A. *Life cycle and biology of Pityogenes scitulus Blandford, 1893 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), a pest of Pinus wallichiana in Kashmir, India. J. of Forest Science*, 2021, t. 66, no. 8, pp. 318–328.
- [24] Shelukho V.P., Shoshin V.I., Klyuev V.S. *Dinamika sanitarnogo sostoyaniya el'nikov v period kul'minatsii razmnozheniya tipografa i effektivnost' lesozashchitnykh meropriyatiy* [The dynamics of the sanitary state of spruce forests during the culmination of the reproduction of the typographer and the effectiveness of forest protection measures]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2014, no. 2 (338), pp. 30–39.
- [25] Markovic C., Stojanovic A. *Differences in bark beetle (Ips typographus and Pityogenes chalcographus) abundance in a strict spruce reserve and the surrounding spruce forests of Serbia. Phytoparasitica*, 2010, t. 38, no. 1, pp. 31–37.
- [26] Kheday I.V., Chilakhsaeva E.A. *Entomofagi koroeda-tipografa v el'nikakh Moskovskoy oblasti* [Entomophages of the typographer bark beetle in the spruce forests of the Moscow region]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Plant Protection and Quarantine], 2015, no. 11, pp. 48–49.

Authors' information

Chalkin Andrey Andreevich — Junior Researcher of the Department of Forest quarantine of the Federal state budgetary institution «VNIKR», chalkin10@yandex.ru

Lyabzina Svetlana Nikolaevna — Dr. Sci. (Biology), Associate Professor of Petrozavodsk State University, Junior Researcher of the Karelian branch of the Federal state budgetary institution «VNIKR», slyabzina@petrsu.ru

Sinitsyna Ekaterina Vital'evna — Research Associate, Pheromone testing and application laboratory, «VNIKR», katesinitsyna@gmail.com

Lobur Aleksandr Yur'evich — Senior Researcher, Pheromone synthesis laboratory, «VNIKR», pheromones@vniikr.ru

Donskoy Oleg Anatolyevich — Research Associate, Pheromone synthesis laboratory, «VNIKR», pheromones@vniikr.ru

Received 02.06.2021.

Accepted for publication 20.09.2021.

ОЦЕНКА УПЛОТНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСНОЙ ДОРОГИ

**В.К. Катаров, Н.В. Алешина, В.С. Сюнев,
Е.И. Ратькова, В.И. Марков**

Петрозаводский государственный университет, 185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33

vkatarov@petrsu.ru

Рассмотрена задача прогнозирования уплотненного состояния почвогрунта при строительстве лесной дороги. Приведены и обоснованы положения о формировании механической системы контактирующих частиц уплотняемого почвогрунта. Разработана модель уплотнения слоя рыхлого почвогрунта в системе «уплотняющее устройство — уплотняемый материал». Использован новый в данной области прикладных исследований компартментальный подход, в рамках которого исследуемая система подразделяется на взаимосвязанные отсеки, называемые компартментами, содержание определенной субстанции в каждом из которых представляет собой отдельную переменную системы. Проанализированы различные технологические ситуации — с минимально и максимально допустимыми вылетами стрелы экскаватора. Выполнено моделирование влияния пористости на толщину слоя почвогрунта при его уплотнении, более плотной упаковки частиц и появления остаточных (необратимых) деформаций. Разработана методика определения зависимости, связывающей степень уплотнения почвогрунта с изменением его пористости и деформаций. Обоснована сложность теоретического исследования уплотняемого почвогрунта. Практическая значимость разработанной модели уплотнения слоя почвогрунта и методики оценки его деформаций подтверждена при успешной реализации на стадиях проектирования и мониторинга строительства опытного участка лесной дороги, расположенного в Республике Карелия, на базе Петрозаводского государственного университета.

Ключевые слова: лесопромышленный комплекс, регион, потенциал, эффективность, переработка

Ссылка для цитирования: Катаров В.К., Алешина Н.В., Сюнев В.С., Ратькова Е.И., Марков В.И. Оценка уплотненного состояния почвогрунтов при строительстве лесной дороги // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 106–117. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-106-117

Актуальность проблемы развития сети лесных дорог и совершенствования технологических решений их строительства определена на основании «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 г. № 312-р). Стратегией оговорено, что леса России относятся к важнейшим возобновляемым природным ресурсам и выполняют важнейшие средообразующие и средозащитные функции. Их доля в мировых запасах древесной биомассы составляет более 25 %. Однако потенциал лесного комплекса используется не в полной мере. Ключевое значение для интенсификации использования и воспроизводства лесов имеет лесная инфраструктура, прежде всего плотность сети лесных дорог.

В Стратегии фиксируется, что годовая потребность в новом строительстве лесных дорог составляет в целом по Российской Федерации свыше 2,1 тыс. км автомобильных дорог постоянного действия и свыше 9,3 тыс. км автомобильных дорог сезонного действия. В то же время плановое увеличение протяженности автомобильных дорог с твердым покрытием на землях лесного фонда, по данным лесных планов субъектов Российской Федерации на 2018–2027 гг., за 10 лет составит всего 5 тыс. км, а рост общей плотности лесных

дорог — 0,1 км/1000 га [1]. Для сравнения, ежегодные объемы строительства лесных дорог в Финляндии изменяются в пределах от 0,85 до 1,95 тыс. км при наличии уже довольно развитой сети дорог с плотностью 9...14 км/1000 га [2, 3]. Это еще раз подчеркивает необходимость поиска эффективных ресурсосберегающих решений для интенсификации развития лесотранспортной инфраструктуры.

Цель работы

Цель работы — создание модели уплотнения слоя почвогрунта в системе «уплотняющее устройство — уплотняемый материал», разработка методики определения зависимости степени уплотнения почвогрунта от изменения его пористости и деформаций.

Материалы и методы

Анализ литературы показал, что в настоящее время обоснована экономическая целесообразность использования местных ресурсов при строительстве лесных дорог с учетом почвенно-климатических условий конкретного региона [4–6], выполнен достаточно большой объем исследований, относящихся к планированию грузопотоков в лесопромышленном комплексе [5, 7] и определению оптимальных маршрутов [8] с учетом новых технологий [9] и зарубежного опыта [10–12].

Однако почвенно-климатические различия регионов, допуская возможность использования известных общих принципов построения новых методик проектирования лесных дорог и технологий их строительства, могут создавать условия, при которых получение максимального технико-экономического эффекта от использования местных материалов будут необходимы уточнения свойств почвогрунтов, сезонных и межсезонных особенностей, характеристик имеющегося парка лесозаготовительной техники и других факторов [13, 14]. По этой причине необходимо решение некоторых задач, одна из которых связана с прочностью материалов почвогрунтов при воздействиях, появляющихся как при строительстве лесных дорог, так и при их дальнейшей эксплуатации [7, 14]. Следует отметить, что с учетом относительно небольшого срока службы лесных дорог, ограниченного объемом вывозимой древесины, заготовленной на определенной площади, при их возведении допускается использование почвогрунтов в качестве местных дорожно-строительных материалов.

В дополнение к известным результатам, относящимся к обоснованию новых технологических решений в области строительства лесных дорог и функционированию материалов дорожных конструкций, представляется целесообразным использование научных данных об эволюционной природе деструкции твердых тел и сред [13]. Термин «деструкция» объединяет понятия пластической деформации и разрушения в единый процесс эволюции материала при воздействиях на него, в ходе которого образуется иерархия блоков. При этом процесс деструкции материалов и сред распространяется на частицы всех реально существующих размеров. При строительстве лесной дороги деструкция и разрушение материала могут возникать при попытке его уплотнения выше некоторого предела. Таким образом, важно знать предел рационального уплотнения местных почвогрунтов, которые используются для строительства лесных дорог.

На основании проведенного публикационного анализа сформулирована рабочая гипотеза: при строительстве лесной дороги необходимым является установление предела рационального (или максимального) для данного почвогрунта уплотнения, что позволит избежать как деструкции уплотняемого материала и его разрушения, так и непроизводительных затрат времени, труда и технических ресурсов на его уплотнение после деструкции.

На рис. 1 представлены признаки деструкции материала (на примере песчаного почвогрунта), использованного при строительстве лесной дороги в условиях Республики Карелия [9] (масштабная

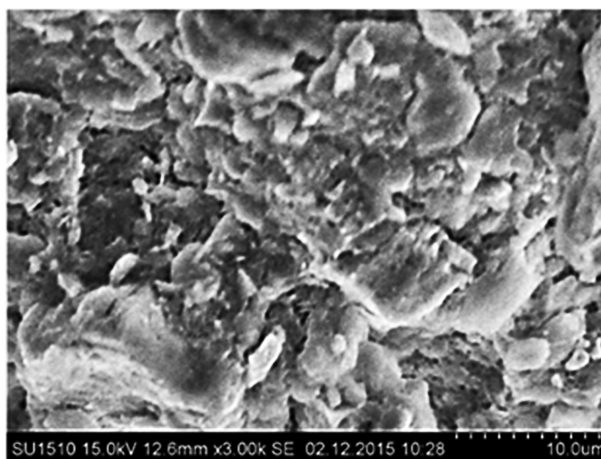


Рис. 1. Микроструктура материала (песчаный почвогрунт)
Fig. 1. Microstructure of the material (sandy soil and subsoil)

линейка 10 мкм, увеличение 3000 раз, электронный микроскоп SU 1510); образец отобран и подготовлен в соответствии с действующими утвержденными нормами и требованиями.

Деструкция и разрушение возникают в том случае, если нагрузка на конструкцию лесной дороги от проходящего автотранспорта превысит несущую способность применяемого дорожно-строительного материала. Осредненное значение несущей способности почвогрунта является линейной функцией его модуля деформации [15], что означает рост несущей способности почвогрунта с увеличением его модуля деформации, достижимый посредством уплотнения почвогрунта. В связи с этим первоочередным представляется исследование процесса уплотнения почвогрунта при воздействии на него конструктивных элементов дорожно-строительных машин.

Уплотняемый почвогрунт как неоднородный материал

В свете общепринятых математических положений уплотнение почвогрунта следует рассматривать как процесс перехода к более плотной упаковке его частиц. С точки зрения механики уплотнение почвогрунта и его консолидация могут быть интерпретированы как модификация материала, заключающаяся в увеличении его прочности, модуля упругости и модуля деформации.

Проведенный анализ результатов электронной микроскопии свидетельствует о разрушении связей между частицами почвогрунта при его уплотнении, что приводит к проскальзыванию (сдвигам) частиц друг относительно друга и, как следствие, необратимому изменению структуры материала. Известно, что для слоев оснований и покрытий лесовозных автомобильных дорог связь между частицами почвогрунта осуществляется непосредственно в «пятнах» контактов (в точках

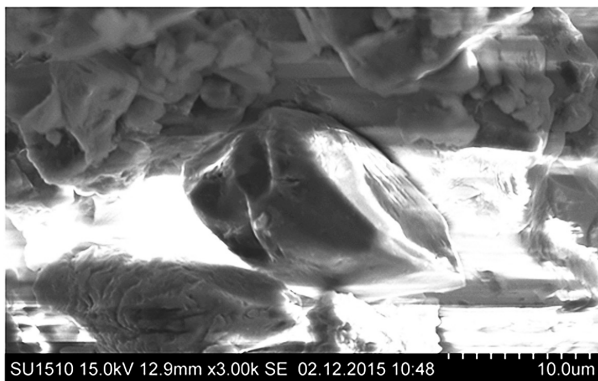


Рис. 2. Фрагмент лесного супесчаного образца
Fig. 2. Fragment of forest sandy loam sample

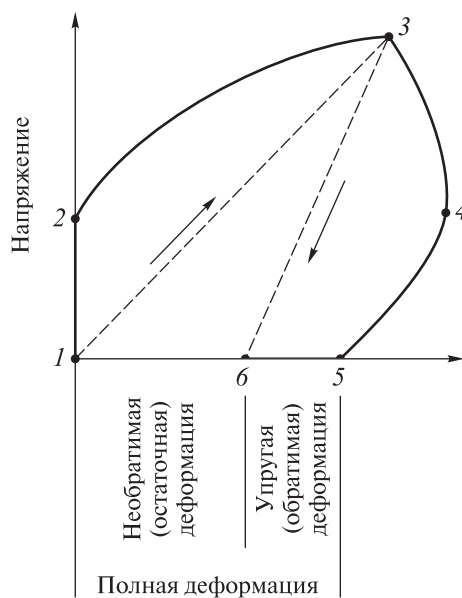


Рис. 3. Определение остаточных деформаций почвогрунта: 1 — момент соударения падающего груза-трамбовки с почвогрунтом; 2 — рост деформации через малый отрезок времени; 3 — максимум напряжения на поверхности контакта; 4 — максимум деформаций почвогрунтов; 5, 6 — восстановление упругих (обратимых) деформаций

Fig. 3. Determination of residual deformations of the soil: 1 — the moment of collision of the falling ramming load with the soil; 2 — growth of deformation after a short period of time; 3 — maximum voltage on the contact surface; 4 — maximum soil deformations; 5, 6 — restoration of elastic (reversible) deformations

соприкосновения движителя машины и покрытия дороги). По этой причине упругие деформации зависят от свойств материала неразрушенных контактирующих частиц [16].

В реальных почвогрунтах возникают как упругие, так и остаточные деформации. Остаточные деформации, доля которых по сравнению с упругими деформациями значительно больше [17], появляются и доминируют вследствие того, что процесс уплотнения почвогрунта сопровождается

разрушением связей между частицами, их перемещением и достижением более плотной упаковки, уменьшением пористости, вытеснением воды и воздуха из пор, консолидацией почвогрунта с образованием новых связей между его частицами за счет физико-химических взаимодействий.

Адекватность приведенных выше положений о формировании механической системы контактирующих частиц уплотняемого грунта подтверждается результатами проведенного анализа технических фотографий (рис. 2), полученных на электронном микроскопе SU-1510. На рис. 2 четко видна частица размером около 10 микрометров (0,01 миллиметра), через которую передается нагрузка от вышележащего микрослоя почвогрунта на нижележащий слой.

Остаточные деформации уплотняемого слоя почвогрунта

Для оценки уплотненного состояния почвогрунтов при строительстве лесных дорог рассмотрена система «уплотняющее устройство — уплотняемый почвогрунт». В качестве исходных данных при моделировании данной системы приняты числовые значения исследуемых физико-механических характеристик почвогрунта.

С точки зрения эксплуатации лесной дороги наибольший интерес представляют остаточные деформации, возникающие в дорожном полотне под действием проходящего транспорта при вывозке древесины. Эти деформации при одной и той же нагрузке тем больше, чем меньше модуль деформации грунта.

Модуль деформации представляет собой обобщенную характеристику почвогрунта, зависящую от упругих, пластических и касательных деформаций. Концептуальным аспектом разрабатываемого подхода к моделированию слоя уплотняемого почвогрунта является результат воздействия уплотняющего устройства на уплотняемый почвогрунт. С помощью применения понятия секущего модуля упругости, нелинейные зависимости для напряжений и деформаций [16], были заменены двумя линейными зависимостями, одна из которых соответствовала возрастанию давления на почвогрунт, а вторая — уменьшению давления (рис. 3).

На следующем этапе выполнялась оценка эффективности повторных нагружений почвогрунта при его уплотнении в рамках технологических возможностей строительства лесных дорог.

Очевидно, что при первичном нагружении почвогрунтов появляются как упругие, так и пластические деформации (см. рис. 3), а при разгрузке и повторном нагружении — преимущественно упругие деформации [18]. Следовательно, с каждым очередным циклом происходит снижение

эффективности уплотнения почвогрунта. В частности, подтверждением данного положения являются результаты экспериментальных исследований [19], согласно которым при увеличении частоты цикла нагружений уменьшается относительная деформация почвогрунта в пределах каждого цикла. Чем больше частота цикла нагружений, тем меньше время воздействия нагрузки на почвогрунт, поэтому поровая вода за непродолжительный промежуток времени не успевает вытесняться из пор почвогрунта. При этом в условиях малой водопроницаемости глинистый почвогрунт начинает работать как упругий материал с минимальными неупругими деформациями.

В рамках предлагаемого подхода к моделированию деформаций уплотняемого почвогрунта необходимо определить секущий модуль упругости почвогрунта при первичном, повторном и последующих нагружениях.

По причине сложности рассмотрения почвогрунта как объекта моделирования и расчета необходимо проведение предварительных расчетов, анализ результатов которых позволит обосновать выбор корректной модели. В данных расчетах могут быть приняты известные значения модуля деформации сжимаемого почвогрунта при первом и повторном нагружениях [20–25], которые согласуются с результатами наших исследований на опытном участке лесовозной ветки [21].

Моделирование изменений пористости и деформаций уплотняемого почвогрунта

В настоящее время актуальной задачей является разработка методики определения зависимости, связывающей способ и степень уплотнения с изменением комплекса физико-механических свойств (пористости и др.), и выявления значения реально достижимой в различных условиях плотности.

С физической точки зрения описание процесса уплотнения опирается на следующую систему понятий и допущений, необходимых для обоснования конкретных эмпирических зависимостей:

1) уплотняемый почвогрунт представляет собой пористый материал, поры равномерно распределены по объему грунта;

2) в процессе уплотнения имеют место обратимые (упругие) и необратимые (остаточные, пластические) деформации;

3) упругие деформации зависят от модуля упругости частиц, образующих скелет почвогрунта;

4) необратимые деформации зависят от пористости почвогрунта, а также от величины и продолжительности действия нагрузки; с увеличением продолжительности действия нагрузки

объем пор уменьшается, накапливаются остаточные деформации;

5) объем частиц, образующих скелет почвогрунта, остается постоянным в процессе уплотнения; с учетом допущения 4 уплотнение приводит к уменьшению доли пор в объеме почвогрунта (в пределе до нуля).

Математический смысл описываемой физической модели процесса уплотнения массива почвогрунта, начальный объем которого равен V_0 , заключается в следующем: в процессе уплотнения давление p на почвогрунт увеличивается, его объем V уменьшается и становится равным V_k . Таким образом, в любой момент времени

$$V_0 \leq V \leq V_k \text{ и } 0 \leq p \leq p_k. \quad (1)$$

Если продолжительность уплотнения разбить на одинаковые достаточно малые отрезки времени Δt , то каждому отрезку будет соответствовать изменение давления Δp .

Пусть в некоторый момент времени $t_i = t$ и, соответственно, при давлении $p_i = p$ объем частиц скелета почвогрунта равен V_a . Объем пор в тот же момент времени равен V_b . Тогда объем почвогрунта составляет

$$V = V_a + V_b. \quad (2)$$

Определение доли частиц скелета почвогрунта C_a и доли пор C_b в объеме почвогрунта V принимает вид

$$C_a = \frac{V_a}{V}; \quad (3)$$

$$C_b = \frac{V_b}{V}. \quad (4)$$

В момент времени $t_{i+1} = t + \Delta t$ при $p_{i+1} = p + \Delta p$ объем частиц скелета почвогрунта останется прежним, равным V_a . Однако их доля в объеме почвогрунта увеличится, поскольку объем пор уменьшится на величину ΔV_b :

$$V_b^* = V_b - \Delta V_b. \quad (5)$$

Соответственно, объем почвогрунта будет равен

$$V^* = V_a + V_b - \Delta V_b = V - \Delta V_b. \quad (6)$$

При прочих равных условиях долю (концентрацию) C_a^* частиц скелета в уплотняемом материале объемом V^* при давлении $p_{i+1} = p + \Delta p$ можно выразить следующим образом

$$C_a^* = C_a + \Delta C_a = \frac{V_a}{V^*} = \frac{V_a}{(V - \Delta V_b)}. \quad (7)$$

Анализ физического содержания задачи позволяет сформулировать гипотезу: величина ΔV_b пропорциональна Δp и объему пор в почвогрунте

V_b при давлении p . В связи с этим обоснованным является соотношение

$$\Delta V_b = \left(\frac{\Delta p}{\tau} \right) V_b, \quad (8)$$

где τ — не изменяющийся с течением времени параметр модели, который зависит от конструктивно-технологических характеристик уплотняющего устройства и физико-механических свойств уплотняемого почвогрунта. Параметр τ имеет ту же размерность, что и p , подлежит определению по результатам технологического эксперимента. Переходя к безразмерным переменным, следует ввести обозначение

$$\Delta \theta = \frac{\Delta p}{\tau}. \quad (9)$$

Подставив выражение (8) в формулу (7) с учетом условий (3), (4) и (9), получаем

$$C_a + \Delta C_a = \frac{C_a}{(1 - \Delta \theta C_b)}. \quad (10)$$

Предполагая, что ΔC_a и $\Delta \theta C_b$ достаточно малы, и пренебрегая на этом основании произведением ($\Delta C_a \cdot \Delta \theta C_b$), равенство (10) принимает вид

$$\Delta C_a = C_a \Delta \theta C_b. \quad (11)$$

Учитывая, что

$$C_a + C_b = 1, \quad (12)$$

и переходя к пределу при $\Delta \theta \rightarrow 0$, получаем дифференциальное уравнение

$$\frac{dC_a}{C_a(1 - C_a)} = d\theta. \quad (13)$$

Здесь $d\theta = \frac{dp}{\tau}$. Интегрирование с учетом усло-

вия $C_a = C_{a0}$ при $\theta = 0$ после преобразований приводит к расчетной формуле для определения C_a в зависимости от безразмерного параметра времени $\theta = \frac{p}{\tau}$

$$C_a = \frac{C_{a0} \exp \theta}{1 + C_{a0}(\exp \theta - 1)}. \quad (14)$$

С учетом уравнений (12) и (14) доля пор в объеме (пористость) уплотняемого почвогрунта может быть определена как

$$\begin{aligned} C_b = 1 - C_a &= 1 - \frac{C_{a0} \exp \theta}{1 + C_{a0}(\exp \theta - 1)} = \\ &= \frac{1 - C_{a0}}{1 + C_{a0}(\exp \theta - 1)} = \frac{C_{b0}}{C_{b0}(1 - \exp \theta) + \exp \theta}. \end{aligned} \quad (15)$$

Практическое применение зависимости (15) предусматривает необходимость определения $\theta = \frac{p}{\tau}$, т. е. параметр τ , который может рассма-

триваться как некоторая технологическая константа. Чтобы найти параметр τ , достаточно по результатам пробного уплотнения почвогрунта экспериментально определить его пористость C_{b0} до начала уплотнения и пористость C_b после уплотнения при фиксированном давлении p . Затем, учитывая, что $\theta = \frac{p}{\tau}$, определить параметр τ с помощью (15).

С методологической точки зрения для практического применения полученных зависимостей важно определить типичные значения исследуемых характеристик. Физически безразмерная величина C_b есть пористость грунта. Согласно принятой классификации в ГОСТ 25100–2011 Грунты. Классификация в зависимости от значений пористости почвогрунт подразделяется на четыре категории:

- 1) непористый, $n \leq 3 \%$;
- 2) слабопористый, $3 \% < n \leq 10 \%$;
- 3) среднепористый, $10 \% < n \leq 30 \%$;
- 4) сильнопористый, $n > 30 \%$.

Здесь $n = 100 C_b \%$.

В числе других характеристик почвогрунтов используется также коэффициент пористости (относительная пористость). С учетом уравнений (14) и (15) получаем

$$e = \frac{C_b}{C_a} = \frac{C_{b0}}{C_{a0} \exp \theta} = \frac{C_{b0}}{(1 - C_{b0}) \exp \theta}. \quad (16)$$

С практической точки зрения в целях обоснования рекомендаций по строительству лесной дороги с использованием местных почвогрунтов важно определить взаимосвязь пористости с изменением толщины слоя уплотняемого почвогрунта.

Моделирование влияния пористости на толщину слоя почвогрунта при его уплотнении

Используемый для строительства лесной дороги почвогрунт до его уплотнения является весьма рыхлым и сильнопористым. Необходимость дозирования нагрузок на материал в процессе строительства дороги объясняется наличием существенных различий в изменении пористости рыхлого и плотного почвогрунтов при их уплотнении.

В рамках рассматриваемой модели уплотнение слоя рыхлого почвогрунта достигается за счет уменьшения его пористости C_b (15), более плотной упаковки частиц и появления остаточных (необратимых) деформаций (см. рис. 3). Модель

является приближенной, поскольку не учитывается дилатансия почвогрунта, которая может иметь место при избыточно больших нагрузках на стадии эксплуатации дороги (на стадии строительства — при ошибках проектирования и технологии). Дилатансия проявляется в расширении плотных песков при определенной величине сдвига и сжатии рыхлых песков. Увеличение объема почвогрунта при сдвиге называется положительной дилатансией, а сжатие — отрицательной дилатансией. При этом существует начальная пористость песка, которая при сдвиге не изменяется и называется критической [10].

В целях исследования влияния пористости почвогрунта на толщину слоя при его уплотнении можно применить компартментальный подход [26–27]. В рамках данного подхода исследуемая система подразделяется на взаимосвязанные отсеки, называемые компартментами, содержание определенной субстанции в каждом из которых представляет собой отдельную переменную системы [11, 22].

$b : C_b; V_b$	h_b	$C_b - \Delta C_b; V_b - \Delta V_b$	Δh
			$h_a - \Delta h$
$a : C_a; V_a$	h_a	$C_a - \Delta C_a; V_a$	h_a

Рис. 4. Определение осадки почвогрунта
Fig. 4. The estimation of soil and subsoil settlement

На рис. 4 некоторый объем почвогрунта представлен в виде двух компартментов, в одном из которых (a) условно сосредоточены все твердые частицы и пористость материала равна нулю, а в другом (b) — все поры.

Предположительно уплотнение почвогрунта не сопровождается горизонтальными перемещениями его частиц (боковыми деформациями), т. е. такими перемещениями можно пренебречь. В этом случае уменьшение объема уплотняемого слоя почвогрунта с точки зрения геометрии связано только с уменьшением толщины слоя, первоначально равной

$$h = h_a + h_b. \tag{17}$$

Тогда, по аналогии с выражениями (3) и (4) получаем

$$C_b = \frac{h_b}{h}; h_b = C_b h = C_b (h_a + h_b); h_b (1 - C_b) = C_b h_a,$$

или, с учетом уравнения (12)

$$h_b C_a = C_b h_a. \tag{18}$$

Равенство (19) выполняется в любой момент времени, в том числе при $t = t_0$

$$h_{b0} C_{a0} = C_b h_{a0}. \tag{19}$$

Вследствие уменьшения объема пор и появления необратимых деформаций толщина слоя уменьшается на Δh , причем это уменьшение вызвано только изменением h_b , т. е. $\Delta h = \Delta h_b$, поскольку деформации твердых частиц в компартменте (a) не учтены. Поэтому $h_{a0} = h_a$. Принимая во внимание равенства (18) и (19), получаем

$$\frac{h_b}{h_a} = \frac{h_b}{h_{a0}} = \frac{C_b}{C_a}. \tag{20}$$

Поскольку $h_b = h_{b0} - \Delta h$, то

$$\frac{h_{b0} - \Delta h}{h_{a0}} = \frac{C_b}{C_a}. \tag{21}$$

Следовательно:

$$\Delta h = h_{b0} - h_{a0} \frac{C_b}{C_a} = h_{b0} - (h_0 - h_{b0}) = \frac{C_b}{C_a}. \tag{22}$$

Здесь $h_{b0} = C_{b0} h_0$. Тогда, с учетом уравнения (16), изменение толщины слоя уплотняемого почвогрунта будет равно

$$\Delta h = h_0 C_{b0} \left(1 - \frac{1}{\exp \theta} \right). \tag{23}$$

В предельных случаях, если $\theta = 0$, то $\Delta h = 0$; если $\theta \rightarrow \infty$, то $\Delta h \rightarrow h_0 C_{b0}$.

Используя равенство (23), определяем относительное изменение толщины слоя уплотняемого почвогрунта:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = C_{b0} \left(1 - \frac{1}{\exp \theta} \right). \tag{24}$$

Начальная толщина слоя уплотняемого почвогрунта h_0 в равенстве (23) определяется с учетом результатов экспериментов, технологии и опыта строительства. Реалистичные значения h_0 могут находиться в интервале от 30 до 50 см.

Из формул (24) и (25) следует, что если $\theta \rightarrow \infty$, то $\Delta h \rightarrow h_0 C_{b0}$ и $\varepsilon \rightarrow C_{b0}$. В этом случае пористость материала в компартменте (a) по рис. 4 равна нулю. Однако такая пористость при уплотнении реальных почвогрунтов недостижима, поскольку существует максимальная плотность, достижимая при оптимальной влажности почвогрунта [10].

Таким образом, по аналогии с известным подходом к корректировке параметров моделей в механике грунтов [23], полученные по формулам (23) и (24) значения следует умножить на безразмерный эмпирический коэффициент, обозначенный ξ , $0 < \xi < 1$:

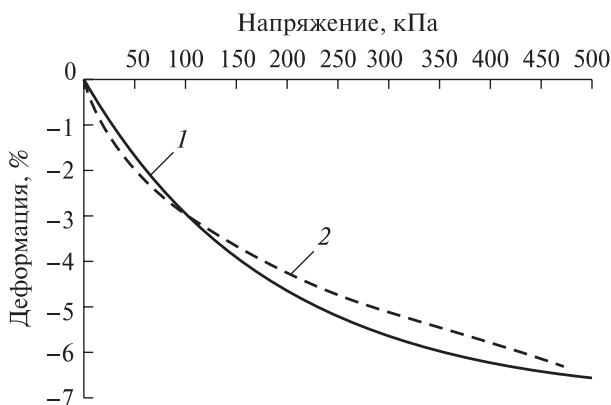


Рис. 5. Результаты расчета по предлагаемой методике (1) и известные экспериментальные данные (2)

Fig. 5. Calculation results by the proposed method (1) and known experimental data (2)

$$\Delta h = \xi h_0 C_{b0} \left(1 - \frac{1}{\exp \theta} \right); \quad (25)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \xi C_{b0} \left(1 - \frac{1}{\exp \theta} \right). \quad (26)$$

Параметры τ и ξ рекомендуется определять по следующей методике:

1) определить пористость грунта C_{b0} ;

2) создать постоянное давление p на образец или на участок слоя почвогрунта толщиной h_0 и экспериментально определить осадку Δh по истечении достаточно большого времени, когда изменениями напряжений и деформаций вследствие реологических свойств почвогрунта можно пренебречь. Тогда в формуле (25) можно принять

$$\theta = \infty, \quad \frac{1}{\exp \theta} = 0. \quad \text{Получаем } \Delta h = \xi h_0 C_{b0}, \quad \text{откуда}$$

$$\xi = \frac{\Delta h}{h_0 C_{b0}}. \quad \text{При расчетной нагрузке указанными}$$

изменениями деформаций пренебрегают, если данная нагрузка вызывает изменение относительной деформации не более 1%; данная рекомендация методологически аналогична исключению из расчетов приближающегося к асимптоте фрагмента гиперболы [18];

3) уменьшить давление на почвогрунт, например, в 2 раза и определить осадку Δh (что можно выполнить на втором шаге методики). Далее, используя найденное на втором шаге значение ξ и формулу (25), методом подбора определить такое значение θ , при котором осадка будет равна измеренному значению. Затем найти $\tau = \frac{p}{\theta}$.

Приведем пример, в котором $C_{b0} = 0,39$; $\xi = 0,18$; $\tau = 182$ кПа. Результаты вычислений относитель-

ной деформации ε по формуле (26) отражены в графической форме (сплошная линия) на рис. 5. На этом же рисунке представлены экспериментальные данные [18].

Результаты и обсуждение

Уплотняющее воздействие движителей лесных машин — актуальная тема, которой уделено внимание в работах отечественных и зарубежных авторов. Предлагаемая методика расчета имеет некоторые особенности, приведенные и обоснованные в ближайшем изложении. С учетом прикладных аспектов рассмотренной методики моделирования уплотняемого почвогрунта приближенно определено давление p . В рамках технологии строительства лесных дорог, предусматривающей перемещение земляных масс из боковых (придорожных) канав и резервов в тело земляного полотна [9], уплотнение выполняется при контактом давлении тыльной частью ковша экскаватора, в результате чего сила контактного взаимодействия может составить половину веса экскаватора. При этом если масса экскаватора 17 000 кг и площадь контакта тыльной части ковша экскаватора с подстилающим материалом при его уплотнении примерно 1 м², то в данном частном случае давление на почвогрунт по площади контакта будет равно

$$p = \frac{17\,000 \cdot 9,81}{2 \cdot 1} = 83385 \text{ Па} \approx 83,4 \text{ кПа}.$$

Более подробные данные о моделировании лесохозяйственных машин и экскаваторов, а также анализ сил, возникающих при их функционировании, приведены в литературных источниках [22, 24, 26]. В качестве примера был рассмотрен одноковшовый гусеничный гидравлический экскаватор Hyundai R220LC-9A:

1) массой 22 250 кг;

2) усилием копания ковша 152 кН;

3) массой, которую выдерживает стрела, 13,5 т (в рамках исследования это означало, что наибольшая сила контактного давления при уплотнении грунта тыльной поверхностью ковша составляет 135 кН);

4) длиной стрелы 6,2 м.

В пояснение некоторых особенностей уплотнения почвогрунта дорожного полотна по предлагаемой технологии [9] рассмотрена и приведена конкретная технологическая ситуация (рис. 6): экскаватор оказывает давление тыльной поверхностью ковша на почвогрунт; при этом давление максимально при данном положении стрелы.

Вес P и площади A_1 и A_2 могут быть определены по техническим характеристикам экскаватора. Расстояния от центра тяжести экскаватора до центров тяжести площадок A_1 и A_2 обозначены соответственно a и c .

Из условий статического равновесия следует, что

$$p_1 = \frac{Pc}{A_1(a+c)}, \quad (27)$$

$$p_2 = \frac{Pa}{A_2(a+c)}. \quad (28)$$

Моделирование работы землеройно-транспортной дорожно-строительной машины проведено на примере экскаватора HOLLAND E135BSR, обладающего следующими техническими характеристиками:

- эксплуатационная масса 14 700 кг;
- вес 144 207 Н;
- гусеничная база 3,045 м;
- ширина гусениц 0,5 м;
- максимальный вылет стрелы 8,830 м;
- вместимость ковша 1 м³.

С учетом приведенных технических характеристик экскаватора, а также условных обозначений (см. рис. 6) рассмотрены две технологические ситуации, в одной из которых вылет стрелы минимально допустимый, а в другой — максимально возможный. В ситуации 1 (см. ниже) расстояние минимально допустимо и равно $c = 2,1$ м. В ситуации 2 (см. ниже) расстояние максимально возможно и равно $c = 8,8$ м. Вес $P = 144\,207$ Н. Расстояние a принято равным половине гусеничной базы: $a = 1,5$ м. Опора движителя машины на почвогрунт может осуществляться как по всей длине гусеницы (тогда давление на почвогрунт минимально), так и на части ее длины (тогда давление на почвогрунт будет больше минимального). Смоделирована ситуация, когда давление гусениц на почвогрунт близко к максимально возможному давлению, что, как показал наш опыт строительства экспериментальной лесной дороги, соответствует площади опирания задних частей двух гусениц A_1 порядка 1 м² (передняя часть гусениц экскаватора приподнята, часть нагрузки передается на почвогрунт через тыльную часть ковша). Площадь A_2 опирания тыльной части коша на почвогрунт при его уплотнении в принятой модификации экскаватора примерно равна 1 м².

Технологическая ситуация 1

Давление под гусеницами:

$$p_1 = \frac{Pc}{A_1(a+c)} = \frac{144\,207 \cdot 2,1}{1(1,5+2,1)} = 84\,121 \text{ Па.}$$

Давление под ковшом:

$$p_2 = \frac{Pa}{A_2(a+c)} = \frac{144\,207 \cdot 1,5}{1(1,5+2,1)} = 60\,086 \text{ Па.}$$

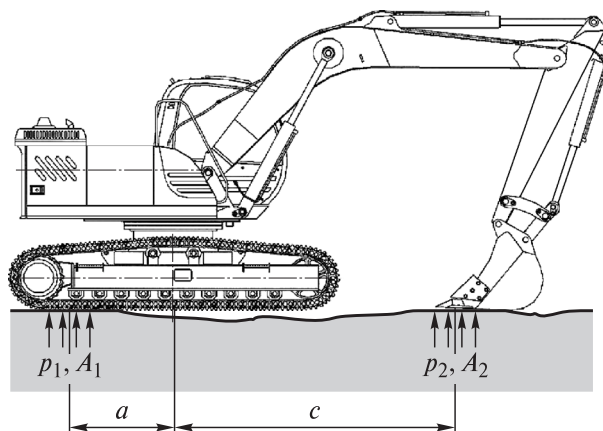


Рис. 6. К расчету уплотняющего давления ковша и гусениц на уплотняемый почвогрунт: P — вес экскаватора, распределяется на площадки A_1 и A_2 ; p_1 и A_1 — давление на почвогрунт и площадь контакта гусениц; p_2 и A_2 — давление на почвогрунт и площадь контакта тыльной части ковша

Fig. 6. To the calculation of the compaction pressure of the hoe and tracks on the compacted soil: P — the weight of the excavator, distributed to sites A_1 and A_2 ; p_1 and A_1 — pressure on the soil and the contact area of the tracks; p_2 and A_2 — pressure on the soil and the contact area of the rear of the hoe

Технологическая ситуация 2

Давление под гусеницами:

$$p_1 = \frac{Pc}{A_1(a+c)} = \frac{144\,207 \cdot 8,8}{1(1,5+8,8)} = 123\,206 \text{ Па.}$$

Давление под ковшом:

$$p_2 = \frac{Pa}{A_2(a+c)} = \frac{144\,207 \cdot 1,5}{1(1,5+8,8)} = 21\,001 \text{ Па.}$$

Таким образом, в случае максимального вылета стрелы при использовании экскаватора в режиме уплотнения наибольшее давление на почвогрунт имеет место под гусеницами (123 206 Па), а под ковшом давление минимально (21 001 Па). Если вылет стрелы минимальный, то наибольшее давление на почвогрунт также имеет место под гусеницами (84 121 Па), при этом под ковшом давление на уплотняемый почвогрунт равно 60 086 Па.

Определив давление на почвогрунт, можно с использованием зависимости (26) вычислить осадку Δh . Таким образом, для максимального из найденных выше значений давления и значений показателей $\xi = 0,71$; $h_0 = 0,4$ м; $C_{b0} = 0,43$; $\tau = 51\,000$ Па осадка составит:

$$\begin{aligned} \Delta h &= \xi h_0 C_{b0} \left(1 - \frac{1}{\exp \theta} \right) = \\ &= 0,71 \cdot 0,4 \cdot 0,43 \left(1 - \frac{1}{\exp \left(\frac{123\,206}{51\,000} \right)} \right) = 0,111 \text{ м.} \end{aligned}$$

Сложность теоретического исследования уплотняемого почвогрунта объясняется тем, что в течение всего процесса приложения внешней нагрузки среда деформируется и при каждом циклическом приложении нагрузки «набирает» прочность и, как следствие, постоянно изменяет свои свойства [22].

Выводы

Разработана модель уплотнения слоя почвогрунта в системе «уплотняющее устройство — уплотняемый материал». При этом почвогрунт рассмотрен как неоднородный пористый материал. Для моделирования уплотнения такого материала использован новый в данной области прикладных исследований компартментальный подход. Выполнено моделирование влияния пористости на толщину слоя почвогрунта при его уплотнении. Разработана методика определения зависимости, связывающей степень уплотнения почвогрунта с изменением его пористости и деформаций. Практическое значение разработанной модели уплотнения слоя почвогрунта и методики оценки его деформаций подтверждено при использовании на стадиях проектирования и мониторинга строительства опытного участка лесной дороги [9, 21].

Список литературы

- [1] Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573658653>. (дата обращения 09.06.2021).
- [2] Герасимов Ю.Ю., Катаров В.К. Лесные дороги. Йоэнсуу: НИИ Леса Финляндии, 2011. 70 с.
- [3] Сюнев В.С., Катаров В.К., Рожин Д.В., Герасимов Ю.Ю. Рациональное лесопользование: экология, биоэнергетика, инфраструктура // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: Материалы XII Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 145-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова, Москва; Браслав, 30 сентября–06 октября 2012 г. Москва; Браслав: МГУЛ, 2012. С. 40–43.
- [4] Катаров В.К., Карпов В.А. Совершенствование технологии строительства лесных дорог с применением отходов заготовки и переработки древесины // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика: Сб. статей VI Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 20 марта 2017 г. Пенза: Наука и просвещение, 2017. С. 32–36.
- [5] Камусин А.А., Кондрашова Е.В., Левушкин Д.М., Бурмистров В.А. Ресурсное обеспечение процесса строительства, ремонта и содержания участков лесных автомобильных дорог // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2014. № 2 (101). С. 21–27.
- [6] Шегельман И.Р., Будник П.В. Типизация лесных территорий по природно-производственным условиям на основе кластерного анализа // ИВУЗ Лесной журнал, 2021. № 1. С. 120–137.
- [7] Симоненков М.В., Салминен Э.О., Бачериков И.В. Оптимизация ежемесячного планирования лесных грузопотоков // Resources and Technology, 2016. Т. 13. № 3. С. 1–29.
- [8] Герасимов Ю.Ю., Сюнев В.С., Соколов А.П. Алгоритмы определения оптимальных маршрутов на графах для решения задач управления системами транспортировки древесины для лесопромышленного комплекса и биоэнергетики // Resources and Technology, 2010. Т. 8. С. 30–33.
- [9] Ковалева Н.В. Опыт строительства и эксплуатации лесной дороги с заданными прочностными характеристиками // В мире научных открытий, 2015. № 10.1 (70). С. 511–520.
- [10] Болдырев Г.Г., Малышев М.В. Механика грунтов. Основания и фундаменты (в вопросах и ответах). Пенза: Изд-во ПГУАС, 2009. 412 с.
- [11] Логвенков С.А., Штейн А.А. Компартментальное моделирование транспортных процессов в корне растений, учитывающее присутствие пограничных слоев // Российский журнал биомеханики, 2013. Т. 17. № 4 (62). С. 37–46.
- [12] Akgul M., Demir M., Akay A.E. Analyzing dynamic curve widening on forest roads // Journal of Forestry Research, 2017, v. 28, no. 2, pp. 411–417.
- [13] Макаров П.В. Эволюционная природа деструкции твердых тел и сред // Физическая мезомеханика, 2007. Т. 10. № 3. С. 23–38.
- [14] Сушков С.И., Бурмистрова О.Н. Применение геосинтетических и геопластиковых материалов в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГЛУ, 2016. 128 с.
- [15] Хитров Е.Г., Божбов В.Е., Ильюшенко Д.А. Расчет несущей способности лесных почвогрунтов под воздействием колесных движителей // Системы. Методы. Технологии, 2014. № 4 (24). С. 122–126.
- [16] Калужский Я.А., Батраков О.Т. Уплотнение земляного полотна и дорожных одежд. М.: Транспорт, 1970. 160 с.
- [17] Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов. Состояния вопроса. Пенза: Изд-во ПГУАС, 2008. 696 с.
- [18] Строкова Л.А. Определение параметров деформируемости грунтов для упругопластических моделей // Вестник Томского государственного университета, 2013. № 367. С. 190–194.
- [19] Хасанов Р.Р., Гиниятуллин Р.Р. Экспериментальные исследования деформативности водонасыщенных глинистых грунтов при циклических нагрузениях // Изв. Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2008. № 2 (10). С. 85–89.
- [20] Соколова О.В. Подбор параметров грунтовых моделей в программном комплексе PLAXIS 2D // Инженерно-строительный журнал, 2014. № 4 (48). С. 10–16.
- [21] Ковалева Н.В. Обоснование технологических решений строительства лесных дорог по критерию прочности дорожного полотна // Уч. зап. Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки, 2015. № 6 (151). С. 111–113.
- [22] Салминен Э.О. Лесные дороги. Справочник / под ред. Э.О. Салминена. СПб.: Лань, 2012. 496 с.
- [23] Строкова Л.А. Корректировка параметров упругости упруго-пластической модели путем моделирования лабораторных испытаний // Изв. Томского политехнического университета, 2009. Т. 315. № 1. С. 87–92.
- [24] Александров В.А., В.И. Варва, Г.Ш. Гасымов. Моделирование технологических процессов лесохозяйственных машин. С.-Пб.: Изд-во СПбГЛТА, 2004. 95 с.
- [25] Савельев С.В. Исследования напряженно-деформируемого состояния упруго-вязкой среды при вибрационном нагружении // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии, 2012. № 25. С. 83–87.
- [26] Svenson G., Fjeld D. The impact of road geometry and surface roughness on fuel consumption of logging trucks // Scandinavian J. of Forest Research, 2016, v. 31, no. 5, pp. 526–536.
- [27] Stefanou S.S., Kastellakis G., Poirazi P. Creating and Constraining Compartmental Models of Neurons Using Experimental Data / Advanced Patch-Clamp Analysis for Neuroscientists, 2016, pp. 325–343. DOI:10.1007/978-1-4939-3411-9_15

Сведения об авторах

Катаров Василий Кузьмич — канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Института лесных, горных и строительных наук, Петрозаводский государственный университет, vkatarov@petsu.ru

Алешина Наталья Владимировна — канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры технологии и организации строительства Института лесных, горных и строительных наук, Петрозаводский государственный университет, kovaleva_natalia@petsu.ru

Сюнев Владимир Сергеевич — д-р техн. наук, профессор кафедры транспортных и технологических машин и оборудования Института лесных, горных и строительных наук, Петрозаводский государственный университет, syunev@petsu.ru

Ратькова Елена Игоревна — канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Института лесных, горных и строительных наук, Петрозаводский государственный университет, ratjkova@mail.ru

Марков Владимир Иванович — канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Института лесных, горных и строительных наук, Петрозаводский государственный университет, vmarkov@petsu.ru

Поступила в редакцию 10.07.2021.

Принята к публикации 14.09.2021.

ASSESSMENT OF SOIL COMPACTED STATE IN FOREST ROAD COSTRUCTION

V.K. Katarov, N.V. Aleshina, V.S. Syunev, E.I. Rat'kova, V.I. Markov

Petrozavodsk State University, 33, Lenin av., 185910, Petrozavodsk, Russia

vkatarov@petsu.ru

The issue of soil compacted state forecasting during the construction of a forest road is considered. The mechanical system formation of contacting particles of the compacted soil are given and substantiated. A model of compaction of a loose soil layer in the system "compaction device - compacted material" has been developed. A new compartment approach in this field of applied research was used, within which the system under study is subdivided into interconnected units, called compartments, the content of a certain substance in each of them is a separate variable of the system. Various technological situations are analyzed with the minimum and maximum allowable boom outreach of the excavator. The modeling of the effect of porosity on the soil layer thickness during its compaction, denser packing of particles and the appearance of residual (irreversible) deformations has been carried out. A method for determining the relationship between the degree of soil compaction and changes in its porosity and deformations has been developed. The complexity of the theoretical study of the compacted soil is substantiated. The practical significance of the developed model of soil layer compaction and the methodology for assessing its deformations has been confirmed with successful implementation at the design and monitoring stages of the construction of a pilot section of a forest road located in the Republic of Karelia on the basis of Petrozavodsk State University.

Keywords: forest road, cyclical influence, consolidation of soil and subsoil layer

Suggested citation: Katarov V.K., Aleshina N.V., Syunev V.S., Rat'kova E.I., Markov V.I. *Otsenka uplotnennogo sostoyaniya pochvo-gruntov pri stroitel'stve lesnoy dorogi* [Assessment of soil compacted state in forest road construction]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 106–117.

DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-106-117

References

- [1] *Strategii razvitiya lesnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda* [Strategies for the development of the Russian Federation forestry complex for the period up to 2030]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573658653>. (accessed 09.06.2021).
- [2] Gerasimov Yu.Yu., Katarov V.K. *Lesnye dorogi* [Forest roads]. Joensuu: Finnish Forest Research Institute, 2011, 70 p.
- [3] Syunev V.S., Katarov V.K., Rozhin D.V., Gerasimov Yu.Yu. *Ratsional'noe lesopol'zovanie: ekologiya, bioenergetika, infrastruktura* [Rational forest management: ecology, bioenergy, infrastructure]. *Lesa Evrazii — Belorusskoe Poozer'e: Materialy XII Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 145-letiyu so dnya rozhdeniya professora G.F. Morozova* [Forests of Eurasia — Belarusian Poozerie. Materials of the XII International Conference of Young Scientists dedicated to the 145th anniversary of the birth of Professor G.F. Morozov], Moscow; Braslav, 30 sentyabrya–06 oktyabrya 2012 g. Moscow–Braslav: MSFU, 2012, pp. 40–43.

- [4] Katarov V.K., Karpov V.A. *Sovershenstvovanie tekhnologii stroitel'stva lesnykh dorog s primeneniem otkhodov zagotovki i pererabotki drevesiny* [Improvement of the technology of construction of forest roads with the use of waste wood harvesting and processing]. *Innovatsionnye nauchnye issledovaniya: teoriya, metodologiya, praktika* sbornik statey VI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Innovative research activities: theory, methodology, practices. Collected works of VI International Research-to-Practice Conference]. 2017, pp. 32–36.
- [5] Kamusin A.A., Kondrashova E.V., Levushkin D.M., Burmistrov V.A. *Resursnoe obespechenie protsessa stroitel'stva, remonta i sodержaniya uchastkov lesnykh avtomobil'nykh dorog* [Resource support for the construction, repair and maintenance of forest road sections]. *Moscow state forest university bulletin — Lesnoy vestnik*, 2014, no. 2 (101), pp. 21–27.
- [6] Shegel'man I.R., Budnik P.V. *Tipizatsiya lesnykh territoriy po prirodno-proizvodstvennym usloviyam na osnove klaster'nogo analiza* [Typification of forest areas according to natural production conditions based on cluster analysis]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2021, no. 1, pp. 120–137.
- [7] Simonenkov M.V., Salminen E.O., Bacherikov I.V. *Optimizatsiya ezhemesyachnogo planirovaniya lesnykh gruzopotokov* [An optimization model for monthly timber flow planning]. *Resources and Technology*, 2016, v. 13, no. 3, pp. 1–29.
- [8] Gerasimov Yu.Yu., Syuney V.S., Sokolov A.P. *Algoritmy opredeleniya optimal'nykh marshrutov na grafakh dlya resheniya zadach upravleniya sistemami transportirovki drevesiny dlya lesopromyshlennogo kompleksa i bioenergetiki* [Algorithms for optimal paths finding on the graphs with reference to different forest logistics tasks in the forest sector and bioenergy]. *Resources and Technology*, 2010, v. 8, pp. 30–33.
- [9] Kovaleva N.V. *Opyt stroitel'stva i ekspluatatsii lesnoy dorogi s zadannymi prochnostnymi kharakteristikami* [Experience practice of the forest road construction and operation with desired structural properties]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries], 2015, no. 10.1 (70), pp. 511–520.
- [10] Boldyrev G.G., Malyshev M.V. *Mekhanika gruntov. Osnovaniya i fundamente (v voprosakh i otvetakh)* [Soil engineering. Foundation engineering (in questions and answers)]. Penza: Penza State University of Architecture and Construction, 2009, 412 p.
- [11] Logvenkov S.A., Shteyn A.A. *Kompartmental'noe modelirovanie transportnykh protsessov v korne rasteniya, uchityvayushchee prisutstvie pogranichnykh sloev* [Compartmental modeling of transport processes in the plan root, taking into account the presence of boundary layers]. *Rossiyskiy zhurnal biomekhaniki* [Russian J. of Biomechanics], 2013, part 17, no. 4 (62), pp. 37–46.
- [12] Akgul M., Demir M., Akay A.E. Analyzing dynamic curve widening on forest roads. *J. of Forestry Research*, 2017, v. 28, no. 2, pp. 411–417.
- [13] Makarov P.V. *Evolutsionnaya priroda destruktivnykh tel i sred* [Evolutionary nature of destruction of solids and media]. *Fizicheskaya mezomekhanika* [Physics mesomechanics], 2007, v. 10, no. 3, pp. 23–38.
- [14] Sushkov S.I., Burmistrova O.N. *Primenenie geosinteticheskikh i geoplastikovykh materialov v dorozhnom stroitel'stve* [Application of geosynthetic and geoplastic materials in road construction]. Voronezh: VGLTU, 2016, 128 p.
- [15] Khitrov E.G., Bozhbov V.E., Il'yushenko D.A. *Raschet nesushchey sposobnosti lesnykh pochvogruntov pod vozdeystviem koleznykh dvizhiteley* [Calculation of load-bearing capacity for forest potting soils influenced by the wheeled running gears]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologys], 2014, no. 4 (24), pp. 122–126.
- [16] Kaluzhskiy Ya.A., Batrakov O.T. *Uplotnenie zemlyanogo polotna i dorozhnykh odezhd* [Compaction of subgrade and road pavements]. Moscow: Transport, 1970, 160 p.
- [17] Boldyrev G.G. *Metody opredeleniya mekhanicheskikh svoystv gruntov. Sostoyaniya voprosa* [Methods for determining the mechanical properties of soil. Follow-up on the issue]. Penza: Penza State University of Architecture and Construction, 2008, 696 p.
- [18] Strokova L.A. *Opredelenie parametrov deformiruемости gruntov dlya uprugoplasticheskikh modeley* [Determination of soil deformability parameters for elastoplastic models]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State University], 2013, no. 367, pp. 190–194.
- [19] Khasanov R.R., Giniyatullin R.R. *Eksperimental'nye issledovaniya deformativnosti vodonasyshchennykh glinistykh gruntov pri tsiklicheskikh nagruzheniyyakh* [Experimental studies of the deformability of water-saturated clay soils under cyclic loading]. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [News of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering], 2008, no. 2 (10), pp. 85–89.
- [20] Sokolova O.V. *Podbor parametrov gruntovykh modeley v programmnom komplekse PLAXIS 2D* [Parameters selection of soil models in the PLAXIS 2D software package]. *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal* [Construction-engineering Journal], 2014, no. 4 (48), pp. 10–16.
- [21] Kovaleva N.V. *Obosnovanie tekhnologicheskikh resheniy stroitel'stva lesnykh dorog po kriteriyu prochnosti dorozhnogo polotna* [Substantiation of technological concepts in forest road construction by the strength modulus]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Petrozavodsk State University transactions. Series: Natural and technical sciences], 2015, no. 6 (151), pp. 111–113.
- [22] Salminen E.O. *Lesnye dorogi. Spravochnik* [Forest road. Guidebook]. Ed. E.O. Salminen. St. Petersburg: Lan', 2012, 496 p.
- [23] Strokova L.A. *Korrektirovka parametrov uprugosti uprugo-plasticheskoy modeli putem modelirovaniya laboratornykh ispytaniy* [Adjustment of elasticity parameters of elasto-plastic model by laboratory test simulation]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State University], 2009, v. 315, no. 1, pp. 87–92.
- [24] Aleksandrov V.A., V.I. Varava, G.Sh. Gasymov *Modelirovanie tekhnologicheskikh protsessov lesokhozyaystvennykh mashin* [Simulation of technological processes of forestry machines]. St. Petersburg: Saint-Petersburg State Forest Technical University, 2004, 95 p.
- [25] Savel'ev S.V. *Issledovaniya napryazhenno-deformiruемого sostoyaniya uprugo-vyazkoy sredy pri vibratsionnom nagruzhении* [Investigations of the stress-strain state of an elastic-viscous medium under vibration loading]. *Vestnik Sibirskoy gosudarstvennoy avtomobil'no-dorozhnoy akademii* [Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway Academy], 2012, no. 25, pp. 83–87.

- [26] Svenson G., Fjeld D. The impact of road geometry and surface roughness on fuel consumption of logging trucks. *Scandinavian J. of Forest Research*, 2016, v. 31, no. 5, pp. 526–536.
- [27] Stefanou S.S., Kastellakis G., Poirazi P. Creating and Constraining Compartmental Models of Neurons Using Experimental Data. *Advanced Patch-Clamp Analysis for Neuroscientists*, 2016, pp. 325–343. DOI:10.1007/978-1-4939-3411-9_15

Authors' information

Katarov Vasilii Kuz'mich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of Technology and construction arrangements, Institute of Forest, mining and construction sciences, Petrozavodsk State University, vkatarov@petsu.ru

Aleshina Natalia Vladimirovna — Cand. Sci. (Tech.), Senior Lecturer of the Department of Technology and construction arrangements, Institute of Forest, mining and construction sciences, Petrozavodsk State University, kovaleva_natalia@petsu.ru

Syunev Vladimir Sergeevich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the Department of Transport and technological machines and equipment, Institute of Forest, mining and construction sciences, Petrozavodsk State University, siunev@petsu.ru

Rat'kova Elena Igorevna — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of Technology and construction arrangements, Institute of Forest, mining and construction sciences, Petrozavodsk State University, ratjkova@mail.ru

Markov Vladimir Ivanovich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of Technology and construction arrangements, Institute of Forest, mining and construction sciences, Petrozavodsk State University, vmarkov@petsu.ru

Received 10.07.2021.

Accepted for publication 14.09.2021.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Н.В. Трофимова, М.Ю. Сазыкина, Э.Р. Мамлеева

ГАНУ Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, 450000, г. Уфа, ул. Кирова, д. 15

trofimova_nv@list.ru

В ходе исследования установлено, что имеющийся потенциал лесопромышленного комплекса используется недостаточно эффективно, о чем свидетельствует низкий уровень переработки древесины, освоение в среднем лишь 50 % заявленного годового объема расчетной лесосеки, недостаточное использование современных технологий обработки и переработки древесного сырья, а также лесовосстановления. Следствием влияния указанных факторов становится низкая доля лесопромышленного комплекса в общем объеме производимой в регионах продукции. На основе кластерного метода проведена группировка регионов Российской Федерации в 2010–2019 гг. по показателям, отражающим наличие ресурсов (лесистость территории и общий запас древесины) и уровень их использования (доля вида экономической деятельности в общем объеме произведенной продукции в регионе). Проведенный анализ и полученные на его основе результаты позволили выявить наиболее успешные практики реализации потенциала лесопромышленного комплекса, а также возможные направления развития лесной отрасли в регионах Российской Федерации.

Ключевые слова: лесопромышленный комплекс, регион, потенциал, эффективность, переработка

Ссылка для цитирования: Трофимова Н.В., Сазыкина М.Ю., Мамлеева Э.Р. Особенности развития лесопромышленного комплекса в регионах Российской Федерации // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 118–126. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-118-126

На долю Российской Федерации приходится более 38,5 % общих запасов лесных ресурсов всей планеты, в том числе более половины мировых запасов наиболее ценных хвойных пород. Лесопромышленный комплекс (ЛПК) является особым структурным элементом экономики с большим потенциалом для дальнейшего развития благодаря наличию высококачественного сырья и традиций лесного производства [1]. При этом имеющийся потенциал ЛПК используется недостаточно эффективно, о чем свидетельствует низкий уровень переработки древесины, освоение в среднем лишь 50 % заявленного годового объема расчетной лесосеки, недостаточное использование современных технологий обработки и переработки древесного сырья, а также лесовосстановления. Следствием влияния указанных факторов становится низкая доля ЛПК в общем объеме производимой в регионах продукции.

Еще одним важным аспектом развития лесного сектора является его экспортоориентированность. В условиях глобализации для обеспечения конкурентоспособности на внешних рынках российским компаниям ЛПК необходимо проводить сертификацию сырья, выпускаемой продукции и технологических процессов в целом по международным стандартам качества.

Лесные ресурсы распределены по территории Российской Федерации неравномерно. Использование потенциала лесного сектора также отличается по регионам. В данной работе проведен анализ состояния ЛПК Российской

Федерации в период 2010–2019 гг. Теоретическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных авторов. В частности, работы А.А. Киселевой, И.Р. Шегельмана, П.В. Будника, Л.Х. Гитиса [1–3] в области статистического анализа данных, а также труды ведущих ученых, которые внесли значительный вклад в формирование теории лесной экономики и в совершенствование практики лесопользования: Н.В. Казакова, Н.А. Моисеева, В.Д. Никишова, П.Б. Рябухина, А.А. Савицкого, М.А. Садетдинова, Р.Ю. Селименкова, П.М. Советова [4–8] и др.

Информационная база исследования — официальные статистические данные, полученные из открытых источников: Федеральной службы государственной статистики, Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, а также из отчетов Федерального агентства лесного хозяйства и др.

Цель работы

Цель работы — сравнительный анализ развития ЛПК в регионах Российской Федерации с точки зрения наличия ресурсов, их состава и эффективности использования.

Методы исследования

При анализе данных использовались методы общей теории статистики (метод группировок,

графический и табличный методы, анализ структуры и динамики) и математической статистики: многомерной классификации (кластерный анализ), выявления и изучения взаимосвязей (корреляционный и регрессионный анализ). Кластеризация предполагает объединение наблюдений (регионов) в группы таким образом, чтобы внутри группы регионы обладали максимально сходными признаками, а между группами максимально отличались.

Проанализируем зависимость между наличием ресурсов в регионе и развитием обрабатывающих (перерабатывающих) отраслей ЛПК по построенным корреляционным матрицам 2010, 2019 гг., что позволило выявить следующие закономерности:

- отрасли обработки и переработки древесины сконцентрированы преимущественно в регионах с высокой лесистостью;

- развитие целлюлозно-бумажных предприятий слабо коррелирует с наличием лесных ресурсов в регионе, что обусловлено спецификой данного вида экономической деятельности, так как целлюлозно-бумажные комбинаты (ЦБК) используют значительную долю вторсырья, но используют для производства продукции значительные объемы пресной воды, что обуславливает выбор месторасположения предприятий;

- обработка древесины и целлюлозно-бумажное производство имеют достаточно тесную прямую связь, т. е. эти две крупнейшие отрасли ЛПК развиваются под воздействием друг друга. Наиболее тесная взаимосвязь наблюдается в регионах, где созданы лесопромышленные кластеры, предполагающие взаимодействие между предприятиями, представляющими каждую стадию производства — заготовку сырья — деревообработку — деревопереработку.

По состоянию на 2019 г. в России официально зарегистрировано семь лесопромышленных кластеров (указаны с датой создания и количеством участников в 2019 г.) [9]:

- инновационный территориальный лесопромышленный кластер Архангельской обл. «ПоморИнноваЛес», 2014 г., 37 участников (крупнейший и наиболее успешный в России) [10, 11];

- кластер деревянного домостроения и деревообработки Вологодской обл., 2014 г., 19 участников [12];

- лесопромышленный кластер Республики Коми, 2015 г., 15 участников [13];

- кластер лесоперерабатывающей промышленности Ленинградской обл., 2018 г., 10 участников [14];

- кластер производителей мебели, деревообработки и смежных отраслей Республики Саха (Якутия), 2009 г., 11 участников [15];

- некоммерческое партнерство «Лесопромышленный кластер Ханты-Мансийского автономного округа — Югры», 2013 г., 18 участников [16];

- промышленный кластер Пестовского муниципального района Новгородской обл., 2014 г., 28 участников [9, 17].

Проанализируем развитие отрасли в 2010–2019 гг. Проведем кластеризацию регионов РФ по показателям, отражающим наличие ресурсов (по лесистости территории и общему запасу древесины) и их использование (по доле вида экономической деятельности в общем объеме произведенной продукции в регионе). Полученные результаты представлены в таблице.

В кластер 1 (см. таблицу) входят регионы с высокой лесистостью территории, и высоким запасом древесины: Костромская обл., Республика Карелия, Республика Коми и Архангельская обл. Данные регионы относятся к лидерам развития сектора ЛПК в РФ, поскольку имеют высокие запасы сырья, крупные лесоперерабатывающие предприятия, налаженные каналы сбыта готовой продукции не только в России, но и за ее пределами. Среди благоприятных факторов в первую очередь необходимо отметить удобное географическое положение (Архангельская обл., Республика Карелия).

В Архангельской обл. и Республике Карелия сектор ЛПК дает более 50 % всего объема производимой продукции, в Республике Коми — 34 % [10], в Костромской обл. — 25 %. При этом Костромская обл. больше специализируется на деревообработке, тогда как четыре других региона кластера — на целлюлозно-бумажном производстве. Во многом это обусловлено особенностями технологического процесса производства целлюлозы, который предполагает использование большого количества воды. По этой причине крупные целлюлозно-бумажные предприятия Архангельской обл. расположены на берегах р. Северная Двина, в Карелии — на Онежском оз. (г. Кондопога).

Отметим, что по итогам 2019 г. выручка 100 крупнейших предприятий ЛПК России достигла 1,19 трлн руб. 50 крупнейших компаний отрасли в совокупности получили выручку 648 млрд руб., причем более 60 % их общей выручки приходится на целлюлозно-бумажные предприятия [19].

В первой десятке компаний ЛПК шесть мест занимают целлюлозно-бумажные предприятия, четыре первых места принадлежат крупнейшим производителям целлюлозы, бумаги и картона: группа «Илим» (предприятия расположены в Архангельской, Иркутской, Ленинградской и Московской областях), «Монди СЛПК» (Республика Коми), Segezha Group (предприятия расположены в 11 регионах) и Архангельский ЦБК.

Распределение регионов Российской Федерации по наличию и использованию лесных ресурсов в 2010 г., 2019 г.

Distribution of the Russian Federation regions by the availability and use of forest resources in 2010, 2019

Кла-стеры	2010	2019
1	Костромская обл., Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская обл.	Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская обл.
2	Тюменская обл., Красноярский край, Иркутская обл., Республика Саха (Якутия), Хабаровский край	Тюменская обл., Красноярский край, Иркутская обл., Республика Саха (Якутия), Хабаровский край
3	Курская обл., г. Москва, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Чукотский автономный округ	Костромская обл., Смоленская обл., Новгородская обл., Кировская обл., Томская обл., Еврейская автономная обл., Республика Адыгея
4	Тверская обл., Ярославская обл., Вологодская обл., Ленинградская обл., Новгородская обл., Республика Марий Эл, Удмуртская Республика, Пермский край, Кировская обл., Нижегородская обл., Свердловская обл., Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Республика Алтай, Республика Тыва, Республика Хакасия, Кемеровская обл., Томская обл., Республика Бурятия, Забайкальский край, Камчатский край, Приморский край, Амурская обл., Сахалинская обл., Еврейская автономная обл.	Белгородская обл., Брянская обл., Липецкая обл., Воронежская обл., Курская обл., Орловская обл., Рязанская обл., Тамбовская обл., Тульская обл., г. Москва, Калининградская обл., г. Севастополь, г. Санкт-Петербург, Республика Калмыкия, Республика Крым, Краснодарский край, Астраханская обл., Волгоградская обл., Ростовская обл., Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия–Алания, Чеченская Республика, Ставропольский край, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Чувашская Республика, Оренбургская обл., Пензенская обл., Самарская обл., Саратовская обл., Ульяновская обл., Курганская обл., Челябинская обл., Алтайский край, Новосибирская обл., Омская обл., Чукотский автономный округ
5	Белгородская обл., Брянская обл., Воронежская обл., Липецкая обл., Орловская обл., Рязанская обл., Тамбовская обл., Тульская обл., Калининградская обл., Мурманская обл., Псковская обл., г. Санкт-Петербург, Краснодарский край, Астраханская обл., Волгоградская обл., Ростовская обл., Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия — Алания, Чеченская Республика, Ставропольский край, Республика Башкортостан, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Чувашская Республика, Оренбургская обл., Пензенская обл., Самарская обл., Саратовская обл., Ульяновская обл., Курганская обл., Ямало-Ненецкий автономный округ, Челябинская обл., Алтайский край, Новосибирская обл., Омская обл., Магаданская обл.	Владимирская обл., Ивановская обл., Калужская обл., Московская обл., Тверская обл., Ярославская обл., Вологодская обл., Ленинградская обл., Мурманская обл., Псковская обл., Республика Башкортостан, Республика Марий Эл, Удмуртская Республика, Пермский край, Нижегородская обл., Свердловская обл., Республика Алтай, Республика Тыва, Республика Хакасия, Кемеровская обл., Республика Бурятия, Забайкальский край, Камчатский край, Приморский край, Амурская обл., Магаданская обл., Сахалинская обл.,

Российский ЛПК обладает высокой инвестиционной привлекательностью. После 1998 г. вследствие девальвации рубля и ориентации на импортозамещение данный сектор показал уверенный рост и сумел привлечь иностранный капитал. В настоящее время Архангельский ЦБК находится под управлением австро-немецкого Pulp Mill Holding; Сыктывкарский ЛПК выкуплен Mondi со штаб-квартирой в Австрии; ведущая компания отрасли, группа «Илим», управляется швейцарской Ilim Holding SA, которая, в свою очередь, на 50 % принадлежит американской International Paper.

Несмотря на рост объемов продукции ЛПК, что свидетельствует о благоприятном тренде развития, приток зарубежных инвесторов в отрасль

в последние годы замедлился, в том числе из-за введения санкций.

Рассмотрим особенности развития ЛПК в регионах кластера 2 (см. таблицу), для которых характерны высокая лесистость территории: от 45 % в Красноярском крае до 83 % в Иркутской обл. при самых значительных запасах древесины в общероссийском объеме:

- Красноярский край — 14,1 %;
- Иркутская обл. — 10,9 %;
- Республика Саха (Якутия) — 10,7 %;
- Тюменская обл. — 6,4 %;
- Хабаровский край — 6,2 %.

На территории этих пяти регионов сосредоточена практически половина общероссийского запаса древесины — 48,3 %. При этом, в отличие

от регионов кластера 1, имеющиеся здесь лесные ресурсы используются не столь эффективно, поскольку территория отличается повышенной сложностью проведения лесозаготовок, специфическими местными особенностями, в частности отсутствием лесовозных дорог, высокой долей болотистых зон и т. д.

Доля ЛПК в общем объеме производимой продукции в регионах кластера 2, за исключением Иркутской обл. (17,6 %), составляет 1,5–6 %.

Кластер 3 включает в себя пять регионов (см. таблицу). Один из них, Чукотский автономный округ, характеризуется очень низкой лесистостью территории и, как следствие, низким запасом древесины. Республика Адыгея, напротив, на 35 % покрыта лесами и имеет высокую долю производства целлюлозно-бумажной продукции в общем объеме производимой в регионе продукции. Республика Адыгея в Южном федеральном округе лидирует по запасам, обработке и переработке древесины.

Кластер 4 подразделяется на две группы регионов:

1) с низким уровнем запаса древесины и достаточно высоким вкладом ЛПК в общий объем производимой в регионе продукции: Еврейская автономная обл., Республики Марий Эл, Алтай и Тыва. Производство продукции ЛПК в первой группе распределяется следующим образом: от 9,2 % в Республике Марий Эл — до 17,8 % в Еврейской автономной обл. (запас древесины в регионе составляет 0,2 % общероссийского уровня). В Алтайском крае одним из весомых факторов успешного развития лесного хозяйства служит высокое качество и структура лесных насаждений. В частности, из всей покрытой лесной растительностью земель на долю ценных хвойных насаждений приходится 76,5 %, на долю мягколиственных — 20,4 % [20].

2) с преимущественно высокой лесистостью территории (от 42,7 % в Камчатском крае до 77,9 % в Приморском крае) и более 1/3 общероссийских запасов древесины.

При этом в абсолютном большинстве регионов кластера 4 ЛПК не является ведущим сектором экономики.

В кластер 5 вошли регионы, расположенные преимущественно в степной и лесостепной зонах (см. таблицу). В общей сложности на все регионы кластера не приходится 10 % общероссийских запасов древесины. При этом предприятия ЛПК в некоторых его регионах, работают преимущественно на привозном сырье и вносят 7...8 % в общий объем производимой регионом продукции.

На рис. 1 для наглядности приведены регионы кластера 5 с максимальным вкладом ЛПК в общий объем отгруженной продукции и регионы

с незначительной долей предприятий по деревообработке и переработке древесины в общем объеме произведенной в регионе продукции.

Брянская обл. среди регионов кластера 5 выделяется хорошими показателями эффективности функционирования ЛПК. При этом ЛПК региона работает в условиях низкого запаса собственной древесины, а также неоднородности земель лесного фонда по возможности их использования вследствие загрязнения территории радионуклидами после аварии на Чернобыльской АЭС [21].

Рассмотрим развитие лесного сектора экономики в регионах Российской Федерации в 2019 г. Структура групп регионов с 2010 г. изменилась.

Кластер 1, в который вошли лидеры отрасли, включает три региона: Республику Карелия, Республику Коми, Архангельскую обл.

В отличие от 2010 г. данную группу лидеров покинула Костромская обл. Перемещение этого региона из кластера 1 в кластер 2 вызвано разной динамикой развития ЛПК. Если в Костромской обл. темпы роста продукции лесопереработки соответствовали общероссийской динамике, то в Республике Карелии, Республике Коми и в Архангельской обл. они были существенно выше. Доля продукции по ВЭД «Обработка древесины, производство бумаги и бумажных изделий» в общем объеме отгрузки в 2019 г. в Республике Карелии составила 64,1 %, в Архангельской обл. — 63,6 %, Республики Коми — 44,7 %. В Костромской обл. значения показателя по сравнению с 2010 г. практически не изменились, составив чуть менее 25 %.

Состав участников кластера 2 по сравнению с 2010 г. не претерпел никаких изменений, в него вошли пять регионов: Тюменская обл., Красноярский край, Иркутская обл., Республика Саха (Якутия), Хабаровский край.

Наиболее существенно изменилась структура кластера 3, в который вошли восемь регионов: Костромская обл., Ленинградская обл., Смоленская обл., Новгородская обл., Кировская обл., Томская обл., Еврейская автономная обл., Республика Адыгея.

Среди ключевых особенностей кластера 3 необходимо отметить возрастание роли ЛПК в экономике регионов, что нашло отражение в росте вклада предприятий ЛПК в общий объем отгруженной продукции. В частности, в Смоленской обл. доля обработки и переработки лесного сырья увеличилась с 7,2 % в 2010 г. до 12,3 % в 2019 г., в Кировской обл. с 0,9 % до 12,4 % и в Томской обл. с 4,2 % до 11,3 %.

В 2019 г. в Республике Адыгее крупнейшим арендатором АО «Форест» получен сертификат ответственного лесопользователя — это первая на юге России компания, прошедшая FSC-сер-

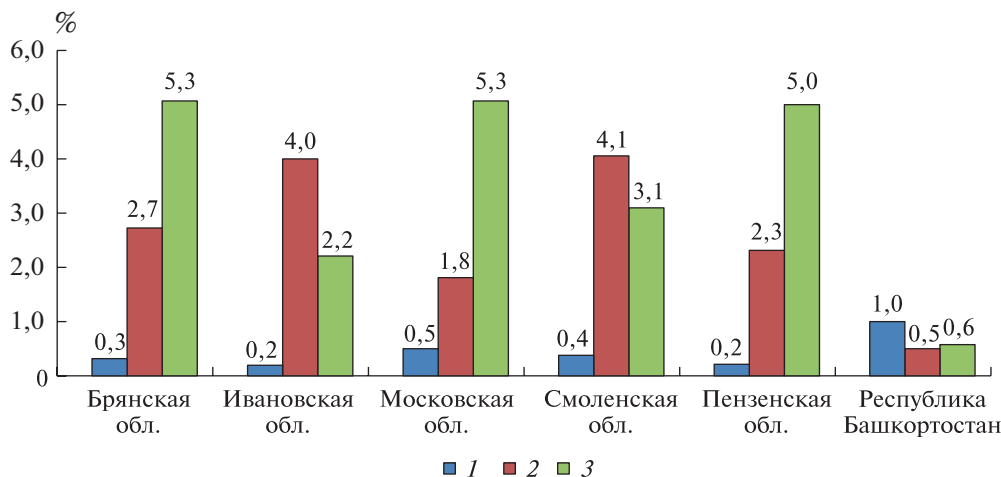


Рис. 1. Показатели ресурсной обеспеченности, обработки и переработки древесины в регионах РФ в 2010 г.: 1 — доля региона в общероссийском запасе древесины (процент); 2 — обработка древесины и производство изделий из дерева (процент в общем объеме отгруженной продукции); 3 — целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность (процент в общем объеме отгруженной продукции)

Fig. 1. Indicators of resource provision, processing and processing of wood in the Russian Federation regions in 2010: 1 — the share of the region in the all-Russian stock of wood (percentage); 2 — wood processing and production of wood products (percentage in the total volume of products shipped); 3 — pulp and paper production; publishing and printing activities (percentage of the total volume of products shipped)

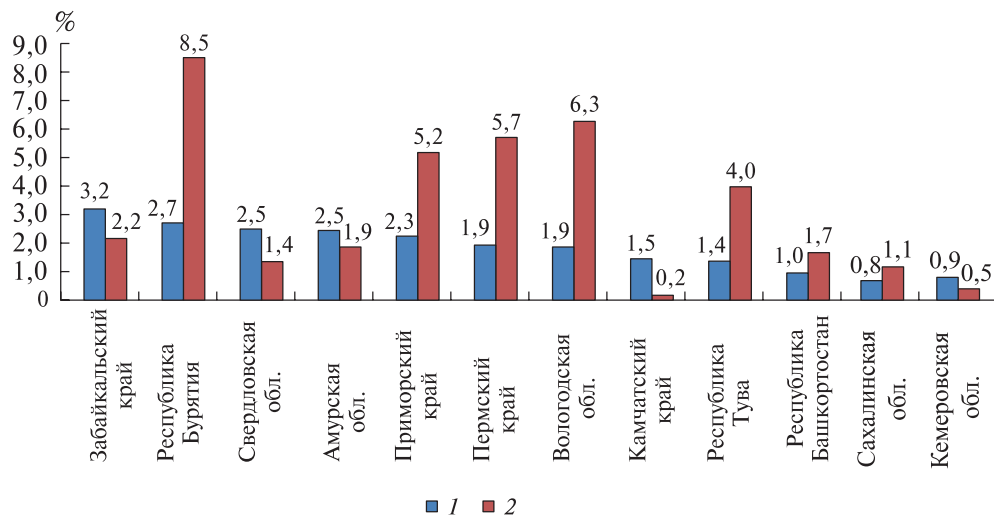


Рис. 2. Показатели ресурсной обеспеченности, обработки и переработки древесины в регионах РФ в 2019 г.: 1 — доля региона в общероссийском запасе древесины (процент); 2 — доля продукции обработки и переработки лесопромышленного комплекса в общем объеме произведенной продукции (процент)

Fig. 2. Indicators of resource availability, processing and processing of wood in the Russian Federation regions in 2019: 1 — the share of the region in the all-Russian stock of wood (percentage); 2 — the share of products of processing and processing of the timber industry complex in the total volume of manufactured products (percentage)

тификацию, что открывает для региона новые возможности с точки зрения завоевания новых рынков, в том числе экспортных. В настоящее время в Республике Адыгее ведется работа с другими арендаторами по подготовке к прохождению добровольной лесной сертификации по международным стандартам FSC.

Кластер 4, самый многочисленный по количеству участников, включает в себя 40 регионов

(см. таблицу). Здесь наблюдалось снижение доли продукции ЛПК в общем объеме отгруженной продукции: наиболее существенное в Республике Калмыкии — с 13,1 % до 4,1 %, Алтайском крае — с 11,3 % до 4,6 %, Самарской обл. — с 4,6 % до 0,5 %, Чувашской Республике — с 8,5 % до 3,4 %, г. Москве — с 6,8 % до 1,8 %.

Одним из факторов снижения эффективности ЛПК в Алтайском крае стала неравномерность

распределения насаждений по классам возраста, как по отдельным преобладающим породам, так и по всем лесам в целом. В лесном фонде продолжают накапливаться спелые и перестойные насаждения вследствие использования расчетной лесосеки на 8–11 % [20].

Структура кластера 5 несколько изменилась, в нем можно выделить две группы регионов (рис. 2):

1) с высокой лесистостью территории и запасами древесины в общероссийском объеме; на 10 регионов группы в 2019 г. приходилось более 21 % общероссийского объема древесины; при этом доля продукции ЛПК не превышала 10 %;

2) принадлежностью территорий к степной зоне и, поэтому обладающих незначительными объемами имеющейся древесины.

При этом в регионах кластера 5 ЛПК не имеет ведущего значения в региональной экономике. Доля продукции ЛПК в общем объеме отгрузки варьирует от 0,3 % в Мурманской обл. до 8,5 % в Республике Бурятия.

Регионы кластера 5 обладают наиболее существенным нереализованным потенциалом ЛПК, в первую очередь, это Кемеровская и Сахалинская области, Республика Башкортостан, Камчатский край, Свердловская обл., Забайкальский край (см. рис. 2).

Выводы

В развитии российского ЛПК выявлены следующие особенности:

– отсутствие системного подхода к развитию территорий; рассмотрение лесных ресурсов преимущественно с точки зрения получения экономической выгоды, без учета социальной и экологической роли лесов в развитии территории, — все это приводит к истощению регионального природного потенциала;

– отсутствие условий для обеспечения конкурентоспособности продукции ЛПК на внутренних и внешних рынках;

– неразвитость транспортной инфраструктуры;

– низкая эффективность использования имеющихся ресурсов;

– использование лесных ресурсов преимущественно в качестве сырья при незначительном количестве предприятий, перерабатывающих низкосортную мягколиственную древесину, что само по себе нерационально, поскольку тем самым замедляются темпы улучшения качественного состава лесного фонда [23];

– нерациональное использование лесных ресурсов вследствие несовершенства лесного законодательства.

Например, в 2012 г. после ураганов в Московской обл. осталось много поваленных деревьев, но Лесной кодекс Российской Федерации не пред-

усматривает возможность заготовки ветровально-буреломной древесины с того самого участка, где это произошло, в случае если этот участок не совпадает с утвержденным лесохозяйственным регламентом рубки леса в данном лесничестве [24]. Также можно было бы рассмотреть возможность рационального использования поваленных деревьев для производства топливных брикетов или пеллет из древесных отходов, что активно применяется в странах Европы. Пеллетное производство существует и в России, но имеющиеся предприятия загружены не более, чем на 50 % [25, 26].

Пеллеты обладают многими преимуществами по сравнению с другими видами топлива, в частности, экологической чистотой, низким процентом угарного газа, высокой теплоотдачей, минимумом отходов после сгорания (около 1 % массы), ценовой доступностью, оптимальными характеристиками для транспортировки, удобством хранения, низкой пожароопасностью [25].

По данным RBC.Research, в России насчитывается менее 300 подобных предприятий, среди которых крупные и средние составляют примерно 10–15 %, но производят до 50 % общего объема пеллет. Самый мощный российский производитель пеллет — ООО «Выборгская лесопромышленная корпорация» (ВЛК) в настоящее время считается специализированным предприятием, хотя оно и было создано как звено в рамках целлюлозно-бумажного производства [25].

Основная доля предприятий сконцентрирована в Северо-Западном федеральном округе: Ленинградской, Архангельской, Вологодской областях, Республике Карелии. Их расположение обусловлено близостью к морским терминалам и, как следствие, к европейским рынкам сбыта [25]. Также увеличиваются объемы производства на Дальнем Востоке и в Сибири, с акцентом на экспорт в азиатские страны:

– высокий уровень концентрации продукции целлюлозно-бумажной промышленности в связи с преобладанием крупных и средних предприятий, а также вследствие горизонтальной интеграции этих предприятий в группы производителей;

– сложности с открытием новых предприятий, в первую очередь в целлюлозно-бумажной промышленности, прежде всего из-за необходимости высоких инвестиционных вложений.

Выходом из сложившейся ситуации может стать открытие небольших современных предприятий мощностью до 36 тыс. т в год, что позволит снизить объемы необходимых инвестиционных ресурсов.

Перечень проблем развития ЛПК весьма значителен, что обуславливает необходимость изменения самого подхода к ведению лесного хозяйства в России.

Список литературы

- [1] Киселева А.А. Кластерные основы и методический инструментарий конкурентного развития регионального лесопромышленного комплекса: автореф. дис. ... канд. экон. наук, 2005. 24 с.
- [2] Шегельман И.Р., Будник П.В. Типизация лесных территорий по природно-производственным условиям на основе кластерного анализа // ИВУЗ Лесной журнал, 2021. № 1. С. 120–127.
- [3] Гитис Л.Х. Статистическая классификация и кластерный анализ. М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2003. 157 с.
- [4] Моисеев Н.А. Экономические и правовые аспекты управления лесами // Лесная газета, 1994. № 1. С. 3–4.
- [5] Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1985. 264 с.
- [6] Казаков Н.В., Рябухин П.Б., Садетдинов М.А. Метод типизации лесного фонда // Вестник КрасГАУ, 2013. № 10. С. 157–161.
- [7] Савицкий А.А., Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С. Экономическая оценка инвестиций лесного сектора. М.: МГУЛ, 2013. 618 с.
- [8] Селименков Р.Ю., Советов П.М. Лесной комплекс: управление инновационным развитием. Вологда: Изд-во ИСЭРТ РАН, 2012. 215 с.
- [9] Карта кластеров России. URL: <https://map.cluster.hse.ru/list> (дата обращения: 10.03.2021 г.)
- [10] Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2018 г. № 1989-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/cA4eYSe0MObgNpm5hSavTdxID77KCTL.pdf> (дата обращения: 01.03.2021 г.)
- [11] Кузьмин А.Р., Вульферт А.Е., Азанова А.А., Вологодина С.В., Заблоцкая Я.И., Мусинцева Д.А. Оценка влияния кластера на экономическую безопасность региона на примере Архангельской обл. // Экономика и предпринимательство, 2020. № 10 (123). С. 373–376.
- [12] Ворошилов Н.В. Развитие лесного комплекса в муниципалитетах региона (на материалах Вологодской обл.) // Вопросы территориального развития, 2020. Т. 8. № 5. С. 1–19.
- [13] Найденов Н.Д., Новокшонова Е.Н. Расчет эффективности формирования кластера предприятий деревянного домостроения в Республике Коми // Символ науки: международный научный журнал, 2016. № 7-1(19). С. 56–62.
- [14] Порозов П.Е., Авдеев Ю.М., Мокрецов Ю.В., Хамитова С.М., Лукашевич В.М. Развитие лесного инновационного кластера в регионах СЗФО // Экономика и предпринимательство, 2018. № 1 (90). С. 369–372.
- [15] Попов В.В. Применение кластерной формы организации лесопромышленного комплекса Республики Саха (Якутия) // Управление экономическими системами, 2016. № 12 (94). С. 42.
- [16] Дитбернер Ж.В. Диверсификация экономики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: оценка возможностей и перспектив // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС, 2013. Т. 4. № 1(8). С. 71–74.
- [17] Андреева Т.А. Анализ кластерных проектов инновационных и промышленных кластеров, получивших федеральную поддержку в Центральном и Северо-западном федеральных округах // Финансы и управление, 2020. № 2. С. 55–68.
- [18] Гибеж А.А., Дмитриева Т.Е., Носков В.А. Территориально-отраслевая организация лесопромышленного комплекса Республики Коми // Известия Коми научно-центра УрО РАН, 2011. Вып. 3(7). С. 106–111.
- [19] ЦБП: шаг в цифровую зрелость // Эксперт. URL: <https://expert.ru/expert/2021/13/tsbp-shag-v-tsifrovuyu-zrelost/> (дата обращения: 21.04.2021 г.)
- [20] Алисов А.А. Леса Республики Алтай // Леса Евразии — Большой Алтай: Материалы XV Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Г.Н. Высоцкого, Москва, 13–20 сентября 2015 г. М.: МГУЛ, 2015. С. 19–21.
- [21] Устинов М.В., Устинов М.М. Лесное районирование на территории Брянской обл. // Леса Евразии — Белорусское Поозерье: Материалы XII Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 145-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова, Москва — Браслав, 30 сентября–06 октября 2012 г. М.: МГУЛ, 2012. С. 114–118.
- [22] Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ (ред. от 03.07.2016). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения: 10.03.2021 г.)
- [23] Гнатовская И.В., Гнатовская Т.А. Леса центрального региона России – проблемы лесопользования // Леса Евразии — Сербские леса: Материалы XVIII Междунар. конф. молодых ученых, посвященной академику профессору Жарку Милетичу (1891–1968), Белград, 23–29 сентября 2018 г. Белград: Лесной факультет Белградского университета, 2019. С. 110–114.
- [24] Карпачев С.П., Шмырев В.П., Приоров Г.Е. Заготовка ветровальной древесины с использованием ручных бензопил и чокерного трактора с тросом из синтетического материала // Лесопромышленник, 2008. № 4. С. 8–10.
- [25] Производство топливных пеллет в России. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=4780> (дата обращения 24.04.2021 г.)
- [26] Пивульский Г.К. Исследование конъюнктуры рынка топливных гранул России и Белоруссии // Лесной комплекс сегодня. Взгляд молодых исследователей 2016: Междунар. конф. М.: МГУЛ, 2016. С. 134–142.

Сведения об авторах

Трофимова Наталья Владимировна — канд. экон. наук, начальник Центра исследования территориального развития региона, ГАНУ Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, trofimovanv@isi-rb.ru

Сазыкина Марина Юрьевна — канд. экон. наук, ст. науч. сотр. Центра исследования территориального развития региона, ГАНУ Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, sazykinamyu@isi-rb.ru

Мамлеева Эльвира Рашидовна — канд. экон. наук, ст. науч. сотр. Центра исследования территориального развития региона, ГАНУ Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, mamleevaer@isi-rb.ru

Поступила в редакцию 15.06.2021.

Принята к публикации 17.09.2021.

FOREST INDUSTRY COMPLEX DEVELOPMENT IN RUSSIAN FEDERATION REGIONS

N.V. Trofimova, M.Yu. Sazykina, E.R. Mamleeva

Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, 15, Kirov st., 450000, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

trofimova_nv@list.ru

The study found that the existing potential of the timber industry complex is not used effectively enough, as evidenced by the low level of wood processing, the development of only 50 % of the declared annual allowable cutting rate, insufficient use of modern technologies for processing wood raw materials, as well as reforestation. The consequence of this is the low share of the timber industry complex in the total volume of production in the regions. Based on the cluster method, the regions of the Russian Federation were grouped in 2010–2019 according to indicators reflecting the availability of resources (forest cover of the territory and the total stock of wood) and the level of their use (the share of the type of economic activity in the total volume of production in the region). The analysis carried out and the results obtained on this basis made it possible to identify the most successful practices for realizing the potential of the timber industry complex, as well as possible directions for the development of the forest industry in the regions of the Russian Federation.

Keywords: forestry complex, region, potential, efficiency, processing

Suggested citation: Trofimova N.V., Sazykina M.Yu., Mamleeva E.R. *Osobennosti razvitiya lesopromyshlennogo kompleksa v regionakh Rossiyskoy Federatsii* [Forest industry complex development in Russian Federation regions]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 118–126. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-118-126

References

- [1] Kiseleva A.A. *Klasternye osnovy i metodicheskiy instrumentariy konkurentnogo razvitiya regional'nogo lesopromyshlennogo kompleksa* [Cluster foundations and methodological tools for the competitive development of the regional timber industry complex]. Dis. ... Cand. Sci. (Economy), 2005, 24 p.
- [2] Shegel'man I.R., Budnik P.V. *Tipizatsiya lesnykh territoriy po prirodno-proizvodstvennym usloviyam na osnove klasternogo analiza* [Typification of forest areas by natural production conditions based on cluster analysis]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2021, no. 1, pp. 120–127.
- [3] Gitis L.Kh. *Statisticheskaya klassifikatsiya i klasternyy analiz* [Statistical classification and cluster analysis]. Moscow: Publishing house of the Moscow state Mountain University, 2003, 157 p.
- [4] Moiseev N.A. *Ekonomicheskie i pravovye aspekty upravleniya lesami* [Economic and legal aspects of forest management]. *Lesnaya Gazeta*, 1994, no. 1, pp. 3–4.
- [5] Nikishov V.D. *Kompleksnoe ispol'zovanie drevesiny* [Integrated use of wood]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Timber industry], 1985, 264 p.
- [6] Kazakov N.V., Ryabukhin P.B., Sadetdinov M.A. *Metod tipizatsii lesnogo fonda* [Method of forest fund typification]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2013, no. 10, pp. 157–161.
- [7] Savitskiy A.A., Pinyagina N.B., Gorshenina N.S. *Ekonomicheskaya otsenka investitsiy lesnogo sektora* [Economic assessment of investments in the forestry sector]. Moscow: MGUL, 2013, 618 p.
- [8] Selimenkov R.Yu., Sovetov P.M. *Lesnoy kompleks: upravlenie innovatsionnym razvitiem* [Forestry complex: management of innovative development]. Vologda: ISERT RAN, 2012, 215 p.
- [9] *Karta klasterov Rossii* [Map of Russian clusters]. Available at: <https://map.cluster.hse.ru/list> (accessed 10.03.2021).
- [10] *Strategiya razvitiya lesnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda. Utverzhdena Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 20 sentyabrya 2018 g. № 1989-r*. [Strategy for the development of the forestry complex of the Russian Federation until 2030. Approved by the Order of the Government of the Russian Federation of September 20, 2018 No. 1989-r]. Available at: <http://static.government.ru/media/files/ca4eYSe0MObgNpm5hSavTdxID77KCTL.pdf> (accessed 01.03.2021).
- [11] Kuz'min A.R., Vul'fert A.E., Azanova A.A., Vologdina S.V., Zablotskaya Ya.I., Musintseva D.A. *Otsenka vliyaniya klastera na ekonomicheskuyu bezopasnost' regiona na primere Arkhangel'skoy oblasti* [Assessment of the impact of the cluster on the economic security of the region on the example of the Arkhangelsk region]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], 2020, no. 10 (123), pp. 373–376.
- [12] Voroshilov N.V. *Razvitie lesnogo kompleksa v munitsipalitetakh regiona (na materialakh Vologodskoy oblasti)* [Development of the forestry complex in the municipalities of the region (based on the materials of the Vologda region)]. *Voprosy territorial'nogo razvitiya* [Issues of territorial development], 2020, v. 8, no. 5, pp. 1–19.
- [13] Naydenov N.D., Novokshonova E.N. *Raschet effektivnosti formirovaniya klastera predpriyatiy derevyannogo domostroeniya v Respublike Komi* [Calculation of the effectiveness of the formation of a cluster of enterprises of wooden housing construction in the Komi Republic]. *Simvol nauki: mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal* [Symbol of Science: international scientific], 2016, no. 7–1 (19), pp. 56–62.
- [14] Porozov P.E., Avdeev Yu.M., Mokretsov Yu.V., Khamitova S.M., Lukashevich V.M. *Razvitie lesnogo innovatsionnogo klastera v regionakh SZFO* [Development of the forest innovation cluster in the regions of the Northwestern Federal District]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and Entrepreneurship], 2018, no. 1 (90), pp. 369–372.
- [15] Popov V.V. *Primenenie klasternoy formy organizatsii lesopromyshlennogo kompleksa Respubliki Sakha (Yakutiya)* [The use of a cluster form of organization of the timber industry complex of the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami* [Management of economic systems], 2016, no. 12 (94), p. 42.

- [16] Ditberner Zh.V. *Diversifikatsiya ekonomiki Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga — Yugry: otsenka vozmozhnostey i perspektiv* [Diversification of the economy of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Ugra: an assessment of opportunities and prospects]. Nauchnye trudy Severo-Zapadnogo instituta upravleniya RANKhiGS [Scientific works of the North-West Institute of Management RANEP], 2013, v. 4, no. 1 (8), pp. 71–74.
- [17] Andreeva T.A. *Analiz klasternykh proektov innovatsionnykh i promyshlennykh klasterov, poluchivshikh federal'nyu podderzhku v Tsentral'nom i Severo-zapadnom federal'nykh okrugakh* [Analysis of cluster projects of innovative and industrial clusters that received federal support in the Central and Northwestern Federal Districts]. *Finansy i upravlenie* [Finance and Management], 2020, no. 2, pp. 55–68.
- [18] Gibezh A.A., Dmitrieva T.E., Noskov V.A. *Territorial'no-otraslevaya organizatsiya lesopromyshlennogo kompleksa Respubliki Komi* [Territorial and branch organization of the timber industry complex of the Komi Republic]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [News of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences], 2011, iss. 3 (7), pp. 106–111.
- [19] *TsBP: shag v tsifrovuyu zrelost'* [PPI: a step into digital maturity]. *Ekspert* [Expert]. Available at: <https://expert.ru/expert/2021/13/tsbp-shag-v-tsifrovuyu-zrelost/> (accessed 21.04.2021)
- [20] Alisov A.A. *Lesa Respubliki Altay* [Forests of the Altai Republic]. *Lesa Evrazii — Bol'shoy Altay: Materialy XV Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya professora G.N. Vysotskogo* [Forests of Eurasia — Great Altai: Proceedings of the XV International Conference of Young Scientists dedicated to the 150th anniversary of the birth of Professor G.N. Vysotsky], September 13–20, 2015. Moscow: MGUL, 2015, pp. 19–21.
- [21] Ustinov M.V., Ustinov M.M. *Lesnoe rayonirovanie na territorii Bryanskoy oblasti* [Forest zoning on the territory of the Bryansk region]. *Lesa Evrazii — Belorusskoe Poozer'e: Materialy XII Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 145-letiyu so dnya rozhdeniya professora G.F. Morozova* [Forests of Eurasia — Belarusian Poozerie: Proceedings of the XII International Conference of Young Scientists dedicated to the 145th anniversary of the birth of Professor G.F. Morozova], Moscow — Braslav, September 30–October 06, 2012. Moscow: MGUL, 2012, pp. 114–118.
- [22] *Lesnoy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 04.12.2006 g. № 200-FZ (red. ot 03.07.2016)* [Forest Code of the Russian Federation dated 04.12.2006 No. 200-FZ] (as amended on 03.07.2016). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (accessed 10.03.2021).
- [23] Gnatovskaya I.V., Gnatovskaya T.A. *Lesa tsentral'nogo regiona Rossii — problemy lesopol'zovaniya* [Forests of the central region of Russia — problems of forest management]. *Lesa Evrazii — Serbskie lesa: Materialy XVIII Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy akademiku professoru Zharku Miletichu (1891–1968)* [Forests of Eurasia — Serbian Forests: Proceedings of the XVIII International Conference of Young Scientists dedicated to Academician Professor Zhark Miletic (1891–1968)], September 23–29 2018. Belgrade: Faculty of Forestry, University of Belgrade, 2019, pp. 110–114.
- [24] Karpachev S.P., Shmyrev V.P., Priorov G.E. *Zagotovka vetroval'noy drevesiny s ispol'zovaniem ruchnykh benzopil i chokernogo traktora s trosom iz sinteticheskogo materiala* [Harvesting windblown wood using hand-held chainsaws and a choker tractor with a rope made of synthetic material]. *Lesopromyshlennik* [Lesopromyshlennik], 2008, no. 4, pp. 8–10.
- [25] *Proizvodstvo toplivnykh pellet v Rossii* [Production of fuel pellets in Russia]. Available at: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=4780> (accessed 24.04. 2021).
- [26] Pivul'skiy G.K. *Issledovanie kon'yunktury rynka toplivnykh granuly Rossii i Belorussii* [Research of the market situation for fuel pellets in Russia and Belarus]. *Lesnoy kompleks segodnya. Vzglyad molodykh issledovateley 2016 mezhdunarodnaya konferentsiya* [Forestry complex today. View of young researchers 2016 international conference]. Moscow: MGUL, 2016, pp. 134–142.

Authors' information

Trofimova Natal'ya Vladimirovna — Cand. Sci. (Economic), Head of the Center for the Study of Territorial Development of the Region GANU Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, trofimovanv@isi-rb.ru

Sazykina Marina Yur'evna — Cand. Sci. (Economic), Senior Researcher, Center for the Study of the Regional Development of the Region GANU Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, sazykinamyu@isi-rb.ru

Mamleeva El'vira Rashidovna — Cand. Sci. (Economic), Senior Researcher, Center for the Study of the Regional Development of the Region GANU Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, mamleevaer@isi-rb.ru

Received 15.06.2021.

Accepted for publication 17.09.2021.