

ЛЕСНОЙ ВЕСТНИК / FORESTRY BULLETIN

Научно-информационный журнал

№ 6 ' 2019 Том 23

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

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, проректор по науке и инновациям ФГБОУ ВПО «ВГЛТА», 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

Кирюхин 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

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 Николай Александрович, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

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, РКК «Энергия», ЗАО «ЗЭМ», 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 им. 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

Шегельман Илья Романович, д-р техн. наук, профессор, Управление научных исследований, базовая кафедра «Сквозные технологии и экономическая безопасность»,

главный научный сотрудник ПетрГУ, Петрозаводск

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. Рязжской

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 10.12.2019.

Тираж 600 экз.

Заказ №

Объем 15,75 п. л.

Цена свободная

LESNOY VESTNIK / FORESTRY BULLETIN

Scientific Information Journal
№ 6 ' 2019 Vol. 23

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
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.), Vice-Rector for Science and Innovation Voronezh State Academy of Forestry, 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, the 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 politics specialization, George-August-Universität, 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
Malashin Alexey Anatolyevich, Professor, Dr. Sci. (Physics and Mathematics), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Martynyuk Aleksandr Aleksandrovich, Dr. Sci. (Agric.), VNIILM, Moscow
Melekhov Vladimir Ivanovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, NARFU, Arkhangelsk
Moiseev Nikolay Aleksandrovich, Professor, Dr. Sci. (Agric.) academician of the Russian Academy of Sciences, BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Niemz Peter, Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c., Prof. for Wood Physics, ETH Zurich (Swiss Federal Institute of Technology in Zurich; Eidgenössische 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
Shegelman Ilya Romanovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), PSU, Petrozvodsk
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.), Rocket and space corporation «ENERGIA», 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 TSNIIAMASH, 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 Institut'skaya street, 1
(498) 687-41-33
les-vest@mgul.ac.ru

It is sent for the press 10.12.2019.
Circulation 600 copies
Order №
Volume 15,75 p. p.
Price free

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Волова А.В., Наквасина Е.Н. Содержание макро- и микроэлементов в листьях березы (<i>Betula pendula</i> Roth.) различных форм	5
Кабанова С.А., Кочегаров И.С., Данченко М.А. Применение стимуляторов для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной в ленточных борах Прииртышья	13
Леонова В.А., Леонов Л.А. Современное состояние природных ландшафтов и древесной растительности заповедной зоны «Белый Колодец» в городе Зарайске Московской области	20
Пинаевская Е.А., Тарханов С.Н. Особенности роста разных форм сосны в среднетаежных кустарничково-сфагновых сосняках в устьях рек Вага и Вычегда	29
Ерохин А.В., Шарыгин А.М. Состояние фитоценозов в сосново-еловых насаждениях после выборочных санитарных рубок различной интенсивности	37
Федотов Г.Н., Шалаев В.С., Батырев Ю.П., Горепекин И.В. Аллелотоксичность почв и использование гиббереллинов для повышения эффективности обработки семян	45
Халикова О.В., Исяньюлова Р.Р. Влияние рекреации на состояние почвенного покрова Черноморского побережья России	51
Мигунова Е.С. Создатели генетического почвоведения В.В. Докучаев и Н.М. Сибирцев	60

ЛЕСОИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО

Алябьев А.Ф., Котов А.А., Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е. Влияние угла трения трака о почву на коэффициент сцепления трака	75
Макаренко А.В., Быковский М.А., Смолев И.В. Минимизация транспортной нагрузки на трелевочные волокна при выборе схемы освоения лесосеки	81

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Филиппов Г.С., Глазунов В.А., Алешин А.К., Рашоян Г.В., Скворцов С.А., Шалюхин К.А. Перспективы применения механизмов параллельной структуры в зондовой диагностике плазменных потоков	92
--	----

ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

Моисеев Н.А. Вопросы управления в теории и на практике	98
Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С. Обзор реализации стратегических задач развития лесного комплекса России	105

ДЕРЕВООБРАБОТКА И ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Олиференко Г.Л., Зарубина А.Н., Устюгов А.В., Иванкин А.Н. К 150-летию Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева	117
---	-----

ЮБИЛЕЙ

К 90-летию академика Н.А. Моисеева	124
--	-----

CONTENTS

FORESTRY

Volova A.V., Nakvasina E.N. Macro and micronutrients contents in birch leaves (<i>Betula pendula</i> Roth.) of different form	5
Kabanova S.A., Kochegarov I.S., Danchenko M.A. Growth stimulants application for pre-sowing treatment of Scotch pine (<i>Pinus Sylvestris</i>) seeds in the ribbon forest in Priirtyshje	13
Leonova V.A., Leonov L.A. Current state of natural landscapes and wood vegetation in recreation area «Beliy Kolodets» ("White Well") in Zaraysk city (Moscow region)	20
Pinaevskaya E.A., Tarkhanov S.N. Growth peculiarities of different pine forms in middle of couple-sphagnetic orders of the Vaga and Vyhegda rivers	29
Erokhin A.V., Sharygin A.M. Phytocenoses state in pine-spruce stands after selective sanitary fellings of various intensity	37
Fedotov G.N., Shalaev V.S., Batyrev Yu.P., Gorepekin I.V. Soil allelotoxicity and use gibberellins to increase efficiency of seed presowing treatment	45
O.V. Khalikova, R.R. Isyanyulova Effect of recreation on soil cover at the Black Sea coast in Russia	51
Migunova E.S. Creators of genetic soil V.V. Dokuchaev and N.M. Sibirtsev	60

FOREST ENGINEERING

Alyabiev A.F., Kotov A.A., Klubnichkin V.E., Klubnichkin E.E. Influence of track soil friction angle on track adhesion coefficient	75
Makarenko A.V., Bykovskiy M.A., Smolev I.V. Minimization of transport load on skidding trails when selecting logging scheme for cutting area	81

MATH MODELING

Filippov G.S., Glasunov V.A., Aleshin A.K., Rashoyan G.V., Skvortsov S.A., Shalyukhin K.A. Application prospects of parallel structure mechanisms in probe diagnostics of plasma flows	92
--	----

ECONOMIC AND MANAGEMENT ISSUES

Moiseev N.A. Management issues in theory and in practice	98
Pinyagina N.B., Gorshenina N.S. Implementation review of strategic objectives on russian forest complex development	105

WOODWORKING AND CHEMICAL WOOD PROCESSING

Oliferenko G.L., Zarubina A.N., Ustyugov A.V., Ivankin A.N. On 150th anniversary of D.I. Mendeleev periodic table	117
---	-----

ANNIVERSARY

To the 90th anniversary of academician N.A. Moiseev	124
---	-----

СОДЕРЖАНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЛИСТЯХ БЕРЕЗЫ (*BETULA PENDULA* ROTH.) РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ

А.В. Волова, Е.Н. Наквасина

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

a.v.nekrasova@narfu.ru

Проведено сравнение содержания химических элементов, относящихся к группам макро- и микроэлементов, в листьях разных форм березы повислой, произрастающих на территориях с различным уровнем загрязнения почв, в условиях г. Архангельска. Выявлены деревья каждой изучаемой формы — гладкокорой, ромбовидно-трещиноватой и грубокорой, которые подбирали исходя из описаний А.С. Яблокова. Заложены две пробные площадки, находящиеся в одинаковых условиях освещения, почва на которых — урбанозем супесчаный. Показано, что формы березы по степени выраженности коры отличаются определенной дифференциацией по накоплению макро- и микроэлементов в листьях. В частности ромбовидно-трещиноватая форма — отличается и большей стабильностью в накоплении отдельных макроэлементов в различных по загрязненности условиях местопроизрастания, к тому же реагирует на загрязнение меньше — содержание в листьях микроэлементов увеличивается в 1,5 раза. Установлен приоритет по накоплению микроэлементов для гладкокорой формы березы повислой, которая характеризуется усилением потребления микроэлементов в 3 раза. У грубокорой формы березы практически не изменяется метаболизм потребления микроэлементов в листьях.

Ключевые слова: береза повислая, формы коры, макроэлементы, микроэлементы, листья

Ссылка для цитирования: Волова А.В., Наквасина Е.Н. Содержание макро- и микроэлементов в листьях березы (*Betula pendula* Roth.) различных форм // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 5–12. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-5-12

Древесная растительность способна осажждать загрязняющие вещества, поглощать их из воздуха и реагировать на недостаток или избыток элементов минерального питания в окружающей среде. В условиях техногенного загрязнения наблюдается изменение в поглощении элементов питания древесными растениями, отражающееся на химическом составе ассимилирующих органов [1, 2]. Листовая пластинка — основной орган, чутко реагирующий патологическими изменениями на токсические вещества в окружающей среде [3, 4].

Химические элементы, поглощаемые растениями из почвы в разных количествах, имеют вполне определенное биохимическое и физиологическое значение и отвечают за синтез тех или иных веществ в растительном организме [1, 5–7].

Известно, что береза повислая лучше приспосабливается к неблагоприятным условиям урбосреды, и особенно к загрязнению, по сравнению с другими древесными породами [8], имеет особенности в потреблении химических элементов. В частности, листья березы интенсивнее хвои или ели сосны аккумулируют медь, никель и марганец [1, 5]. Береза повислая — пионер в восстановлении растительности, в том числе на загрязненных участках [9]. Предлагается использовать листья березы в качестве биоиндикатора по цинку [10], высокое накопление которого зафиксировано при аэротехногенном загрязнении [4].

Установлена связь между наличием тяжелых металлов в почве и их содержанием в листьях

березы [4, 11], в хвое ели или сосны и коре других деревьев [12, 13]. В связи с этим возникла необходимость рассмотрения листовой аккумуляции химических элементов в сочетании с их содержанием в почве в местах произрастания тех или иных видов древесной растительности.

В ходе исследования проводилось сравнение различных видов деревьев по потреблению химических элементов и отношению к воздействию реагентов в пределах рода. Существенные различия установлены между популяциями, семьями и клонами одного вида [14, 15]. Что касается березы повислой, то изучение особенностей потребления химических элементов ее различными формами и их отбор для использования, например, в озеленительных посадках городской среды представляет особый интерес.

Основным формообразующим признаком у березы повислой является соотношение трещиноватой коры различных конфигурации и гладкой бересты [16]. Классическими считаются формы, выделенные А.С. Яблоковым: ромбовидно-трещиноватая, гладкокорая и грубокорая [17].

Цель работы

Целью исследования является сравнение содержания химических элементов, относящихся к макро- и микроэлементов, в листьях разных форм березы повислой, произрастающих в г. Архангельске на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

Объекты и методика исследования

Исследования проводились в 2018 г. на территории г. Архангельска. Были заложены две пробные площади (ПП), находящиеся в одинаковых условиях освещения, почва — урбанозем супесчаный. Растительные особи березы в посадках близки по возрасту (50...80 лет), имеют сходные таксационные параметры (диаметр ствола 9,0...14,5 см, высота 26,0...31,6 м). Объекты произрастают на почвах различной загрязненности, которая связана с аэротехногенными выбросами от имеющейся транспортной нагрузки. ПП-1 расположена в роще на ул. Воронина, в отдалении от транспортных потоков, ПП-2 заложена на аллее вдоль ул. Суворова, с высокой транспортной нагрузкой. По данным кафедры химии и химической экологии САФУ за 2011–2017 гг., количество машин в транспортном потоке составляло от 32,7 до 76,3 тыс. ед./сут.).

Т а б л и ц а 1

Содержание химических элементов в почвенных образцах, мг/кг

The content of chemical elements in soil samples, mg/kg

Химический элемент	ПП-1	ПП-2
Na	7730	9680
Mg	5360	8400
Al	28400	36500
Si	264000	225000
Ca	9540	16300
Ti	1380	2110
V	60	70
Cr	30	50
Mn	530	560
Fe	13400	19500
Co	10	10
Cu	220	760
Zn	90	130
Sr	140	180
Zr	100	100
Ba	370	320
Pb	20	30

Для сравнения степени загрязнения у почвенных образцов (табл. 1) определен коэффициент Саета по формуле

$$Z_c = \Sigma K_c - (n - 1),$$

где K_c — коэффициент концентрации химического элемента;
 n — число анализируемых элементов-загрязнителей [18, 19].

Согласно оценочной шкале, ПП-1 характеризуется допустимой (15,8), ПП-2 — умеренно опасной степенью загрязненности (25,95).

На ПП-1 и ПП-2 пробных площадях были выявлены и замаркированы по 20 деревьев каждой формы, определенной по степени выраженности коры — гладкокорой, ромбовидно-трещиноватой и грубокорой. Для проведения эксперимента использовались листья методом сплошной выборки с побегов, расположенных в нижней трети части кроны.

Образцы проб почвы были подвергнуты анализу на энергодисперсионном спектрометре EDX-8000 согласно методикам М-02-0203-09 и М-02-0604-2007. Содержание макроэлементов (K_2O , CaO , H , C , N , MgO , SO_3 , Fe_2O_3 , P_2O_5) и микроэлементов (MnO , SiO_2 , Na_2O , ZnO , CuO , Al_2O_3 , NiO , Cl , SrO , TiO_2 , WO_3 , BaO , Co_2O_3) в листьях древесной породы определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа на волнодисперсионном спектрометре XRF-1800. Содержание водорода, азота и углерода определили заранее на элементном анализаторе EA-3000 и использовали при анализе как фиксированное значение.

Результаты и обсуждение

Исходя из полученных данных составили ряды содержания макроэлементов для каждой формы березы на двух пробных площадях (табл. 2).

Как видно из табл. 2, ряды потребления макроэлементов в разных формах березы повислой достаточно синхронны, коэффициент корреляции содержания макроэлементов в листьях различных форм березы составляет не меньше 0,99. Зависимость потребления не изменяется в связи с аэротехногенным загрязнением почв. Среди химических элементов наибольшего потребления характерно большее накопление водорода по сравнению с оксидом кальция у грубокорой формы березы. Гладкокорая и ромбовидно-трещиноватая формы близки по соотношению потребления макроэлементов.

По содержанию макроэлементов в листьях различных форм березы прослеживаются количественные изменения (табл. 3).

По сумме макроэлементов в листьях берез на условно чистых местопроизрастаниях (ПП-1), наибольшим потреблением отличается грубокорая форма, далее следует гладкокорая и затем ромбовидно-трещиноватая. В условиях значительного аэротехногенного загрязнения ряд распределения форм изменяется, максимум накопления макроэлементов, отмечается у ромбовидно-трещиноватой формы, минимум — у гладкокорой, грубокорая — занимает промежуточное положение.

Т а б л и ц а 2

Ряды макроэлементов (в пересчете на оксиды), в листьях березы повислой различных форм по степени выраженности коры

Rows of macronutrients (in terms of oxides) in the birch leaves of various types depending on the bark degree

Форма березы повислой	ПП-1	Почва	ПП-2	Почва
Гладкокорая	C > CaO > H > K ₂ O > > SO ₃ > N > MgO > > P ₂ O ₅ > Fe ₂ O	Si > Al > Fe > Ca > Na > > Mg > Ti > Mn > Ba > > Cu > Sr > Zr > Zn > > V > Cr > Pb > Co	C > CaO = H > K ₂ O > > N > MgO > SO ₃ > > P ₂ O ₅ > Fe ₂ O	Si > Al > Fe > Ca > Na > > Mg > Ti > Cu > Mn > > Ba > Sr > Zn > Zr > > V > Cr > Pb > Co
Ромбовидно-трещиноватая	C > CaO > H > K ₂ O > > N > MgO > SO ₃ > > P ₂ O ₅ > Fe ₂ O		C > CaO > H > K ₂ O > > N > P ₂ O ₅ > MgO > > SO ₃ > Fe ₂ O	
Грубокорая	C > H > CaO > K ₂ O > > N > MgO > SO ₃ > > P ₂ O ₅ > Fe ₂ O		C > H > CaO > K ₂ O > > N > P ₂ O ₅ > MgO > > SO ₃ > Fe ₂ O	

Т а б л и ц а 3

Содержание макроэлементов (в пересчете на оксиды) в листьях березы повислой различных форм, мг/кг

The content of macronutrients (in terms of oxides) in birch leaves of various types, mg/kg

Участок	Форма березы повислой	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	H	C	N	MgO	SO ₃	Fe ₂ O ₃	Σ
ПП-1	Гладкокорая	93200	38300	14300	71400	464000	23200	16900	27500	1980	750780
	Ромбовидно-трещиноватая	106000	36100	17400	78500	423000	27100	20800	18600	2640	730140
	Грубокорая	77700	32400	12500	84100	483000	29700	18800	16800	1730	756730
ПП-2	Гладкокорая	80000	44700	10600	80000	462000	25600	13600	13500	5530	735530
	Ромбовидно-трещиноватая	83900	58300	18800	77400	461000	24800	15200	13100	4870	757370
	Грубокорая	74500	40400	16800	80300	475000	25500	16200	11700	1600	742000

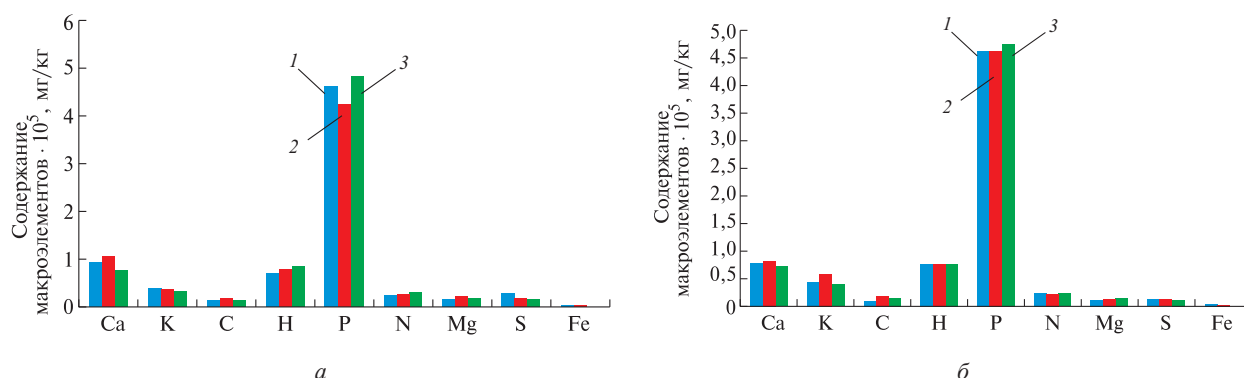


Рис. 1. Содержание макроэлементов в листьях березы повислой различных форм в условно чистом ПП-1 (а) и загрязненном ПП-2 (б) местопрорастаниях: 1 — гладкокорая; 2 — ромбовидно-трещиноватая; 3 — грубокорая

Fig. 1. The content of macroelements in birch leaves of various forms in conditionally clean PP-1 (a) and contaminated with PP-2 (б) growing sites: 1 — smooth bark; 2 — rhomboid-fissured; 3 — coarse bark

Деревья березы с грубой формой коры потребляют оксиды калия, кальция, железа в наименьшем количестве, вне зависимости от условий местопрорастания (рис. 1). В то же время

у данной формы в условиях, приближенных к естественным (ПП-1) выше всего потребление водорода (84 100 мг/кг), углерода (483 000 и 475 000) и азота (29 700 мг/кг).

Т а б л и ц а 4

**Ряды микроэлементов (в пересчете на оксиды) в листьях березы повислой
различных форм по степени выраженности коры**

Rows of trace elements (in terms of oxides) in birch leaves of various types according to the bark degree

Форма березы повислой	ПП-1	Почва	ПП-2	Почва
Гладкокорая	SiO ₂ > ZnO > MnO > > Al ₂ O ₃ > BaO > Na ₂ O > > SrO > Cl > TiO ₂ > NiO > > CuO > WO ₃ > Co ₂ O ₃		SiO ₂ > Al ₂ O ₃ > Cl > ZnO > > MnO > WO ₃ > Na ₂ O > > BaO > TiO ₂ > SrO > > NiO > CuO > Co ₂ O ₃	
Ромбовидно-трещиноватая	SiO ₂ > ZnO > Al ₂ O ₃ > > MnO > BaO > WO ₃ > > Na ₂ O > Cl > SrO > > Co ₂ O ₃ > TiO ₂ > CuO > NiO	Si > Al > Fe > Ca > > Na > Mg > Ti > Mn > > Ba > Cu > Sr > Zr > > Zn > V > Cr > Pb > Co	SiO ₂ > Al ₂ O ₃ > ZnO > Cl > > MnO > BaO > Na ₂ O > > TiO ₂ > WO ₃ > SrO > > NiO > CuO > Co ₂ O ₃	Si > Al > Fe > Ca > Na > > Mg > Ti > Cu > Mn > > Ba > Sr > Zn > Zr > V > > Cr > Pb > Co
Грубокорая	SiO ₂ > ZnO > MnO > > Al ₂ O ₃ > Cl > Na ₂ O > > BaO > SrO > TiO ₂ > NiO > > CuO > WO ₃ > Co ₂ O ₃		SiO ₂ > MnO > ZnO > > Al ₂ O ₃ > BaO > Cl > > SrO > Na ₂ O > WO ₃ > > NiO > CuO > TiO ₂ > Co ₂ O ₃	

Т а б л и ц а 5

**Содержание микроэлементов (в пересчете на оксиды) в листьях
березы повислой различных форм, мг/кг**

The content of micronutrients (in terms of oxides) in Common Birch leaves of different forms, mg / kg

Уча-сток	Форма березы повислой	MnO	SiO ₂	Na ₂ O	ZnO	CuO	Al ₂ O ₃	NiO	Cl	SrO	TiO ₂	WO ₃	BaO	Co ₂ O ₃	Σ
ПП-1	Гладкокорая	1460	5760	483	2640	109	1010	111	176	225	129	49	541	0	12693
	Ромбовидно-трещиноватая	1010	7510	546	4140	115	1340	108	464	434	160	820	953	184	17784
	Грубокорая	1640	6800	532	2960	87	1210	93	838	267	132	11	406	7	14983
ПП-2	Гладкокорая	1010	23100	915	2010	83	4440	84	3940	225	505	930	665	70	37977
	Ромбовидно-трещиноватая	962	16300	773	2660	86	3280	92	1190	219	395	235	820	19	27031
	Грубокорая	1790	6310	277	1740	89	1070	107	647	298	83	123	929	12	13475

Гладкокорая форма березы в условиях повышенного азротехногенного загрязнения (ПП-2) накапливает наименьшее количество оксидов фосфора — 10 600 и магния — 13 600 мг/кг. Эта форма отмечается большими различиями в потреблении одного и того же элемента, в зависимости от условий местопроизрастания: потребление серы (в пересчете на SO₃) в относительно чистых условиях (ПП-1) больше в 2 раза — 27 500, чем в условиях повышенного загрязнения почв (ПП-2) — 13 500 мг/кг, аналогично потребление железа (в пересчете на Fe₂O₃) — 1980 и 5530 мг/кг соответственно, на ПП-1 и ПП-2.

У березы ромбовидно-трещиноватой формы определено максимальное потребление калия (в пересчете на K₂O) в условиях загрязнения — 58 300 мг/кг (ПП-2). Кроме того, потребление углерода сильно различается, в зависимости от условий местопроизрастания — 423 000 и 461 000 мг/кг на ПП-1 и ПП-2 соответственно,

в отличие от гладкокорой формы, потребление углерода у которой в разных условиях практически не изменяется — 464 000 и 462 000 мг/кг соответственно на ПП-1 и ПП-2.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что характер потребления макроэлементов березами разных форм по трещиноватости коры достаточно синхронен в различных условиях загрязнения. Условия местопроизрастаний, связанные с загрязнением почв, в листьях березы изменяют количественный состав макроэлементов. Наиболее стабильна в потреблении отдельных макроэлементов ромбовидно-трещиноватая форма деревьев березы, тогда как гладкокорая и грубокорая формы, в большинстве случаев, зависят от условий местопроизрастания.

Сравнили особенности потребления микроэлементов листьями березы различных форм в тех же условиях местопроизрастания. По полученным результатам составлены ряды микроэлементов (табл. 4).

Исходя из табл. 4 ряды потребления микроэлементов в разных формах березы повислой имеют отличия. Коэффициент корреляции между содержанием химических элементов в листьях разных форм ниже, чем макроэлементов, и составляет 0,89–0,99 при t_r от 13,5 до 157. Из микроэлементов-загрязнителей для всех форм березы характерно приоритетное накопление в листьях цинка и марганца, хотя их содержание в почвах заметно ниже других микроэлементов. Подобную особенность березы зафиксировали другие исследователи [4, 10]. Как приоритетный можно отметить алюминий, найденный в больших количествах в почвах изучаемых участков. По мнению М. Frankowski [13], потребление алюминия листьями березы не зависит от загрязненности почв.

В почвах изучаемых условий местопроизрастания березы ряды распределения микроэлементов достаточно схожи. Коэффициенты корреляции между содержанием микроэлементов в почве и различными формами березы в условно чистом участке произрастания (ПП-1) составляют 0,86–0,89 при t_r от 10,4 до 13,5. Растения накапливают микроэлементы в необходимых им количествах для поддержания своей жизнедеятельности. В условиях повышенного загрязнения, где абсолютное содержание микроэлементов в почве выше, буферная роль корней снижается и накопление отдельных химических элементов в листьях возрастает, коэффициент корреляции повышается до 0,93–0,99 при t_r от 21,7 до 157,2.

В то же время по содержанию микроэлементов в листьях различных форм березы прослеживаются количественные изменения (табл. 5).

По сумме микроэлементов в листьях березы в условно чистых местопроизрастаниях (ПП-1) наибольшим их потреблением отличается ромбовидно-трещиноватая форма березы, далее следует грубокорая и гладкокорая формы. В условиях значительного аэротехногенного загрязнения ряд распределения форм по суммарному накоплению микроэлементов изменяется, максимум накопления микроэлементов — у гладкокорой формы, минимум — у грубокорой, ромбовидно-трещиноватая — занимает промежуточное положение. Кроме того, из рис. 2 видно, что потребление химических элементов в различных условиях местопроизрастания у грубокорой формы изменяется незначительно, в то время как у гладкокорой формы возрастает более чем в 2 раза. Ромбовидно-трещиноватая форма также занимает промежуточное положение — потребление химических элементов данной формой изменяется в связи со сменой условий загрязнения почв.

У разных форм березы повислой, в зависимости от условий местопроизрастания, сильно изменяется потребление практически всех макро-

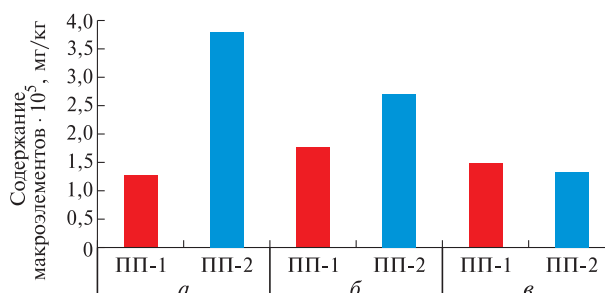


Рис. 2. Содержание микроэлементов, в листьях березы повислой различных форм по степени выраженности коры в пределах разных пробных площадей, мг/кг: а — гладкокорая; б — ромбовидно-трещиноватая; в — грубокорая

Fig. 2. The content of micronutrients in birch leaves of various forms according to the bark degree within different test areas, mg / kg: а — smooth bark; б — rhomboid-fissured; в — coarse bark

элементов (в пересчете на оксиды), кроме оксида марганца. Грубокорая форма потребляет больше всего марганца (MnO) вне зависимости от условий местопроизрастания. Ромбовидно-трещиноватая форма потребляет меньше всего, а гладкокорая форма занимает промежуточное положение.

Потребление цинка (ZnO) в условиях аэротехногенного загрязнения у всех форм снижается, а оксидов натрия, алюминия, хлора, титана (в пересчете на оксиды) снижается в условиях аэротехногенного загрязнения только у грубокорой формы березы. У ромбовидно-трещиноватой формы в условиях загрязненных почв происходит снижение потребления оксидов бария, кобальта, вольфрама, стронция. У гладкокорой формы в условиях повышенного загрязнения усиливается потребление оксидов кремния, вольфрама, алюминия и элемента хлора. Однако при увеличении потребления оксида стронция у грубокорой формы и понижении потребления у ромбовидно-трещиноватой гладкокорая форма отличается одинаковым его потреблением вне зависимости от условий местопроизрастания.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что каждая форма реагирует по-своему на аэротехногенное загрязнение. У грубокорой формы березы потребление микроэлементов в листьях снижается, в то время как у гладкокорой и ромбовидно-трещиноватой форм — возрастает, особенно заметно (в 3 раза) у березы с гладкой корой.

Выводы

Формы березы по степени выраженности коры отличаются дифференцированным накоплением макро- и микроэлементов в листьях.

Соотношение потребления и закрепления в листовом аппарате макроэлементов достаточно устойчиво и не зависит от загрязненности почв.

Имеется заметная выраженность особенностей количественного потребления отдельных макроэлементов. В относительно чистых условиях местопроизрастания наибольшим потреблением макроэлементов отличается ромбовидно-трещиноватая форма березы. Однако в условиях аэротехногенного загрязнения она больше гладкокорой и грубокорой форм снижает потребление химических элементов из ряда макроэлементов. В этих условиях приоритет по накоплению макроэлементов имеет грубокорая форма березы, ромбовидно-трещиноватая — отличается большей стабильностью в накоплении отдельных макроэлементов в различных по загрязненности условиях местопроизрастания.

В условно чистых условиях местопроизрастания накопление микроэлементов в листьях разных форм березы различается незначительно, но все же больше (на 20 %) макроэлементов накапливает в листьях ромбовидно-трещиноватая форма березы. При произрастании в условиях повышенного загрязнения ряд распределения форм изменяется и проявляются их особенности накопления. Приоритет по накоплению микроэлементов имеет гладкокорая форма березы повислой, которая усиливает потребление микроэлементов в 3 раза. Ромбовидно-трещиноватая форма березы реагирует на загрязнение меньше — содержание в листьях увеличивается в 1,5 раза. Интересно то, что грубокорая форма березы практически не изменяет метаболизм потребления микроэлементов в листьях.

Полученные результаты свидетельствуют о приоритете использования различных форм березы в озеленительных посадках и технологиях ухода за территориями. При использовании в озеленительных посадках красивой гладкокорой формы березы возрастает возможность дополнительного загрязнения почв микроэлементами-загрязнителями с опавшей листвой. Это требует их тщательной уборки и вывоза из городских поселений. В местах повышенного аэротехногенного и почвенного загрязнения приоритет следует отдавать высаживанию грубокорой формы березы со сниженным накоплением микроэлементов в листьях.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

Список литературы

[1] Протасова Н.А., Беляев А.Б. Химические элементы в жизни растений // Соровский образовательный журнал, 2001. № 3. С. 25–32.

- [2] Бухарина И.Л., Двоглазова А.А. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях. Ижевск: Удмуртский университет, 2010. 184 с.
- [3] Завьялов К.Е. Морфология и химический состав листьев опытных культур березы повислой (*Betula pendula* Roth) в условиях магнетитового загрязнения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2013. № 3(41). С. 230–232.
- [4] Kosiorek M, Modrzewska B, Wyszowski M. Levels of selected trace elements in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), silver birch (*Betula pendula* L.), and Norway maple (*Acer platanoides* L.) in an urbanized environment // Environ. Monit. Assess, 2016, no. 188(10), p. 598.
- [5] Диярова Э.Р., Гиниятуллин Р.Х., Кулагин А.А. Содержание металлов в древесных растениях, произрастающих на отвалах Учалинского горно-обогатительного комбината Республики Башкортостан // Вестник Оренбургского государственного университета, 2009. № 6. С. 118–120.
- [6] Гагарская Н.К., Чернова Е.Н. Экологический мониторинг элементного состава лесной растительности и морфофункционального состояния мелких млекопитающих в посттехногенных экосистемах // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее. Горно-Алтайск: ГАСУ, 2010. С. 160–163.
- [7] Рождественская Т.А., Ельчинова О.А., Пузанов А.В. Элементный химический состав растений Горного Алтая и факторы, его определяющие // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных территорий: настоящее, прошлое и будущее. Горно-Алтайск: ГАСУ, 2008. С. 110–114.
- [8] Петункина Л.О., Сарсацкая А.С. Береза повислая как индикатор качества городской среды // Вестник Кемеровского государственного университета, 2015. № 3(4). С. 68–71.
- [9] Franiel I. Development of *Betula pendula* seedlings growing on the «Silesia Steelworks» dumping grounds in Katowice // Acta Agrophys, 2011, no. 51, p. 51–57.
- [10] Zakrzewska M, Klimek B. Trace Element Concentrations in Tree Leaves and Lichen Collected Along a Metal Pollution Gradient Near Olkusz (Southern Poland) // Bull. Environ. Contam. Toxicol, 2017, no. 100(2), pp. 245–249.
- [11] Байкалова Т.В., Байкалов П.С., Коротченко И.С. Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове, листьях березы под воздействием промышленности г. Красноярска // Вестник КрасГАУ, 2017. №5. С. 123–130.
- [12] Sawidis T., Breuste J., Mitrovic M., Pavlovic P., Tsigaridas K. Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities // Environmental Pollution, 2011, no. 159, pp. 3560–3570.
- [13] Frankowski M. Aluminum uptake and migration from the soil compartment into *Betula pendula* for two different environments: a polluted and environmentally protected area of Poland // Environ. Sci. Pollut. Res. Int., 2015, no. 23(2), pp. 1398–1407.
- [14] Kull O., Tulva I., Vapaavuori E. Influence of elevated CO₂ and O₃ on *Betula pendula* Roth crown structure // Ann. Bot., 2003, no. 91(5), pp. 559–569.
- [15] Тараканов В.В., Милютин Л.И., Куценогий К.П., Ковальская Г.А., Игнатъев Л.А., Самсонова А.Е. Элементный состав хвои в разных клонах сосны обыкновенной // Лесоведение, 2007. № 1. С. 28–35.
- [16] Коновалов В.Ф., Янбаев Ю.А., Галеев Э.И., Дуношкин Е.В. Плюсовая селекция березы повислой в республике Башкортостан: итоги и перспективы развития // Аграрная Россия. Материалы Междунар. науч.-практ. конф.

- «Актуальные проблемы дендрэкологии и адаптации растений», посвященной 80-летию со дня рождения проф. Ю.З. Кулагина, 2009. № S2. С. 140–141.
- [17] Яблоков А.С. Селекция древесных пород. М.: Сельхозиздат, 1962. 487 с.
- [18] Попова Л.Ф. Химическое загрязнение урбозкосистемы Архангельска. Архангельск: САФУ, 2014. 231 с.
- [19] Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестник МГУ. Сер. 5. География, 2015. № 2. С. 7–17.

Сведения об авторах

Волова Алена Викторовна — аспирант кафедры лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, a.v.nekrasova@narfu.ru

Наквасина 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, e.nakvasina@narfu.ru

Поступила в редакцию 13.06.2019.

Принята к публикации 30.09.2019.

MACRO AND MICRONUTRIENTS CONTENTS IN BIRCH LEAVES (*BETULA PENDULA* ROTH.) OF DIFFERENT FORM

A.V. Volova, E.N. Nakvasina

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

e.nakvasina@narfu.ru

In terms of man-made pollution, there are changes in the absorption of nutrients by woody plants, which affects the chemical composition of the assimilating organs. With regard to birch it is interesting to study the characteristics of chemical elements consumption of its various forms and their selection for use, for example, in planting urban environment. The main forming feature of the birch is the ratio of the trunks with the fractured bark of different configurations and sizes with smooth birch bark. We have compared the content of chemical elements belonging to the groups of macro-and microelements in the leaves of different forms of birch growing in areas with different levels of soil pollution. The study was conducted on the territory of the city of Arkhangelsk, where the trees of each studied form were identified, namely smooth-bark, diamond-fractured and rough-bark, were selected based on the descriptions by A.S. Yablokov. The 2 sample areas, which are in the same lighting conditions, have the soil of a sandy loam arabinose. The differences in the characteristics of the facilities were in soil contamination associated with aerotechnogenic emissions from the transport load, the first PP is located distantly from the traffic flows, the second PP is in place with a high transport load. The study showed that the forms of birch bark differ in the degree of severity of a certain differentiation in the accumulation of macro- and microelements in the leaves. Diamond-fractured form birch is different and more stable in the accumulation of certain macronutrients in different contamination conditions of the habitat. The priority for the accumulation of trace elements has a smooth form of birch, which increases the consumption of trace elements 3 times. Rhomboid-fractured form of birch reacts to pollution less, the content in the leaves increases by 1,5 times. The rough-edged form of birch practically does not change the metabolism of trace elements consumption in the leaves.

Keywords: birch bark shapes, elements, trace elements, leaves

Suggested citation: Volova A.V., Nakvasina E.N. *Soderzhanie makro- i mikroelementov v list'yakh berezy (Betula pendula Roth.) razlichnykh form* [Macro and micronutrients contents in birch leaves (*Betula pendula* Roth.) of different form]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 6, pp. 5–12.

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-5-12

References

- [1] Protasova N.A., Belyaev A.B. *Khimicheskie elementy v zhizni rasteniy* [Chemical elements in plant life]. Sorovskiy obrazovatel'nyy zhurnal [Soros Educational Journal], 2001, no. 3, pp. 25–32.
- [2] Bukharina I.L., Dvoeglazova A.A. *Bioekologicheskie osobennosti travyanistykh i drevesnykh rasteniy v gorodskikh nasazhdeniyakh* [Bioecological features of herbaceous and woody plants in urban plantations]. Izhevsk: Udmurtskiy universitet [Udmurt State University], 2010, 184 p.
- [3] Zav'yalov K.E. *Morfologiya i khimicheskiy sostav list'ev opytnykh kul'tur berezy povisloy (Betula Pendula Roth) v usloviyakh magnezitovogo zagryazneniya* [The morphology and chemical composition of the leaves of the experimental cultures of silver birch (*Betula Pendula* Roth) in terms of the magnesite contamination]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], 2013, no. 3(41), pp. 230–232.

- [4] Kosiorek M, Modrzewska B, Wyszowski M. Levels of selected trace elements in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), silver birch (*Betula pendula* L.), and Norway maple (*Acer platanoides* L.) in an urbanized environment. *Environ. Monit. Assess*, 2016, no. 188(10), p. 598.
- [5] Diyarova E.R., Giniyatullin R.Kh., Kulagin A.A. *Soderzhanie metallov v drevesnykh rasteniyakh, proizrastayushchikh na otvalakh Uchalinskogo gorno-obogatitel'nogo kombinata Respubliki Bashkortostan* [The content of metals in wood plants growing on the dumps of the Uchalinsky mining and processing plant of the Republic of Bashkortostan]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Orenburg State University Bulletin], 2009, no. 6, pp. 118–120.
- [6] Gagarskaya N.K., Chernova E.N. *Ekologicheskiy monitoring elementnogo sostava lesnoy rastitel'nosti i morfofunktsional'nogo sostoyaniya melkikh mlekopitayushchikh v posttekhnogennykh ekosistemakh* [Ecological monitoring of elemental composition of forest vegetation and morphofunctional state of small mammals in post-technogenic ecosystems]. *Bioraznoobrazie, problemy ekologii Gornogo Altaya i sopredel'nykh regionov: nastoyashchee, proshloe, budushchee* [Biodiversity, problems of ecology of the Altai mountains and adjacent regions: present, past, future]. Gorno-Altaysk: GASU, 2010, pp. 160–163.
- [7] Rozhdestvenskaya T.A., El'chinina O.A., Puzanov A.V. *Elementnyy khimicheskiy sostav rasteniy Gornogo Altaya i faktory, ego opredelyayushchie* [Elemental chemical composition of plants of The Altai mountains and its determinants]. *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Bioraznoobrazie, problemy ekologii Gornogo Altaya i sopredel'nykh territoriy: nastoyashchee, proshloe i budushchee»* [Processing of the International conference «Biodiversity, problems of ecology of the Altai mountains and adjacent regions: present, past, future»]. Gorno-Altaysk: GASU, 2008, pp. 110–114.
- [8] Petunkina L.O., Sarsatskaya A.S. *Bereza povislaya kak indikator kachestva gorodskoy sredy* [Birch hanging as an indicator of the quality of the urban environment]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Kemerovo State University], 2015, no. 3(4), pp. 68–71.
- [9] Franiel I. Development of *Betula pendula* seedlings growing on the «Silesia Steelworks» dumping grounds in Katowice // *Acta Agrophys*, 2011, no. 51, p. 51–57.
- [10] Zakrzewska M, Klimek B. Trace Element Concentrations in Tree Leaves and Lichen Collected Along a Metal Pollution Gradient Near Olkusz (Southern Poland) // *Bull. Environ. Contam. Toxicol*, 2017, no. 100(2), pp. 245–249.
- [11] Baykalova T.V., Baykalov P.S., Korotchenko I.S. *Soderzhanie tyazhelykh metallov v pochvennom pokrove, list'yakh berezy pod vozdeystviem promyshlennosti g. Krasnoyarska* [The content of heavy metals in the soil, birch leaves under the influence of industry in Krasnoyarsk]. *Vestnik KrasGAU* [Krasnoyarsk State Agrarian University Bulletin], 2017, no. 5, pp. 123–130.
- [12] Sawidis T., Breuste J., Mitrovic M., Pavlovic P., Tsigaridas K. Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities // *Environmental Pollution*, 2011, no. 159, pp. 3560–3570.
- [13] Frankowski M. Aluminum uptake and migration from the soil compartment into *Betula pendula* for two different environments: a polluted and environmentally protected area of Poland // *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 2015, no. 23(2), pp. 1398–1407.
- [14] Kull O., Tulva I., Vapaavuori E. Influence of elevated CO₂ and O₃ on *Betula pendula* Roth crown structure // *Ann. Bot.*, 2003, no. 91(5), pp. 559–569.
- [15] Tarakanov V.V., Milyutin L.I., Kutsenogiy K.P., Koval'skaya G.A., Ignat'ev L.A., Samsonova A.E. *Elementnyy sostav khvoi v raznykh klonakh sosny obyknovennoy* [Elemental composition of needles in different clones of Scots pine] *Lesovedenie* [Forestry], 2007, no. 1, pp. 28–35.
- [16] Konovalov V.F., Yanbaev Yu.A., Galeev E.I., Dunyushkim E.V. *Plyusovaya selektsiya berezy povisloy v respublike Bashkortostan: itogi i perspektivy razvitiya* [Positive selection of birch in the Republic of Bashkortostan: results and prospects]. *Agrarnaya Rossiya, spets. vypusk: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye problemy dendroekologii i adaptatsii rasteniy», posvyashchennoy 80-letiyu so dnya rozhdeniya professora Y.Z. Kulagina.* [Agriculture Russia, special edition: Processing of the International Scientific and Practical Conference «Actual problems of dendroecology and plant adaptation», dedicated to the 80th anniversary of the birth of Professor Y.Z. Kulagin], 2009, no. S2, pp. 140–141.
- [17] Yablokov A.S. *Selektsiya drevesnykh porod* [Selection of wood species]. Moscow: Sel'hozizdat, 1962, 487 p.
- [18] Popova L.F. *Khimicheskoe zagryaznenie urboekosistemy Arkhangel'ska* [Chemical pollution of the urban ecosystem of Arkhangel'sk]. Arkhangel'sk: NArFU 2014, 231 p.
- [19] Kasimov N.S., Vlasov D.V. *Klarki khimicheskikh elementov kak etalony sravneniya v ekogeokhimi* [Clarks of chemical elements as reference standards in ecogeochemistry]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5, Geografiya* [Moscow University Bulletin. Episode 5, Geography], 2015, no. 2, pp. 7–17.

Authors' information

Volova Alena Viktorovna — Pg. Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, a.v.nekrasova@narfu.ru

Nakvasina Elena Nikolaevna — Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, e.nakvasina@narfu.ru

Received 13.06.2019.

Accepted for publication 30.09.2019.

УДК 634.0.232.31

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-13-19

ПРИМЕНЕНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ ПРИИРТЫШЬЯ

С.А. Кабанова¹, И.С. Кочегаров¹, М.А. Данченко²

¹Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 021704, Республика Казахстан, г. Щучинск, ул. Кирова, д. 58

²Томский государственный университет, 634050, г. Томск, ул. Ленина, д. 36

kabanova.05@mail.ru

Проведены исследования в лесном питомнике Государственного лесного природного резервата «Ертіс орманы». Представлены результаты изучения одно и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной за период 2016–2017 гг. Установлено, что хотя по приживаемости опытные образцы несколько отставали от контрольных экземпляров, по высоте практически все превышали рост контрольных сеянцев на 8,2...33,8 %, в однолетнем возрасте длина корней сеянцев превышала длину стволика в среднем в 1,7 раза, в двухлетнем — длина надземной части стала больше в 1,5 раза. Сделан вывод, что для увеличения корневой массы растениям не хватило минеральных питательных веществ. Наибольшие показатели общей массы стволиков и корней были у сеянцев, участвовавших в опыте по поливу почвы и замачиванию семян в Экстрасоле (концентрации 100 г/10 л и 50 г/10 л) в течение 2 ч. Определена тесная корреляционная взаимосвязь между высотой и длиной стволика (коэффициент корреляции составил 0,744), массой корней и массой стволика (коэффициент корреляции 0,723). Выявлено, что для условий ленточных боров Прииртышья Павлодарской обл. оптимальной предпосевной обработкой является замачивание семян сосны обыкновенной в двух концентрациях: Экстрасоле — в течение 2 ч, Гумате — 24 ч и в стимуляторе «ГНБ» — 5 мин.

Ключевые слова: стимуляторы, семена, сосна обыкновенная, сеянцы, предпосевная обработка

Ссылка для цитирования: Кабанова С.А., Кочегаров И.С., Данченко М.А. Применение стимуляторов для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной в ленточных борах Прииртышья // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 13–19. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-13-19

Выращивание качественного стандартного посадочного материала зависит от многих взаимосвязанных факторов: обработки почвы, тщательного соблюдения агротехнических условий посева, работ по уходу и защите от вредителей и болезней. Низкая всхожесть семян, слабый рост сеянцев и их устойчивость к вредителям и болезням негативно отражаются на получении необходимого количества стандартного посадочного материала основных лесообразующих пород в лесных питомниках. Для устранения проблем проводятся мероприятия, улучшающие качество семян и сеянцев, в частности предпосевная обработка семян различными ростовыми веществами [1–7]. Применение стимуляторов имеет пролонгированное действие и влияет на интенсивный рост саженцев в лесных культурах. Стандартный, хорошего качества посадочный материал, высаженный в лесные культуры, способствует повышению продуктивности лесов, получению долговечных, устойчивых искусственных насаждений. Особенно это важно для ленточных боров Прииртышья — уникальных сосновых насаждений Павлодарской и Восточно-Казахстанской областей Республики Казахстан. Лесные пожары 1997–2000 гг. уничтожили большие площади древостоев, которые искусственно восстанавливаются до настоящего времени. Для

воспроизводства лесов требуется большое количество посадочного материала. В связи с этим в Государственном национальном природном резервате (ГЛПР) «Ертіс орманы» организован новый лесной питомник, в котором Казахским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства и агролесомелиорации (КазНИИЛХА) проводятся научно-исследовательские работы по изучению влияния различных доз стимуляторов на приживаемость и биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной с целью определения оптимального стимулятора для предпосевной обработки семян [8].

Цель работы

Цель работы — проведение опытов по предпосевной обработке семян в целях увеличения всхожести семян и получения стандартного посадочного материала с применением стимуляторов.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований служили одно- и двухлетние сеянцы сосны обыкновенной в лесном питомнике ГЛПР «Ертіс орманы» Павлодарской обл. Резерват расположен в подзоне сухой степи с резко континентальным климатом: жарким летом и холодной зимой при небольшом количестве как летних, так и зимних осадков. К тому же неблаго-

приятными природно-климатическими факторами для роста древесной растительности являются поздние весенние и ранние осенние заморозки, периодические засухи, сильные ветры, которые часто переходят в пыльные бури. Ленточные боры произрастают на песчаных почвах [9–24].

Наблюдения проводились за сеянцами сосны обыкновенной первого года жизни в 2016 г. и по достижении ими двухлетнего возраста в 2017 г. Выполнялась предпосевная подготовка семян по следующим вариантам:

– применялся Экстрасол двух концентраций — 0,1...0,05 % для замачивания в течение 5 мин и 2 ч и полива почвы;

– использовались Гумат и Гумат+7 микроэлементов для замачивания в течение 24 ч;

– применялся стимулятор ГНБ для замачивания, опрыскивания семян и полива почвы.

Стимулятор ГНБ был создан казахстанскими учеными и прошел производственные испытания.

Кроме того, в ходе опыта осуществлялся полив почвы активатором ЭридГроу®. Посев проводился вручную по 6-строчной схеме, протяженность опытного участка составляла 2 м в двух повторностях. На 1 пог.м было высеяно примерно по 250 семян. За количественными признаками сеянцев наблюдали по методике Н.А. Смирнова [9]. Приживаемость одно- (2016) и двухлетних сеянцев (2017) определялась путем перечета их на посевных строчках и вычисления отношения сохранившихся растений к первоначальному числу семян. На одной посевной строчке протяженностью 1 м в двух повторностях каждого варианта определялась высота сеянцев замерами линейкой с точностью до 1 мм. На каждом варианте были выкопаны по 30 сеянцев, у которых отделили надземную часть от подземной. Каждый ствол и корень отдельно измеряли линейкой и взвешивали. Контролем служили семена и сеянцы сосны обыкновенной, выращенные без применения стимуляторов. Энергия прорастания и всхожесть семян определялась в соответствии с ГОСТ 13056.6–97 [10] на 7-й и 15-й день наблюдений.

Результаты и обсуждение

Перед посевом в лабораторных условиях были определены основные показатели качества семян сосны обыкновенной (рис. 1).

Наибольшей энергией прорастания (49 %) и лабораторной всхожестью (66 %) обладали семена сосны обыкновенной, обработанные Экстрасолом в течение 5 мин. Семена, обработанные стимулятором ГНБ, хотя и отставали от всех вариантов опыта по энергии прорастания, показали достаточно высокую всхожесть (60 %). Несколько ниже была всхожесть после обработки семян смесью Гумат+7 микроэлементов в течение 18 ч (59 %).

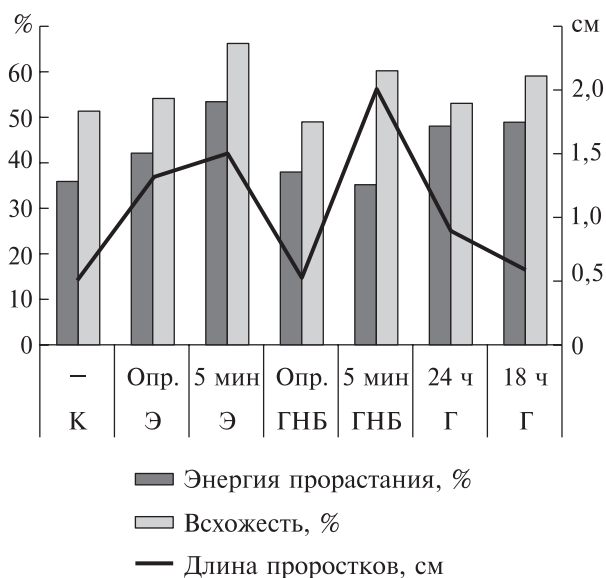


Рис. 1. Основные показатели качества семян сосны обыкновенной, обработанных стимуляторами: К — контроль; Э — Экстрасол; ГНБ — стимулятор ГНБ; Г — Гумат+7 микроэлементов

Fig. 1. The main indicators of common pine seeds quality treated with stimulants: К — control; Э — Extrasol; ГНБ — a stimulator of HDD; Г — Humate + 7 trace elements

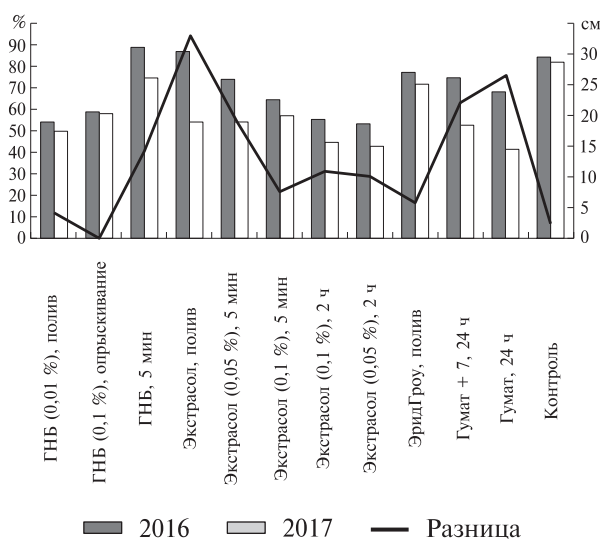


Рис. 2. Динамика приживаемости одно- и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной

Fig. 2. Dynamics of one- and two-year-old Scots pine seedlings survival

Контрольные образцы отставали от всех опытных вариантов по энергии прорастания и всхожести.

Длина проростков была наибольшей при обработке семян стимулятором ГНБ и Экстрасолом в течение 5 мин. Практически не различались по данному показателю контрольные образцы и опытные варианты с замачиванием в смеси Гумат+7 микроэлементов (18 ч) и при опрыскивании стимулятором ГНБ.

Т а б л и ц а 1

**Динамика протяженности надземной и подземной частей
одно- и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной**

Dynamics of one and two-year-old Scots pine seedlings length of the aboveground and underground parts of

Препарат	Обработка	Средняя длина, см			
		стволиков		корней	
		2016	2017	2016	2017
ГНБ	Полив	8,3 ± 0,6	20,1 ± 1,1	11,4 ± 0,7	14,4 ± 0,7
Экстрасол» (0,1 %)	Полив	8,1 ± 0,6	21,6 ± 1,3	14,4 ± 0,6	15,6 ± 1,1
ГНБ	Опрыскивание	7,5 ± 0,3	21,6 ± 1,2	14,0 ± 0,5	15,5 ± 1,0
ГНБ	5 мин	8,3 ± 0,5	24,5 ± 1,6	14,7 ± 0,6	15,3 ± 1,0
Экстрасол (0,05 %)	5 мин	8,0 ± 0,5	24,4 ± 0,8	14,4 ± 0,6	14,3 ± 0,4
Экстрасол (0,1 %)	5 мин	7,2 ± 0,4	22,3 ± 1,9	12,4 ± 0,5	15,6 ± 1,6
ЭридГроу®	Полив	8,2 ± 0,5	22,8 ± 1,2	14,6 ± 0,7	14,7 ± 0,9
Экстрасол (0,1 %)	120 мин	8,2 ± 0,6	25,5 ± 2,0	13,5 ± 0,9	15,7 ± 0,9
Экстрасол (0,05 %)	120 мин	8,9 ± 0,4	22,6 ± 1,1	15,0 ± 0,7	20,1 ± 1,0
Гумат + 7 микроэлементов	24 ч	8,2 ± 0,5	23,0 ± 1,0	15,3 ± 0,6	15,1 ± 0,6
Гумат	24 ч	7,7 ± 0,5	23,0 ± 1,3	14,1 ± 0,5	16,2 ± 1,5
Контрольный вариант	–	8,3 ± 0,5	20,1 ± 1,9	12,8 ± 0,6	15,9 ± 0,8

Т а б л и ц а 2

**Высота двухлетних сеянцев сосны обыкновенной
Height of Scots pine two-year-old seedlings**

Препарат	Обработка	Доза внесения	Высота		
			$X \pm m$, см	V , %	s
ГНБ	Полив	1 г/10 л	16,1 ± 0,7	20,8	3,3
Экстрасол	Полив	100 мл/10 л	16,7 ± 0,9	23,8	4,0
ГНБ	Опрыскивание	1 г/1 л	20,8 ± 1,0	20,6	4,3
ГНБ	5 мин	1 г/1 л	22,7 ± 1,0	20,2	4,6
Экстрасол	5 мин	50 мл/10 л	20,8 ± 0,7	15,8	3,3
Экстрасол	5 мин	100 мл/10 л	19,8 ± 1,5	33,4	6,6
Эрид Гроу®	Полив	1 л/10 л	22,3 ± 0,9	19,2	4,3
Экстрасол	2 ч	100 мл/10 л	23,9 ± 1,1	20,9	5,0
Экстрасол	2 ч	50 мл/10 л	24,5 ± 1,1	19,7	4,8
Гумат +7микроэлементов	24 ч	0,5 г/1 л	22,7 ± 1,0	18,6	4,2
Гумат	24 ч	1 капля/10 л	23,4 ± 1,0	17,0	3,9
Контрольный вариант	–	–	18,3 ± 1,2	31,6	5,9

Наибольшее число всходов сосны обыкновенной в питомнике наблюдалось при замачивании семян в Экстрасоле (0,1%-й и 0,05%-й концентрации) и опрыскивании стимулятором ГНБ. Остальные варианты опыта показали более низкие результаты по сравнению с контрольным. Динамика приживаемости сеянцев и разница между значением данного показателя в 2016 и 2017 гг. показала следующую закономерность (рис. 2). На первом году жизни сеянцы имели хорошую приживаемость после замачивания в стимуляторе ГНБ (89,0 %) и при поливе почвы Экстрасолом (концентрация 0,1 %). У двухлетних сеянцев контрольный экземпляр занимал первое место по приживаемости, при-

чем все опытные варианты отставали. Приживаемость двухлетних сеянцев была наибольшей после замачивания семян в стимуляторе ГНБ (74,3 %) и поливе почвы мелиорантом ЭридГроу® (71,4 %).

В табл. 1 приведена протяженность стволиков и корней растений по годам наблюдений. Средняя длина стволиков опытных сеянцев по вариантам составила 8,1 см на первом году жизни и 22,9 см — на втором. Контрольные однолетние сеянцы по данному показателю незначительно превышали опытные — на 0,2 см, а контрольные двухлетние отставали на 2,8 см. Длина корней контрольных растений была меньше длины корней опытных сеянцев по всем годам наблюдений.

Длина двухлетних стволиков опытных сеянцев увеличилась в 2,4–3,1 раза по сравнению с однолетними, причем контрольное растение показало минимальное повышение показателя. Более энергичным ростом отличались сеянцы после замачивания семян в Экстрасоле (все варианты), Гумате (24 ч) и стимуляторе ГНБ (5 мин). Корневые системы увеличились незначительно — в 1,0–1,3 раза.

Особо следует отметить, что если в однолетнем возрасте длина корней превышала длину стволика в среднем в 1,7 раза, то в двухлетнем — наоборот: длина стволиков стала больше в 1,5 раза. Следовательно, требуется проведение дополнительных мероприятий по внесению удобрений и ростовых веществ, стимулирующих рост корневой массы.

Из табл. 2 видно, что отставали от контрольных растений только два опытных варианта: после полива Экстрасолом и стимулятором ГНБ. Все остальные варианты по показателям превышали контрольные растения на 8,2 (замачивание в 0,1%-м Экстрасоле на 5 мин) — 33,8 % (замачивание в 0,05%-м Экстрасоле 2 ч). Сеянцы восьми опытных вариантов достигли стандартных значений. Коэффициент вариации изменялся в основном на повышенном уровне (15,8–33,4 %).

Определена тесная корреляционная взаимосвязь между высотой и длиной стволика (коэффициент корреляции составил 0,744), массой корней и массой стволика (коэффициент корреляции составил 0,723). Различия между данными показателями достоверны.

Масса стволиков сеянцев, выращенных из семян с предпосевной обработкой в Экстрасоле в течение 2 ч и 5 мин составила соответственно 5,2 и 4,0 г, также достаточно высокие значения имел вариант после полива Экстрасолом (4,3 г) и стимулятором ГНБ (3,8 г). Масса стволиков сеянцев остальных вариантов соответствовала либо отставала от контрольных растений. Разница между минимальными и максимальными значениями изучаемых показателей была существенна, коэффициент вариации изменялся на очень высоком уровне ($V = 35,3 \dots 57,8 \%$).

При определении суммарной массы стволиков и корней выявлено, что наибольшими показателями характеризовались опытные сеянцы после замачивания семян в Экстрасоле (концентрации 0,1 % и 0,05 %) в течение 2 ч и при поливе этим стимулятором.

Согласно ранговому анализу, первый и второй ранг занимали варианты с замачиванием семян в двух концентрациях Экстрасола в течение 2 ч. Третий ранг был у варианта с замачиванием семян в Гумате (24 ч) и четвертый ранг — с замачиванием семян в ГНБ (5 мин). Причем суммарный ранг первых двух лидирующих опытных вариантов намного превышал остальные ранги.

Выводы

В результате изучения роста сеянцев сосны обыкновенной в лесном питомнике ГЛПР «Ертіс орманы» установлено, что высокой приживаемостью отличались контрольные сеянцы (81,7 %), все опытные варианты имели меньшие показатели (41,3...74,3 %), однако посевы контрольных сеянцев были загущены. Сеянцы двух опытных вариантов — после полива Экстрасолом и ГНБ — отставали по высоте от других опытных и контрольных, остальные — превышали рост контрольных сеянцев на 8,2...33,8 %. Наибольшими показателями общей массы стволиков и корней характеризовались сеянцы после применения Экстрасола (концентрацией 0,1 % и 0,05 %) в течение 2 ч и при поливе этим стимулятором. Выявлено, что для полноценного роста посадочного материала сосны обыкновенной в ГНПП «Ертіс орманы» недостаточно минеральных питательных веществ в почве, поскольку в однолетнем возрасте длина корней превышала длину стволика в среднем в 1,7 раза, в двухлетнем — длина стволиков стала больше в 1,5 раза. Поэтому рекомендуется проводить мероприятия по внесению веществ, стимулирующих рост корневой массы. По результатам статистической обработки полученных материалов установлено, что для условий ленточных боров Прииртышья Павлодарской обл. оптимальной предпосевной обработкой является замачивание семян сосны обыкновенной в двух 0,1%-й и 0,05%-й концентрациях Экстрасола в течение 2 ч, в Гумате — 24 ч и в стимуляторе ГНБ — 5 мин.

Список литературы

- [1] Гродницкая И.Д. Влияние химического и биологического способов обработки на прорастание семян хвойных // Лесное хозяйство, 2008. № 5. С. 39–40.
- [2] Борисова В.В. Применение агrostимулина при выращивании семян лиственницы европейской // Селекция, генетические ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений (Вавиловские чтения): Сб.науч. тр. ИЛ НАН Беларуси. Вып. 59. Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2003. С. 215–217.
- [3] Пентелькина Н.В., Пентелькин С.К. Экологически безопасные стимуляторы роста для лесных питомников // Лесохозяйственная информация, 2002. № 6. С. 48–52.
- [4] Рекомендации по использованию новых экологически чистых биопрепаратов при выращивании посадочного материала хвойных пород в лесных питомниках. М: ВНИИЛМ, 2001. 12 с.
- [5] Шакиров Ф.Р. Испытание крезацина при предпосевной подготовке семян сосны обыкновенной // Экологические основы лесопользования в Среднем Поволжье. Матер. науч.-практ. конф. 9–12 апреля 2001 г./ ред. Е.М. Романов. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2002. С. 132–134.
- [6] Ятманова Н.М. Влияние биопрепаратов на прорастание семян и рост сеянцев сосны и ели // Экологические основы лесопользования в Среднем Поволжье. Матер. науч.-практ. конф. 9–12 апреля 2001 г./ ред. Е.М. Романов. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2002. С. 129–130.

- [7] Балков В.В. Совершенствование агротехники выращивания сеянцев хвойных пород с применением удобрений в лесных питомниках Пермской области // Лесохозяйственная информация, 2002. № 5. С. 10–20.
- [8] Кабанова С.А., Данченко М.А., Мироненко О.Н., Кабанов А.Н. Результаты предпосевной обработки стимуляторами семян сосны обыкновенной в Северном Казахстане // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, 2016. № 3 (44). С. 99–106.
- [9] Смирнов Н.А. Методическое руководство проведения опытных работ по выращиванию сеянцев в питомниках и лесных культур на вырубках. Пособие для проведения полевых опытных работ. Пушкино: ВНИИЛМ, 2000. 42 с.
- [10] ГОСТ 13056.6–97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998. 27 с.
- [11] Кононова М.М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 315 с.
- [12] Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука, 1985. 347 с.
- [13] Обручева Н.В. Прорастание семян. Физиология семян. М.: Наука, 1982. С. 223–274.
- [14] Никонова С.И., Цыпленкова В.П., Григорьева М.А. Вискозиметрия — индикатор термоиндуцированных структурных перестроек органо-минеральных гелей почв // Вестник Ленинградского университета, 1987. Вып. 3. № 17. С. 71–78.
- [15] Сечняк Л.К., Киндрук Н.А., Слюсаренко О.К., Иващенко В.Г., Кузнецов Е.Д. Экология семян пшеницы. М.: Колос, 1983. 349 с.
- [16] Дмитриев А.М., Страцкевич Л.К. Стимуляция роста растений / ред. Н.Ф. Батыгин. Минск: Ураджай, 1986. 118 с.
- [17] Муромцев Г.С., Чкаников Д.И., Кулаева О.Н., Гамбург К.З. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
- [18] Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян. М.: Колос, 1976. 256 с.
- [19] Руссель С. Микроорганизмы и жизнь почвы. М.: Колос, 1977. 224 с.
- [20] Савинов А.Б. Аутоценоз и демоценоз как симбиотические системы и биологические категории // Журнал общей биологии, 2012. Т. 73. № 4. С. 284–301.
- [21] Тюрин И.В. Органическое вещество и его роль в почвообразовании и плодородии. М.; Л.: Сельхозгиз, 1937. 287 с.
- [22] Уолтон Д.С. Абсцизовая кислота // Физиология и биохимия покоя и прорастания семян / ред. М.Г. Николаева, Н.В. Обручева. М.: Колос, 1982. С. 170–183.
- [23] Царева Р.И. Химизм торфяной почвы. Минск: Наука и техника, 1976. 192 с.
- [24] Schaumann G.E. Review Article Soil organic matter beyond molecular structure Part I: Macromolecular and supramolecular characteristics // J. Plant Nutr. Soil Sci, 2006, no. 169, pp. 145–156.

Сведения об авторах

Кабанова Светлана Анатольевна — канд. биол. наук, зав. отделом воспроизводства лесов и лесоразведения, Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, kabanova.05@mail.ru

Кочегаров Игорь Сергеевич — мл. науч. сотр. отдела воспроизводства лесов и лесоразведения, Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, kabanova.05@mail.ru

Данченко Матвей Анатольевич — канд. геогр. наук, доцент, Биологический институт Томского государственного университета, mtd2005@sibmail.com

Поступила в редакцию 15.03.2019.

Принята к публикации 26.09.2019.

GROWTH STIMULANTS APPLICATION FOR PRE-SOWING TREATMENT OF SCOTCH PINE (*PINUS SYLVESTRIS*) SEEDS IN THE RIBBON FOREST IN PRIIRTYSHJE

S.A. Kabanova¹, I.S. Kochegarov¹, M.A. Danchenko²

¹Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, 58, Kirova st. 021704, Shchuchinsk, Kazakhstan

²Biological Institute, National Research Tomsk State University, 36, Lenina st., 634050, Tomsk, Russia

kabanova.05@mail.ru

One of the main problems with growing Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) planting material is the low quality of the seeds and their weak germination. In order to increase seed germination and produce standard planting material some experiments were performed on pre-sowing treatment of *Pinus sylvestris* L. the seeds with growth stimulants. The research was carried out in the forest nursery of the State Forest Nature Reserve «Ertis Ormany», and the results of the study (2016–2017) of one and two-year-old seedlings of Scotch pine are presented in this paper. As for the survival rate, the test samples lagged behind the control ones, whereas they exceeded the control seedlings in growth by 8,2–33,8 %. One-year-old samples had the length of the root system 1,7 times the length of the stalk, while two-year-old seedlings had the length of the stalk 1,5 times the length of the roots. It was found out that the plants lacked mineral nutrients to increase the mass of their root systems. The greatest indicators of the stems total mass and roots belonged to the seedlings in the test when the soil and the seeds were preliminary treated with Extrasol (100 gr per 10 liters and 50 gr per 10 liters) for 2 hours. A close correlation relationship between the height and the length of the stalk (the correlation coefficient — 0,744) and the mass of the root system and the mass of the stalk (the coefficient — 0,723) was revealed. It was proved that in the conditions of the ribbon forests of Priirtyshje of Pavlodar Region the best pre-sowing treatment of Scotch pine seeds is soaking them in the solution of Extrasol for 2 hours, in Humate for 24 hours, and in the stimulant GNB for 5 minutes.

Keywords: stimulants, seeds, Scots pine, seedlings, pre-sowing treatment

Suggested citation: Kabanova S.A., Kochegarov I.S., Danchenko M.A. *Primenenie stimulyatorov dlya predposevnoy obrabotki semyan sosny obyknovennoy v lentochnykh borakh Priirtysh'ya* [Growth stimulants application for pre-sowing treatment of Scotch pine (*Pinus Sylvestris*) seeds in the ribbon forest in Priirtyshje]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 6, pp. 13–19. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-13-19

References

- [1] Grodnitskaya I.D. *Vliyaniye khimicheskogo i biologicheskogo sposobov obrabotki na prorastaniye semyan khvoynyykh* [The influence of chemical and biological treatment methods on the germination of conifer seeds]. *Lesnoy khshchzyaystvo [Forestry]*, 2008, no. 5, pp. 39–40.
- [2] Borisova V.V. *Primeneniye agrostimulina pri vyrashchivaniy semyan listvennitsy evropeyskoy* [The use of agrostymulin in growing seeds of *Larix decidua*]. *Selektsiya, geneticheskie resursy i sokhraneniye genofonda lesnykh drevesnykh rasteniy (Vavilovskie chteniya): Sb. nauch. Trudov IL NAN Belarusi* [Selection, genetic resources and conservation of the gene pool of forest tree plants (Vavilov Readings): Collection of Scientific Proceedings of the IL of the National Academy of Sciences of Belarus]. Iss. 59. Gomel: IL of the National Academy of Sciences of Belarus, 2003, pp. 215–217.
- [3] Pentel'kina N.V., Pentel'kin S.K. *Ekologicheskii bezopasnyye stimulyatory rosta dlya lesnykh pitomnikov* [Ecologically safe growth stimulants for forest nurseries] *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forest Information], 2002, no. 6, pp. 48–52.
- [4] *Rekomendatsii po ispol'zovaniyu novykh ekologicheskii chistykh biopreparatov pri vyrashchivaniy posadochnogo materiala khvoynyykh porod v lesnykh pitomnikakh* [Recommendations for the use of new environmentally friendly biological products when growing coniferous planting stock in forest nurseries]. Moscow: VNIILM, 2001, 12 p.
- [5] Shakirov F.R. *Ispytaniye kreziatsina pri predposevnoy podgotovke semyan sosny obyknovennoy* [Test kreziatsina at presowing preparation of seeds of a pine ordinary] *Ekologicheskii osnovy lesopol'zovaniya v Srednem Povolzh'e. Mat. nauchno-prakt. konf.* [Ecological foundations of forest management in the Middle Volga region. Materials of scientific and practical conf.]. Ed. E.M. Romanov, 9–12 aprelya 2001. Yoshkar-Ola: VSUT, 2002, pp. 132–134.
- [6] Yatmanova N.M. *Vliyaniye biopreparatov na prorastaniye semyan i rost seyantssev sosny i eli* [Influence of biological preparations on the germination of seeds and growth of seedlings of pine and spruce] [Ecological foundations of forest management in the Middle Volga region. Materials of scientific and practical conf.]. Ed. E.M. Romanov, 9–12 aprelya 2001. Yoshkar-Ola: VSUT, 2002, pp. 129–130.
- [7] Balkov V.V. *Sovershenstvovaniye agrotekhniki vyrashchivaniya seyantssev khvoynyykh porod s primeneniem udobreniy v lesnykh pitomnikakh Permskoy oblasti* [Improvement of agricultural technology of growing coniferous seedlings with the use of fertilizers in forest nurseries of the Perm region] *Lesokhozyaystvennaya informatsiya [Forestry. inform]*, 2002, no. 5, pp. 10–20.
- [8] Kabanova S.A., Danchenko M.A., Mironenko O.N., Kabanov A.N. *Rezultaty predposevnoy obrabotki stimulyatorami semyan sosny obyknovennoy v Severnom Kazakhstane* [Results of presowing treatment with stimulants of Scots pine seeds in Northern Kazakhstan]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii imeni V.R. Filippova* [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov], 2016, no. 3 (44), pp. 99–106.
- [9] Smirnov N.A. *Metodicheskoe rukovodstvo provedeniya opytnykh rabot po vyrashchivaniyu seyantssev v pitomnikakh i lesnykh kul'tur na vyrubkakh. Posobie dlya provedeniya polevykh opytnykh rabot* [Methodical guidance of carrying out of experimental works on cultivation of seedlings in nurseries and forest cultures on felling. A manual for conducting field experiments]. Pushkino: VNIILM, 2000, 42 p.

- [10] *GOST 13056.6–97 Semena derev'ev i kustarnikov. Metod opredeleniya vskhozhesti* [State standard 13056.6-97. Seeds of trees and shrubs. A method of determining the germination]. Moscow: IPK Publishing house of standards, 1998, 27 p.
- [11] Kononova M.M. *Organicheskoe veshchestvo pochvy, ego priroda, svoystva i metody izucheniya* [Organic matter of the soil, its nature, properties and methods of study]. Moscow: AN SSSR, 1963. 315 p.
- [12] Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. *Spravochnik po proraschivaniyu poko-yashchikhsya semyan* [Handbook on germination of dormant seeds]. Leningrad: Nauka Publ., 1985, 347 p.
- [13] Obrucheva N.V. *Prorastanie semyan* [Seed germination]. *Fiziologiya semyan* [Seed physiology]. Moscow: Nauka Publ., 1982, pp. 223-274.
- [14] Nikonova S.I., Tsyplenkova V.P., Grigor'eva M.A. *Viskozimetriya — indikator termoindutsirovannykh strukturnykh perestroek organomineral'nykh geley pochv* [Viscosimetry — an indicator of thermoinduced structural rearrangements of soils organomineral gels]. *Vestnik Leningradskogo universiteta*, 1987, v. 3, no. 17, pp. 71–78.
- [15] Sechnyak L.K., Kindruk N.A., Slyusarenko O.K., Ivashchenko V.G., Kuznetsov E.D. *Ekologiya semyan pshenitsy* [Ecology of wheat seeds]. Moscow: Kolos, 1983, 349 p.
- [16] Dmitriev A.M., Stratskevich L.K. *Stimulyatsiya rosta rasteniy* [Stimulation of plant growth]. Ed. N.F. Batygin. Minsk: Uradzhay, 1986, 118 p.
- [17] Muromtsev G.S., Chkanikov D.I., Kulaeva O.N., Gamburg K.Z. *Osnovy khimicheskoy re-gulyatsii rosta i produktivnosti rasteniy* [Fundamentals of Chemical regulation of growth and productivity of plants]. Moscow: Agropromizdat, 1987, 383 p.
- [18] Ovcharov K.E. *Fiziologiya formirovaniya i prorstaniya semyan* [Physiology formation and germination of seeds]. Moscow: Kolos, 1976, 256 p.
- [19] Russel' S. *Mikroorganizmy i zhizn' pochvy* [Microorganisms and soil life]. Moscow: Kolos, 1977, 224 p.
- [20] Savinov A.B. *Autotsenoz i demotsenoz kak simbioticheskie sistemy i biologicheskie kategorii* [Autotsenoz and demotsenoz a symbiotic system and biological category] *Zhurnal obshchei biologii* [Biology Bulletin Reviews], 2012, v. 73, no. 4, pp. 284–301
- [21] Tyurin I.V. *Organicheskoe veshchestvo i ego rol' v pochvoobrazovanii i plodorodii* [Organic matter and its role in soil formation and fertility]. Moscow: Sel'khozgiz, 1937, 287 p.
- [22] Uolton D.S. *Abstsizovaya kislota* [Abscisic acid] *Fiziologiya i biokhimiya pokoya i prorstaniya semyan* [Physiology and biochemistry of dormancy and germination of seeds] Moscow: Kolos, 1982, pp. 170–183.
- [23] Tsareva R.I. *Khimizm torfyanoj pochvy* [The chemistry of peat soil]. Minsk: Nauka i tekhnika, 1976, 192 p.
- [24] Schaumann G.E. Review Article Soil organic matter beyond molecular structure Part I: Macromolecular and supramolecular characteristics. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2006, no. 169, pp. 145–156.

Authors' information

Kabanova Svetlana Anatol'evna — Cand. Sci. (Biol.), Head of the Department of Reforestation and afforestation, Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, kabanova.05@mail.ru

Kochegarov Igor' Sergeevich — Research fellow of the Department of Reforestation and afforestation Kazakh Forestry Research Institute of Forestry and Agroforestry, kabanova.05@mail.ru

Danchenko Matvey Anatol'evich — Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor of the Department of Forestry and landscape construction, Biological Institute, National Research Tomsk State University, mtd2005@sibmail.com

Received 15.03.2019.

Accepted for publication 26.09.2019.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ И ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЗАПОВЕДНОЙ ЗОНЫ «БЕЛЫЙ КОЛОДЕЦ» В ГОРОДЕ ЗАРАЙСКЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Леонова¹, Л.А. Леонов²

¹МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1
²ФГБУ «Международный детский центр «Артек», 298645, Республика Крым, г. Ялта, пгт Гурзуф, Ленинградская улица, д. 41

leonovava@bk.ru

Дана краткая историческая справка о г. Зарайске. Рассмотрены его архитектурные особенности. Охарактеризованы этапы освоения местных ландшафтов. Показана высокая научная ценность сохранившихся ландшафтов Великого поля и речной долины р. Осетр, расположенных в лесостепной зоне. Изложена история возникновения заповедной зоны «Белый колодец». Проанализирована морфоструктура ландшафтов южной части Великого поля, где находится «Белый колодец». Приведены высотные отметки, уклоны и группы мезорельефа. Описаны выходы грунтовых вод на земную поверхность в виде ручья и четырех родников. Представлены результаты инвентаризации древесных насаждений с уточнением их общего состояния и характеристикой ассортимента.

Ключевые слова: Зарайск, Великое поле, «Белый Колодец», лесостепная зона, выходы грунтовых вод, родники, часовня, купальня, растительность, ассортимент деревьев и кустарников

Ссылка для цитирования: Леонова В.А., Леонов Л.А. Современное состояние природных ландшафтов и древесной растительности заповедной зоны «Белый Колодец» в городе Зарайске Московской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 20–28. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-20-28

Историческое поселение Зарайск Московской обл. с населением 24 тыс. чел. имеет свое неповторимое лицо и характер — это уникальный уголок Подмосковья, в котором удалось сохранить спокойный уклад жизни, самобытность и очарование старинной архитектуры, прекрасную экологию и богатое историко-культурное наследие [1].

До XVII в. город имел оборонное значение, а позднее стал центром ремесел и торговли для обеспечения Москвы всякого рода продовольствием. В 1778 г., по указу императрицы Екатерины II, Зарайск получил статус уездного города Рязанского наместничества (позднее губернии), собственный герб и новый, «регулярный», план городской застройки.

Зарайск стал полноценным купеческим городом, торговое процветание которого пришлось на XVIII и первую половину XIX вв. Тогда и возникла необходимость в разработке градостроительного плана. К 1798 г. в Зарайске был возведен кремль, 29 каменных зданий, из них 10 культовых и 10 гражданских казенных и других общественных построек. Формирование городской среды было завершено практически к середине XIX в., однако опустошительный пожар 1860 г. уничтожил лучшую часть города и все деревянные строения [2].

В советский период наиболее значимым событием в жизни города стало строительство шоссейной дороги Зарайск — Луховицы, закончившееся в 1949 г., которая позволила открыть автобусное сообщение по маршрутам: Зарайск — Москва и Зарайск — Коломна [3].

К настоящему времени история способствовала сохранению неповторимого облика провинциального города. Все транзитные магистрали лежат вдали от города, а жилые и индустриальные кварталы XX в. мало вторгаются в исторический центр. Кроме того, по причине значительной удаленности от Москвы, окрестности Зарайска еще не так активно освоены многочисленными дачниками, в отличие от большинства других населенных пунктов Подмосковья.

Архитектурно-пространственная структура исторической части города сохранилась почти в первоначальном виде. Эта структура представляет собой единый комплекс, который включает в себя естественный ландшафт города и его окружения: ансамбль кремля с его соборами XVII–XX вв., храмами XIX–XX вв., каре Торговых рядов XVIII в., здания гражданской и промышленной архитектуры XVIII–XX вв. (рис. 1).

Перечисленные исторические и архитектурные памятники находятся в различной степени сохранности и имеют разную ценность, но для целостного восприятия города они все важны как выдающиеся, так и не имеющие особого художественного значения. Более того, именно последние и создают неповторимый колорит исторического Зарайска, утраченный, к сожалению, многими древнерусскими городами и позволивший отнести Зарайск к числу исторических городов Подмосковья (1970).

Сохранившийся до нашего времени Зарайский кремль, построенный в 1528–1531 гг. по указу Василия III для защиты иконы Святителя Нико-

лая Зарайского и города от вражеских набегов [4], является, безусловно, главным украшением города (рис. 2). Кремль стоит на плато у слияния р. Монастырки с р. Осетром [5].

Цель работы

Цель работы — выявить особенности природных ландшафтов долины р. Осетр, представить их морфоструктуру, а также провести инвентаризацию древесной растительности пойменной части заповедной зоны «Белый колодец» и изучить выходы грунтовых вод на земную поверхность и их гидрологический режим.

Материалы и методы

Предметом исследования послужила южная часть Великого поля и существующие ландшафты заповедной зоны «Белый колодец», их структура (рис. 3, а).

Великое поле представляет собой обширное пространство на правом берегу р. Осетр в большой излучине. Южный клин Великого поля, прилегающий к городу, известен как место сретения иконы Свяителя Николай Зарайского [6]. Великое поле — неосвоенная до сих пор природная территория, покрытая травянистой растительностью и редкими древесными насаждениями (в основном, ивами), произрастающими вдоль берега р. Осетр, куда горожане выезжают на рыбалку.

В настоящее время к «Белому колодцу» (рис. 3, б) проложена городская асфальтированная дорога и организована автостоянка. На востоке заповедная зона ограничена заброшенным с советских времен старым яблоневым садом, на севере — автостоянкой, на западе — долиной р. Осетр. Общая площадь территории исследования составила 5,8 га, в восточной части которой также сохранились фрагменты старых яблоневых посадок [7].

Святой источник неразрывно связан с главной реликвией города — чудотворной иконой Свяителя Николая Зарайского, которая хранится в Иоанно-Предтеченском соборе Зарайского кремля. Согласно старинному преданию святой источник «Белый колодец» появился в 1225 г., когда священник Евстафий передал удельному князю Федору Юрьевичу принесенный им из Корсуни (Херсонеса) святой образ Николы. На месте передачи иконы из земли забил святой источник. На протяжении семи веков жители Зарайска праздновали это событие 29 июля (11 августа по нов. ст.) как городской православный праздник [8].

1 августа 2002 г. святой источник «Белый колодец» был снова открыт, над ним построили часовню, которую освятил митрополит Крутицкий и Коломенский Ювеналий [9], а около него организовали заповедную зону (рис. 4). «Белый колодец» — любимое место горожан. Они прихо-



Рис. 1. Торговые ряды в Зарайске. XVIII в.
Fig. 1. Merchant's rows. The 18-th century



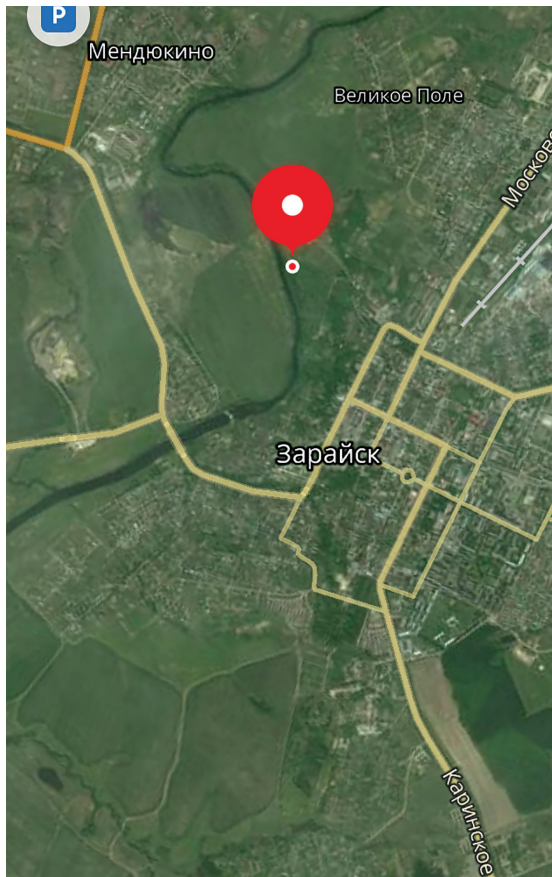
Рис. 2. Зарайский кремль с высоты птичьего полета
Fig. 2. The Zaraysky Kremlin from bird's eye view

дят сюда за святой водой из родника или окунуться в чудотворном источнике. Ежегодно 11 августа из Зарайского кремля к источнику отправляется Крестный Ход в память о произошедшем великом событии.

Значимость ландшафтов заповедной зоны «Белый колодец» велика не только для истории Зарайска, но и в целом для России по многим причинам, основной из которых является летопись о Николе Зараском, «Центральная воинская» повесть которого по единодушному мнению исследователей древнерусской литературы, принадлежит к лучшим после «Слова о полку Игореве» произведениям русской литературы [10]. Поэтому место сретения иконы Николая Зарайского относится к историческому ландшафту, является природно-культурным наследием Зарайска и за ним необходимо постоянное наблюдение.

Ценность составляют не только Великое поле и «Белый колодец» сами по себе, но и произрастающая в их пределах растительность и природные ландшафты, характерные для лесостепной зоны, в которой располагается г. Зарайск.

Биоценозы лесостепной зоны занимают промежуточное положение между биоценозами лесной и степной зон. Кроме того, в лесостепи взаимодействуют два основных типа растительности (лесной и степной), включая луговой и кустарниковые ее типы [11].



а



б

Рис. 3. Месторасположение святого источника «Белый колодец» в Зарайске (а) и структура исторического места (б): 1 — церковная лавка на автостоянке; 2 — березовая аллея; 3 — посадки сосны; 4 — Поклонный крест; 5 — схема «Белого колодца»; 6 — ступенчатая дорожка с металлическими перилами и мостиком; 7 — часовня; 8 — купальня; 9 — р. Осетр

Fig. 3. A location of a sacred source under the name «White Well» in Zaraysk (a) and structure of the historical place (б): 1 — a church bench on parking; 2 — the birch avenue; 3 — landings of the pine; 4 — the Bow cross; 5 — the scheme of the «White Well»; 6 — step path with a metal handrail and the bridge; 7 — the chapel; 8 — the swimming bath; 9 — r. Osetr



Рис. 4. План-схема заповедной зоны «Белый колодец»
Fig. 4. Plan scheme of a reserved zone of «White Well»

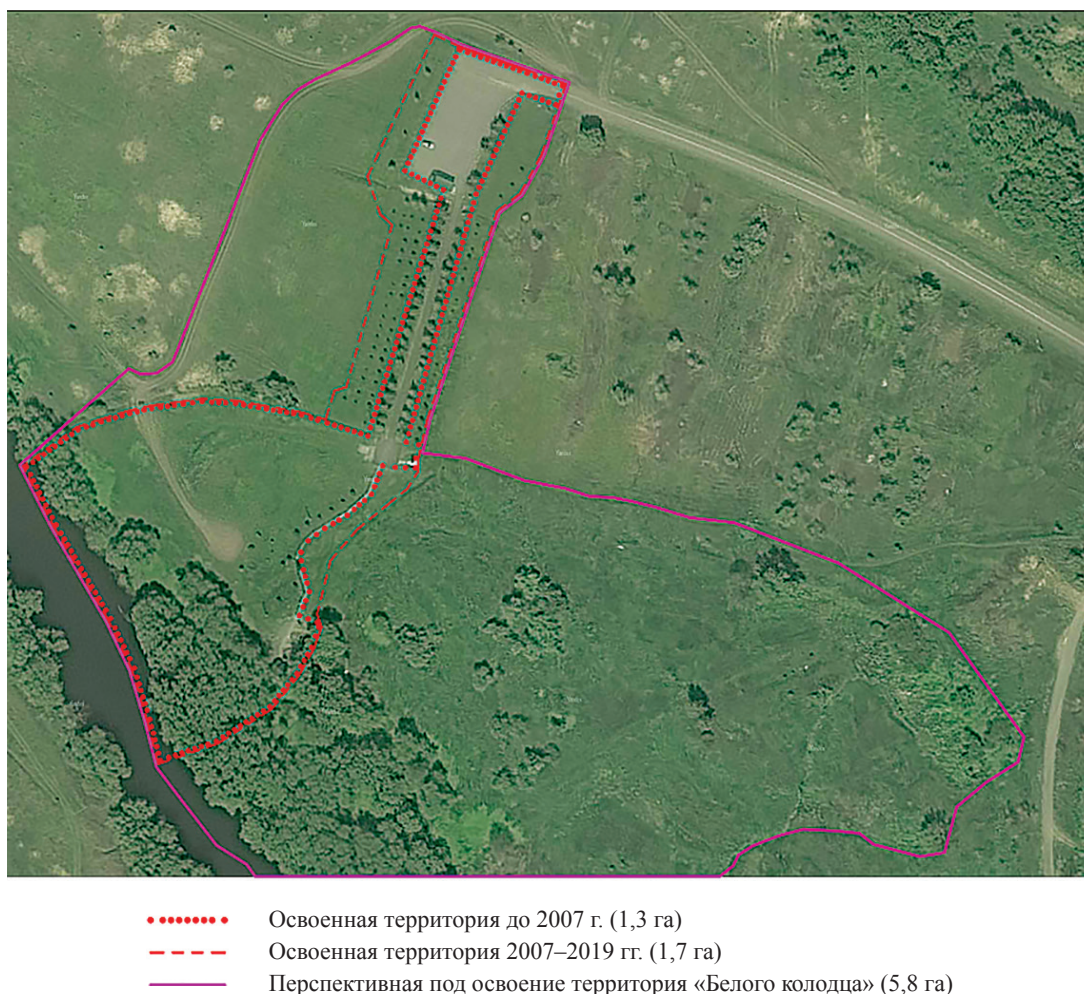


Рис. 5. Динамика развития территории «Белого колодца»
Fig. 5. Dynamics of development of the territory of «White Well»

В настоящее время наблюдается сильная антропогенная трансформация лесостепных ландшафтов и превращение их в островные изоляты. Вследствие этих процессов естественно сохранившиеся функционирующие биосистемы, включающие в себя все компоненты лесостепного комплекса на европейской территории России, практически не сохранились. Это осложняет задачу изучения растительности лесостепной зоны и обуславливает особую значимость исследований структуры и динамики естественной растительности на сохранившихся территориях природных ландшафтов или заповедников [12].

Изучение гидрологического режима святого источника и заповедных родников было начато под руководством профессора, д-ра техн. наук Е.Д. Сабо. Периодические наблюдения за природными ландшафтами «Белого колодца» проводятся кафедрой «Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство» Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана с 2007 по 2019 гг.

За годы исследований динамики ландшафтов святого источника зафиксировано два основных периода освоения лесостепных ландшафтов «Белого колодца» и начало третьего:

1) до 2007 г., когда была обустроена территория площадью 1,3 га: организована автостоянка с асфальтовой дорожкой до Поклонного креста и установлена схема заповедной зоны «Белый Колодец», построены часовня и купель, обустроен ручей, объединенные площадкой с плиточным мощением и небольшим цветником в центре и посажены два можжевельника около купальни; на площадке были установлены три скамьи и одна урна; в северной части территории был установлен временный туалет (рис. 5);

2) до 2019 г.: на автостоянке установлена церковная лавка, вдоль асфальтовой дорожки до Поклонного креста уже поднялась 10-летняя березовая аллея, за которой высажены молодые сосны; спуск к колодцу, имевший сложный рельеф, благоустроен и оформлен бетонной террасированной дорожкой с металлическими перилами



Рис. 6. Источник «Белый колодец» (2010)
Fig. 6. Spring «White Well»



Рис. 7. Поклонный крест, за ним располагаются ландшафты с юго-восточным уклоном

Fig. 7. A bow cross, behind it landscapes with southeast bias are located

и мостиком, к которому приезжают молодожены (рис. 6); вдоль перил поднимаются 3-метровые сосны, а на выровненном участке (ниже террасированной дорожки) разбит второй цветник из многолетников; за ним организована стихийная автостоянка с грунтовым покрытием, для чего был срезан слой земли толщиной 5...7 см, на котором росли уникальные луговые травы (см. рис. 6).

Таким образом, исследования зафиксировано, что природные ландшафты «Белого колодца» становятся все более популярным местом отдыха. Сюда приезжают паломники, и прилегающая к источнику территория продолжает изменяться под возрастающими антропогенными нагрузками. Поэтому необходима новая организация пространства исторического места с учетом современных требований, предъявляемых к данному историческому месту (начало 3-го периода освоения лесостепных ландшафтов).

Результаты и обсуждение

«Белый колодец» располагается на вогнутом высоком берегу долины [13] р. Осетр, и его ландшафты находятся на отметках 142 м н. у. м. (северо-восточный угол автостоянки) и 120 м н. у. м. — место впадения ручья святого источника в р. Осетр. Общий перепад высот территории составляет 22 м.

Существующие ландшафты «Белого колодца» имеют три ярко выраженных уклона: а) западный — самый пологий; б) южный — самый крутой (в сторону святого источника, см. рис. 6); в) юго-восточный террасный участок с остатками яблоневого сада (рис. 7).

Таким образом, среди ландшафтов «Белого колодца» можно выделить шесть групп мезоформ рельефа [14].

1. Выровненные участки, включающие в себя автостоянку, березовую аллею, площадку с Поклонным крестом, площадку с часовней и купальней.

2. Относительно ровные участки с небольшим уклоном: все существующие грунтовые дороги, которые проходят по мягким линиям рельефа, и основные посадки в верхней части заповедной зоны.

3. Выположенный западный склон с мягким рельефом в сторону р. Осетр.

4. Юго-западный склон, между террасной бетонной лестницей и Поклонным крестом, — самый крутой склон с различными микропонижениями и уникальной луговиной, травы которой последние годы периодически окашиваются.

5. Юго-восточный склон с выраженными двумя террасами.

6. Прибрежные ландшафты долины р. Осетр, которые относятся к пойменной террасе, тогда как все остальные перечисленные пять групп мезорельефа «Белого колодца» относятся к надпойменным элементам долины.

Речной бассейн (водосборный бассейн реки) представляет собой территорию земной поверхности, с которой все поверхностные и грунтовые воды стекают в реку и ее притоки. Бассейн реки включает в себя поверхностный и подземный водосборы, но поскольку определить границы подземного водосбора очень сложно, то за величину речного бассейна принимается только площадь поверхностного водосбора [13].

Для определения водосборной зоны в районе «Белого колодца» рассматривались общие характеристики гидрологического режима р. Осетр. Это — устойчивая зимняя межень с низкими горизонтами, продолжающаяся 3 мес. (декабрь, январь, февраль), к концу марта уровень межени постепенно поднимается. В начале апреля (в среднем между 5-м и 10-м числами) на р. Осетр начинается ледоход, ледоход идет в основном при уровне 820 см над нулем графика Великое поле или на уровне 113,6 м абсолютной высоты. В зависимости от характера весны ледоход длится от 1 до 6 дней (в некоторых случаях дольше). Крутые излучены русла р. Осетр в крутостенной долине способствуют образованию ледяных заторов.

При малой облесенности бассейна Осетра и относительно малой его площади подъем уровня воды весной происходит быстро, в течение

6–12 дней. Пик половодья, как правило, держится 1–2 дня, после чего следует постепенный спад, заканчивающийся в первых числах мая. Наиболее высокий уровень воды в реке наблюдался 9 апреля 1948 г., когда достиг 1028 см над нулем графика поста Великое Поле [15]. Средний максимальный горизонт достигает 765 см (табл. 1).

При данном расчете модуль стока для Зарайского района принимался равным 4,9 л/с км² согласно карте Государственного гидрологического института, составленной Б.Д. Зайковым и С.Ю. Белинским. По уточненной карте К.П. Воскресенского (1951 г.), следует принять для бассейна р. Осетр модуль стока равный 5,1 м/с км². Средний слой суммарного испарения, рассчитанный по уравнению водного баланса, равен 356 мм [16].

Прибрежные ландшафты долины р. Осетр имеют сложный рельеф с разнообразными микропонижениями и небольшой заболотинной. В пределах территории «Белого колодца» грунтовые воды выходят на поверхность в виде родников и одного ручья, берущего свое начало из источника «Белый колодец» и небольшого родника, расположенного в 20 м на восток от часовни. Средний расход воды ручья около 1,5 л/с, при его протяженности 76 м. К востоку от часовни, за пределами объекта, имеются еще четыре родника, средняя протяженность их составляет 76 м. Родники исследованы в целях определения мощности водотока святого источника [17] и возможности установки еще одной, дополнительной, купели.

Прибрежные ландшафты пойменной террасы исследовались на предмет оценки состояния древесной растительности и выявления видового состава деревьев и кустарников. Были определены количество, категории и типы насаждений, возраст растений, диаметры стволов и размеры крон [18].

Инвентаризация на исследуемом объекте проводилась в два этапа [19]. На первом этапе вся территория объекта была разделена на отдельные участки для большего удобства ведения учета с последующим перечетом всех существующих деревьев и кустарников.

На втором этапе была составлена сводная инвентаризационная ведомость, в которой указаны количество и ассортимент деревьев и кустарников с таксационными параметрами. Для оценки древесно-кустарниковых насаждений использовалась общепринятая методика Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова по инвентаризации городских насаждений по трем категориям состояния: хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное [20].

Наши исследования показали, что на территории заповедной зоны «Белый колодец» площадью 5,8 га произрастает 306 деревьев и 196 кустарников. В хорошем состоянии находится 42 % деревьев и

Т а б л и ц а 1

Площадь водосбора и расход воды в районе «Белого колодца»

The area of a reservoir and consumption of water around «A White Well»

Ландшафты	Площадь водосбора, км ²	Расход воды, м ³ /с
Трегубово (нас. пункт)	2683	13,2
Великое Поле	2820	14,3
Городня (нас. пункт)	3350	16,4

Т а б л и ц а 2

Состояние деревьев

Condition of trees

Оценка состояния деревьев по трем категориям	Количество	
	шт.	%
Хорошее	129	42,2
Удовлетворительное	171	55,9
Неудовлетворительное	6	1,9
Итого	306	100

Т а б л и ц а 3

Состояние кустарников

Condition of bushes

Оценка состояния кустарников по трем категориям	Количество	
	шт.	%
Хорошее	1	0,5
Удовлетворительное	190	96,9
Неудовлетворительное	5	2,6
Итого:	196	100

Т а б л и ц а 4

Ассортимент деревьев

Range of trees

Вид	Количество	
	шт.	%
Береза повислая (<i>Bétula péndula</i>)	109	35,6
Сосна обыкновенная (<i>Pínus sylvéstris</i>)	74	24,2
Ива белая (<i>Sálix álba</i>)	54	17,6
Ива козья (<i>Sálix cáprea</i>)	17	5,5
Клен ясенелистный (<i>Ácer negúndo</i>)	17	5,5
Яблоня домашняя (<i>Malus domestica</i>)	15	4,9
Тополь дрожащий (<i>Pópulus trémula</i>)	5	1,6
Рябина обыкновенная (<i>Sórbus aucupária</i>)	4	1,3
Каштан конский обыкновенный (<i>Aésculus hippocástanum</i>)	3	1,1
Можжевельник колючий (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	2	0,9
Ель обыкновенная (<i>Pícea ábies</i>)	2	0,9
Липа мелколистная (<i>Tília cordata</i>)	2	0,9
Итого:	306	100

Т а б л и ц а 5
Ассортимент кустарников
Range of bushes

Вид	Количество	
	шт.	%
Вишня обыкновенная (<i>Prúnus cérasus</i>), поросль	73	37,3
Клен ясенелистный (<i>Acer negúndo</i>), поросль	47	24,0
Ива белая (<i>Sálix álba</i>), поросль	38	19,4
Тополь дрожащий (<i>Pópulus trémula</i>), поросль	33	16,8
Жимолость татарская (<i>Lonicera tatárica</i>)	2	1,0
Роза ругоза (<i>Rosa rugosa</i>)	1	0,5
Кизильник блестящий (<i>Cotoneáster lucídus</i>)	1	0,5
Груша обыкновенная кустовая (<i>Pýrus commúnis</i>)	1	0,5
Итого:	196	100

больше половины (55 %) — в удовлетворительном состоянии (табл. 2)

Состояние кустарников значительно хуже — 97 % находится в удовлетворительном состоянии, т. е. практически все растения. Повреждения носят в основном механический характер, что свидетельствует о необходимости проведения санитарных рубок и рубок ухода в целях сохранения ценных экземпляров древесных растений (табл. 3).

Ассортимент представлен 12 видами деревьев и 8 видами кустарников. Искусственные посадки деревьев на исследуемой территории составляют $\frac{3}{4}$ всех деревьев (около 75 %), а естественные (ивняки) — около 25 %. Такие данные подтверждают факт, что природные ландшафты «Белого колодца» уже содержат элементы окультуренности (53 дерева на 1 га). Посадки хвойных (сосны, ели и можжевельника) занимают более 26 %, что является неплохим показателем для лесостепной зоны.

На лиственные виды деревьев, такие как береза повислая, ива белая и козья, приходится более 58 % (табл. 4). Причем типы их посадок определяются экологическими свойствами, присущими каждому виду: все посадки березы повислой расположены на вершине холма (в северной части территории объекта), а насаждения ивы белой, как гигрофита, сконцентрированы в прибрежной зоне (на пойменной террасе).

Встречаются единичные экземпляры клена ясенелистного, яблони домашней, тополя дрожащего, рябины обыкновенной, каштана конского и липы мелколистной (кустовая форма), представленные солитерами, или малыми группами. Искусственные насаждения из деревьев находятся в основном в рядовых посадках вдоль транзит-

ных путей, а естественные тяготеют к береговой линии р. Осетр.

Анализ ассортимента кустарников показал, что более 97 % представлены порослью, которая не имеет особых декоративных качеств. С биологической точки зрения это говорит о том, что в силу бедности почв растения пытаются расширить площадь питания за счет порослевых растений (табл. 5).

Из табл. 5 видно, что декоративные кустарники на объекте представлены лишь единичными экземплярами жимолости татарской, розы ругозы, кизильника блестящего и кустовой формы груши обыкновенной. Небольшое количество произрастающих кустарников на исследуемой территории (34 шт. на 1 га), свидетельствует о том, что они не оказывают особого влияния на оформление и восприятие существующих ландшафтов «Белого колодца».

Расчет баланса структурных элементов исследованной территории заповедной зоны «Белого колодца» показал, что древесно-кустарниковая растительность занимает не более 4 % территории, на дорожно-тропиночную сеть приходится не более 1 %. Остальную часть занимает травянистая растительность, на которую приходится более 95 % всей территории. Культурная травянистая растительность или цветочное оформление представлено двумя цветниками из многолетников (солидаго) и небольшого количества летников, которые высаживаются на площадке между часовней и купальней (площадью не более 10 м²). Они не играют существенной роли в восприятии практически не тронутых природных ландшафтов южной части Великого поля. Остальная территория представлена природными ландшафтами с естественной луговой растительностью.

Выводы

Анализ современного состояния природных ландшафтов «Белого колодца» в г. Зарайске Московской обл. позволяет сделать следующие выводы:

1. Территория объекта расположена в уникальном историческом месте лесостепной зоны России и характеризуется сложным мезорельефом, включающим 6 групп мезоформ и 3 типа уклона.

2. Объект расположен в исключительных природных условиях и не нуждается в изменении облика заповедной зоны «Белого колодца». Однако он требует новой уточненной организации сложившейся территории и завершения декоративного оформления с помощью приемов ландшафтной архитектуры.

3. Анализ структуры существующих ландшафтов «Белого колодца» показал, что они полностью соответствуют образу лесостепной зоны России: на 95 % состоят из травянистой растительности, 4 % территории приходится на древесную растительность и около 1 % на дорожно-тропиночную сеть.

4. Растительность на объекте представлена исключительно на 3/4 лиственными видами деревьев и кустарников, характерными для лесостепной зоны России, которые имеют естественное и искусственное происхождение. Около 96 % древесно-кустарниковых насаждений находится в удовлетворительном состоянии, а в сильно ослабленном состоянии — 2,9 % деревьев.

5. В целях улучшения выразительности лесостепных ландшафтов Великого поля необходимо провести санитарные и ландшафтные рубки, рубки ухода естественных насаждений пойменной части «Белого колодца» для сохранения ценных экземпляров древесных растений.

6. Особое внимание должно быть уделено изучению и сохранению травянистой растительности речной долины р. Осетр и, в частности, луговым травам заповедной зоны «Белый колодец».

7. Водосборный бассейн речной долины р. Осетр в районе Великого поля требует дополнительного исследования в целях сохранения всех выходов грунтовых вод в виде ручьев и родников и выделения их в определенные зоны, оформленные как ценные природные и особо охраняемые территории города.

Список литературы

- [1] Зарайск — исторический город Подмосковья. URL: <https://www.postkomsg.com/travel/199081/> (дата обращения 10.02.2019).
- [2] Полянчев В.И. Зарайская Русь. М.: Academia, 2004. С. 21–24
- [3] Вергунов А.П. Архитектурная композиция садов и парков. М.: Стройиздат, 1980. 254 с.
- [4] Чудотворный образ Николы Зарайского (краткий исторический очерк) // Московские епархиальные ведомости, 2013, № 7–8. С. 134–140.
- [5] Зарайск. URL: <http://www.mochaloff.ru/zaraisk/> (дата обращения 12.02.2019).
- [6] Зарайск. URL: yandex.fr/maps/ (дата обращения 12.02.2019).
- [7] Сельское хозяйство в Зарайском районе URL: www.zaraysk.com/3_ekonomika3.html (дата обращения 10.02.2019).
- [8] Святой источник. URL: <http://svyato.info/142-rodnik-belyjj-kolodec-svjatojj-istochnik-nikolaya.html> (дата обращения 14.02.2019).
- [9] Белый колодец. URL: <http://visitzaraysk.ru/belyj-kolodets> (дата обращения 12.02.2019).
- [10] Лихачев Д.С. Повести о Николе Заразском. М.-Л.: ТОДРЛ, 1949. Т. VII. С. 258.
- [11] Кудрявцев А.Ю. Структура и динамика экосистем лесостепного комплекса Приволжской возвышенности // Поволжский экологический журнал, 2006. № 1. С. 11–22.
- [12] Двуреченский В.Н. Особенности охраны растительных сообществ в антропогенных изолятах среднерусской лесостепи // Проблемы сохранения разнообразия природы степных и лесостепных регионов: Матер. Российско-Украинской науч. конф., посвященной 60-летию Центрально-Черноземного заповедника. Курская обл., пос. Заповедный, 22–27 мая 1995 г. / ред. Н.И. Золотухин. М.: КМК, 1995. С. 67–69.
- [13] Река и речная долина. URL: <http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/reka.html> (дата обращения 07.04.2019).
- [14] Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. М.: Высшая школа, 1979. 288 с.
- [15] Зайков Б.Д., Белинков С.Ю. Средний многолетний сток рек СССР / ред. Л.К.Давыдова. Л.-М.: Гидрометеиздат, 1937. Вып. 2. С. 56–58.
- [16] Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Л.-М.: Гидрометеиздат, 1962. 553 с.
- [17] Сабо Е.Д., Теодоронский В.С., Золотаревский А.А. Гидротехнические мелиорации объектов ландшафтного строительства. М.: Академия, 336 с.
- [18] Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. М.: ФАИР – ПРЕСС, 2005. 630 с.
- [19] Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. URL: <https://docplan.ru/Data1/41/41601/index.htm> (дата обращения 22.02.2019).
- [20] Методические рекомендации по оценке жизнеспособности деревьев и правилам их отбора и назначения к вырубке и пересадке. М.: МГУЛ, 2003. С. 40.

Сведения об авторах

Леонова Валентина Алексеевна — канд. с.-х. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), leonovava@bk.ru

Леонов Левон Аветисович — главный инженер Управления по содержанию и развитию рекреационного ландшафта территории ФГБУ «Международный детский центр «Артек», leonov.l.a@mail.ru

Поступила в редакцию 09.09.2019.

Принята к публикации 30.09.2019.

CURRENT STATE OF NATURAL LANDSCAPES AND WOOD VEGETATION IN RECREATION AREA «BELIY KOLODETS» (“WHITE WELL”) IN ZARAYSK CITY (MOSCOW REGION)

V.A. Leonova¹, L.A. Leonov²

¹BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

²Artek International Children's Center, Leningradskaya Street, 298645, Gurzuf, Yalta Municipality, Republic of Crimea, Russia

leonovava@bk.ru

In article the brief historical information of the city of Zaraysk, its architectural features and emergence history of the «White Well» is given, stages of development of its landscapes are considered. The remained landscapes of the Great field and river valley of the river of the Osetr which are located in a forest-steppe zone of Russia represent great scientific value. Therefore on the example of the «White Well» which is located in the southern part of the Great field its morfostruktura is analyzed, elevation marks, biases and groups of a mesorelief of the explored territory are given. The description of exits of ground waters in the form of a stream and 4 springs is given.

Keywords: Zaraysk, «White Well», exits of ground waters, springs, chapel, swimming bath, vegetation, range of trees and bushes

Suggested citation: Leonova V.A., Leonov L.A. *Sovremennoe sostoyanie prirodnykh landshaftov i drevesnoy rastitel'nosti zapovednoy zony «Belyy kolodets» v Zarayske Moskovskoy oblasti* [Current state of natural landscapes and wood vegetation in recreation area «Belyy Kolodets» (“White Well”) in Zaraysk city (Moscow region)]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 6, pp. 20–28. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-20-28

References

- [1] *Zaraysk – istoricheskiy gorod Podmoskov'ya* [Zaraysk is a historical city of the Moscow Region]. Available at: <https://www.postkomsg.com/travel/199081/> (accessed 10.02.2019).
- [2] Polyanchev V.I. *Zarayskaya Rus'* [Zaraisk Russia]. Moscow: Academia, 2004, pp. 21–24
- [3] Vergunov A.P. *Arkhitekturnaya kompozitsiya sadov i parkov* [Architectural composition of gardens and parks]. Moscow: Stroyizdat, 1980, 254 p.
- [4] *Chudotvornyy obraz Nikoly Zarayskogo (kratkiy istoricheskiy ocherk)* [The miraculous image of Nikola Zaraysky (a brief historical outline)]. Moscow Diocesan Vedomosti, 2013, no. 7–8, pp. 134–140.
- [5] *Zaraysk* [Zaraysk]. Available at: <http://www.mochaloff.ru/zaraisk/> (access 02.12.2019).
- [6] *Zaraysk* [Zaraysk]. Available at: yandex.fr/maps/ (accessed 12.02.2019)
- [7] *Sel'skoe khozyaystvo v Zarayskom rayone* [Agriculture in the Zaraysk district]. Available at: www.zaraysk.com/3_ekonomika3.html (accessed 10.02.2019).
- [8] *Svyatoy istochnik* [Holy spring]. Available at: <http://svyato.info/142-rodник-belyjj-kolodec-svjatojj-istochnik-nikolaya.html> (accessed 14.02.2019).
- [9] *Belyy kolodets* [The White Well]. Available at: <http://visitzaraysk.ru/belyj-kolodets> (accessed 12.02.2019).
- [10] Likhachev D.S. *Povesti o Nikole Zarazskom* [The story of Nicole Zarazsky]. Moscow-Leningrad: TODRL, 1949, v. VII, p. 258.
- [11] Kudryavtsev A.Yu. *Struktura i dinamika ekosistem lesostepnogo kompleksa Privolzhskoy vozvyshehnosti* [The structure and dynamics of ecosystems of the forest-steppe complex of the Volga Upland] *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Volga Environmental Journal], 2006, no. 1, pp. 11–22.
- [12] Dvurechenskiy V.N. *Osobennosti okhrany rastitel'nykh soobshchestv v antropogennykhizolyatakh srednerusskoy lesostepi* [Features of the protection of plant communities in anthropogenic isolates of the Central Russian forest-steppe] *Problemy sokhraneniya raznoobraziya prirody stepnykh i lesostepnykh regionov: Materialy Rossiysko-Ukrainskoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 60-letiyu Tsentral'no-Chernozemnogo zapovednika. Kurskaya oblast', pos. Zapovednyy, 22–27 maya 1995 g.* [Problems of preserving the diversity of nature of the steppe and forest-steppe regions: Materials of the Russian-Ukrainian scientific conference dedicated to the 60th anniversary of the Central Black Earth Reserve. Kursk region, pos. Zapovednyy, May 22–27, 1995]. Ed. N.I. Zolotukhin. Moscow: KMK, 1995, pp. 67–69.
- [13] *Reka i rechnaya dolina* [River and river valley] Available at: <http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/reka.html> (accessed 04.04.2019).
- [14] Leont'ev O.K., Rychagov G.I. *Obshchaya geomorfologiya* [General geomorphology]. Moscow: Higher school, 1979, 288 p.
- [15] Zaykov B.D., Belinkov S.Yu. *Sredniy mnogoletniy stok rek SSSR* [The average long-term flow of the rivers of the USSR] Ed. L.K. Davydova. Leningrad–Moscow: Gidrometeoizdat, 1937, iss. 2, pp. 56–58.
- [16] Voskresenskiy K.P. *Norma i izmenchivost' godovogo stoka rek Sovetskogo Soyuza* [The rate and variability of the annual river flow of the Soviet Union]. Leningrad–Moscow: Gidrometeoizdat, 1962, 553 p.
- [17] Sabo E.D., Teodoronskiy V.S., Zolotarevskiy A.A. *Gidrotekhnicheskie melioratsii ob'ektov landshaftnogo stroitel'stva* [Hydrotechnical land reclamation of landscape construction objects]. Moscow: Academy, 336 p.
- [18] Novikov Yu.V. *Ekologiya, okruzhayushchaya sreda i chelovek* [Ecology, environment and people]. Moscow: FAIR – PRESS, 2005, 630 p.
- [19] *Metodika inventarizatsii gorodskikh zelenykh nasazhdeniy* [Inventory methodology of urban green spaces]. Available at: <https://docplan.ru/Data1/41/41601/index.htm> (accessed 22.02.2019).
- [20] *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke zhiznesposobnosti derev'ev i pravilam ikh otbora i naznacheniya k vyrubku i peresadke* [Guidelines for assessing the viability of trees and the rules for their selection and designation for felling and transplanting]. Moscow: MGUL, 2003, p. 40.

Authors' information

Leonova Valentina Alekseevna — Cand. Sci. (Agriculture), Associated Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), leonovava@bk.ru

Leonov Levon Avetisovich — Chief Engineer of Management on maintenance and development of a recreational landscape of the territory of Federal State Budgetary Institution International Children's Center Artek, leonov.l.a@mail.ru

Received 09.09.2019.

Accepted for publication 30.09.2019.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА РАЗНЫХ ФОРМ СОСНЫ В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ КУСТАРНИЧКОВО-СФАГНОВЫХ СОСНЯКАХ В УСТЬЯХ РЕК ВАГА И ВЫЧЕГДА

Е.А. Пинаевская, С.Н. Тарханов

ФБГУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова РАН, 163000, г. Архангельск, набережная Северной Двины, д. 23

aviatorov8@mail.ru

Исследован рост форм сосны с различным строением семенных чешуй шишек — *f. gibba* и *f. plana* в среднетаежных сосняках на избыточно увлажненных почвах в устьях рек Вага и Вычегда. Выявлены различия морфоструктурных показателей форм важской и вычегдской популяций сосны, в частности по средним значениям высоты ствола дерева с *f. gibba* достоверно превосходят сосны с *f. plana*. В важской популяции между формами отмечены достоверные различия по протяженности кроны, в вычегдской — по диаметру ствола, высоте поднятия живой ветви, протяженности и диаметру кроны. Приведены достоверные различия деревьев с *f. gibba* и *f. plana* по длине и массе шишки, длине и высоте апофиза, индексу формы апофиза шишки. Найдены средние значения радиального прироста: у деревьев с *f. plana* ниже, чем с *f. gibba*. Установлено доминирование деревьев с *f. gibba* в динамике радиального прироста. Показана связь радиального прироста с морфометрическими показателями ствола и кроны у сосен с разными формами апофиза семенных чешуй шишек.

Ключевые слова: сосна (*Pinus sylvestris* L.), морфометрические параметры, радиальный прирост, *f. gibba* и *f. plana*, избыточное увлажнение почв, средняя тайга

Ссылка для цитирования: Пинаевская Е.А., Тарханов С.Н. Особенности роста разных форм сосны в среднетаежных кустарничково-сфагновых сосняках в устьях рек Вага и Вычегда // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 29–36. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-29-36

На европейском Севере России сосна обыкновенная — широко распространенный вид, занимающий значительные лесные площади. У *Pinus sylvestris* L. по анатомическим, физиологическим и морфологическим признакам вегетативных и генеративных органов выделяют разные морфотипы. Генетически стабильной фенотипической характеристикой у сосны обыкновенной является форма семенных чешуй шишек.

Вопросы систематики внутривидовых подразделений *Pinus sylvestris* L. обсуждали многие исследователи [1–7]. Некоторые из них изучали морфологическую изменчивость шишек сосны и выделили формы с плоским, выпуклым и крючковатым апофизом [1, 8–10], т. е. сосны с *f. gibba* — апофиз в виде пирамидки, в меньшем количестве и преимущественно в пределах северных местопроизрастаний сосны с *f. plana* — апофиз гладкий, с наименьшей частотой встречаемости и в пределах южных частей ареала *f. reflexa* — апофиз в виде крючка. Максимальные линейные размеры и максимальную массу имеют шишки с поверхностью семенной чешуи в виде крючка, минимальные — с гладкой поверхностью и промежуточные — с поверхностью в виде пирамидки [6, 11]. Во всех типах леса форма сосны с апофизом *f. reflexa* характеризуется лучшими показателями семян, с апофизом *f. plana* — худшими [12].

Кустарничково-сфагновые сосняки — широко распространенная группа растительных ассоциаций на севере европейской части России. Их пло-

щадь в северной и средней тайге Архангельской обл. составляет 30 и 32 % соответственно [13]. Доля деревьев с *f. gibba* в сфагновых сосняках в средней тайге и в устьях рек Вага и Вычегда составляет 60...79 %, с *f. plana* — 21...40 %.

Изучение изменчивости морфоструктурных признаков у сосен с разной формой апофиза в средней тайге (в пределах малой популяции) важно для оценки формового разнообразия вида и выявления морфотипов, быстрорастущих и более устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Цель работы

Цель работы — выявить особенности роста форм сосны обыкновенной с различным строением семенных чешуй шишек по морфоструктурным показателям в условиях постоянно избыточно увлажненных почв в устьях рек Вага и Вычегда (средняя тайга).

Материалы и методы

Исследования проводились в среднетаежных кустарничково-сфагновых сосняках на избыточно увлажненных почвах в устьях рек Вага и Вычегда (2016–2017). Для выявления особенностей роста и сравнительного анализа у сосны были выделены два морфотипа по степени выраженности апофиза в каждой шишке: *f. gibba* — поверхность семенной чешуи выпуклая и *f. plana* — поверхность семенной чешуи плоская. На шести временных пробных площадях у выделенных форм сосны

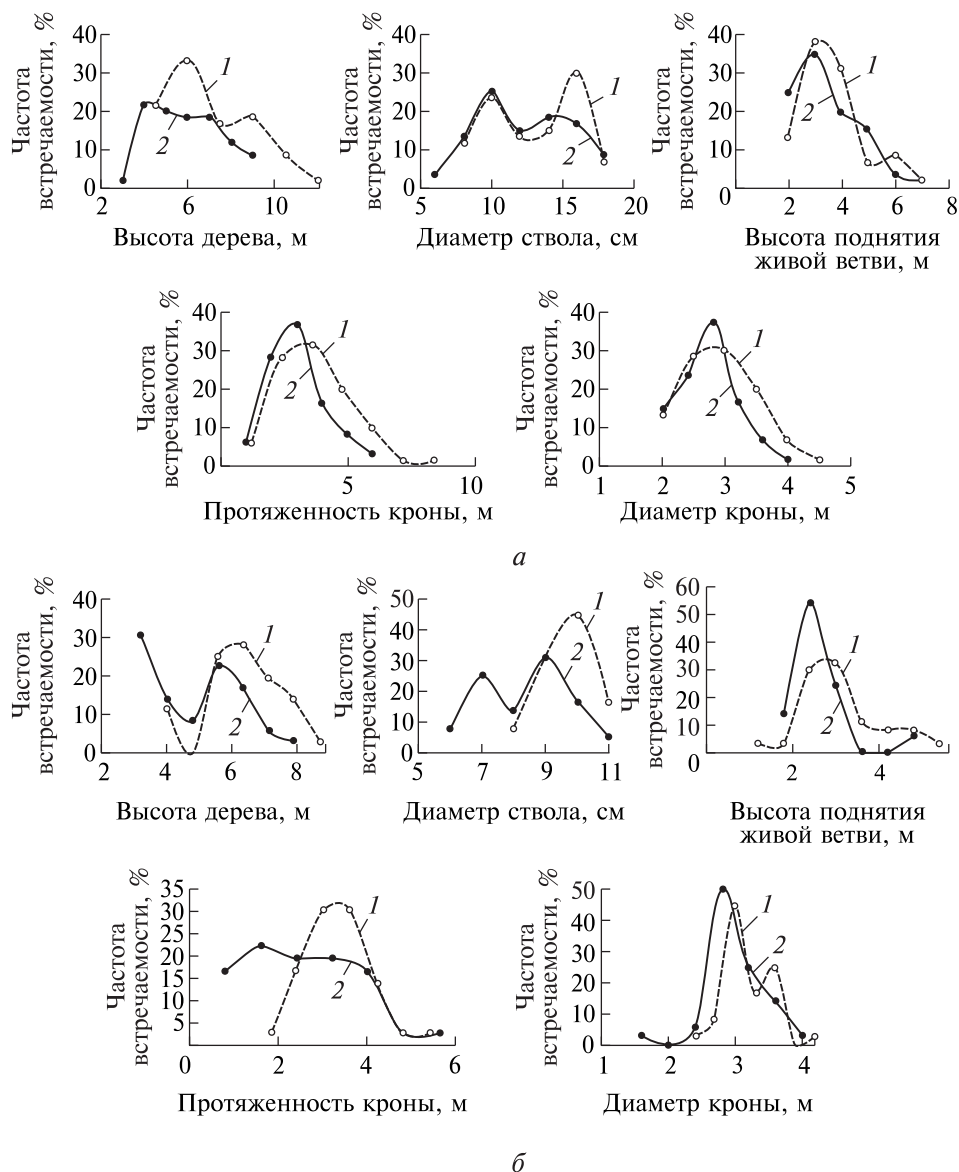


Рис. 1. Зависимость частоты встречаемости и морфометрических показателей у сосен с разной формой апофиза семенных чешуй шишек в важской (а) и вычегодской (б) популяциях: 1 — *f. plana*; 2 — *f. gibba*

Fig. 1. Dependence of the frequency occurrence and morphometric indices in pines with different forms of apophysis of seed cone scales in Vazha (а) and Vychegodskaya (б) populations: 1 — *f. plana*; 2 — *f. gibba*

обыкновенной в возрасте 150...160 (вычегодская популяция) и 160...170 (важская популяция) лет были определены высота и диаметр ствола дерева, высота поднятия живой ветви, морфометрические параметры кроны, а также отобрано 10 шт. шишек с каждого дерева. Морфометрические параметры шишек измерены в лабораторных условиях. Был рассчитан индекс формы апофиза шишек [9]. Количество выборок деревьев по каждой форме составило 60, в вычегодской — 36. Для оценки динамики роста отобрали керны древесины ($h = 1,3$ м) и провели дендрохронологический анализ с использованием стандартной методики обработки древесных-колец [14–18].

Экспериментальные данные обработаны согласно общепринятым статистическим методам [19, 20]. Достоверности различий между формами дана оценка с помощью *t*-критерия Стьюдента [21]. Изменчивость признаков определена по значениям коэффициента вариации [2].

Результаты и обсуждение

Вариационные кривые показали хорошо выраженную синхронность у сосен с выпуклой и плоской поверхностью семенных чешуй в распределении численностей по диаметру ствола как в важской, так и в вычегодской популяциях (рис. 1). В важской популяции установлены близкие

Т а б л и ц а 1

Морфоструктурные показатели у сосны с разной формой апофиза семенных чешуй шишек
Morphostructural parameters of pine with different form of apophysis of seed scales of cones

Морфоструктурный показатель		Важская популяция		Вычегодская популяция	
		выпуклая форма апофиза	плоская форма апофиза	выпуклая форма апофиза	плоская форма апофиза
Высота дерева, м	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	6,4 ± 0,25	5,7 ± 0,21	6,0 ± 0,19	4,5 ± 0,24
	min...max	3,2...11,5	2,7...9,0	3,5...8,2	2,5...7,5
	CV, %	30,3	29,3	19,3	32,2
Диаметр ствола от земной поверхности на высоте 1,3 м, см	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	12,3 ± 0,41	11,6 ± 0,41	9,7 ± 0,15	8,4 ± 0,23
	min...max	7,0...18,0	5,0...17,0	8,0...11,0	6,0...11,0
	CV, %	25,7	27,4	9,0	16,8
Высота поднятия живой ветви, м	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	3,2 ± 0,15	3,0 ± 0,16	2,9 ± 0,15	2,3 ± 0,11
	min...max	1,4...6,5	1,4...6,5	1,2...5,0	1,4...4,8
	CV, %	35,5	40,7	31,7	29,4
Протяженность кроны, м	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	3,1 ± 0,19	2,6 ± 0,14	3,1 ± 0,13	2,2 ± 0,20
	min...max	0,9...7,9	0,4...5,1	1,4...5,0	0,4...5,1
	CV, %	47,3	42,3	25,3	56,7
Диаметр кроны, м	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2,7 ± 0,07	2,6 ± 0,06	3,1 ± 0,06	2,8 ± 0,07
	min...max	1,9...4,5	1,8...4,0	2,4...4,0	1,6...3,7
	CV, %	21,0	17,5	11,1	14,6
Длина шишки, мм	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	32,0 ± 0,65	27,4 ± 0,38	27,2 ± 0,45	23,7 ± 0,36
	min...max	21,0...45,9	20,8...35,8	22,3...32,9	20,0...28,7
	CV, %	15,8	10,7	9,9	9,1
Масса шишки, г	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2,9 ± 0,14	2,0 ± 0,07	2,0 ± 0,08	1,4 ± 0,06
	min...max	1,0...6,7	1,1...3,5	1,2...3,1	0,8...2,3
	CV, %	37,5	28,6	25,0	27,0
Длина апофиза, мм	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	8,3 ± 0,09	7,9 ± 0,13	6,6 ± 0,09	6,0 ± 0,10
	min...max	6,8...9,9	5,5...9,7	5,6...7,9	5,0...7,2
	CV, %	8,2	12,9	8,6	10,0
Высота апофиза, мм	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2,6 ± 0,03	2,1 ± 0,02	2,3 ± 0,04	2,0 ± 0,02
	min...max	1,9...3,3	1,7...2,4	2,0...3,0	1,7...2,3
	CV, %	10,6	7,3	9,8	7,3
Индекс формы апофиза шишки (ИФАШ)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	0,41 ± 0,01	0,36 ± 0,004	0,39 ± 0,01	0,37 ± 0,01
	min...max	0,30...0,53	0,29...0,44	0,33...0,46	0,32...0,44
	CV, %	11,9	8,9	9,0	8,3
Абсолютная величина радиального прироста, мм	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	0,63 ± 0,04	0,49 ± 0,03	0,33 ± 0,01	0,22 ± 0,02
	min...max	0,19...1,45	0,18...0,98	0,22...0,59	0,10...0,56
	CV, %	46	45	24	48
Индекс радиального прироста (I), %	\bar{x}	101	101	101	101
	min...max	84...179	38...250	81...167	71...167
	CV, %	11	15	10	10

Примечание: \bar{x} — среднее значение; $s_{\bar{x}}$ — ошибка среднего значения; min...max — минимальное и максимальное значение; CV — коэффициент изменчивости признака.

значения частоты встречаемости деревьев по протяженности и диаметру кроны, высоте поднятия живой ветви. Кривые распределения по высоте и диаметру ствола у форм с выпуклым и плоским типом дифференцируются на две группы (см. рис. 1). Мода в распределении частоты встречаемости высоты ствола, протяженности и диаметра кроны сдвинута вправо у сосен с выпуклым типом апофиза по сравнению с соснами с плоским. В последней выборке чаще встречаются деревья с невысокими значениями высоты ствола

и размерами кроны. Для выборок обеих форм характерна левая (положительная) асимметрия в распределении частоты встречаемости признаков, за исключением диаметра ствола. Распределение численностей по диаметру кроны у сосны с плоским типом апофиза близко к нормальному. В вычегодской популяции кривые распределения численностей по высоте и диаметру ствола у сосны с выпуклым типом имеют правостороннее смещение, поэтому таких деревьев больше, причем они характеризуются повышенными зна-

чениями указанных показателей, в отличие от деревьев с плоским типом апофиза (см. рис. 1). С меньшими значениями показателей высоты поднятия живой ветви чаще встречаются деревья с *f. plana*. У деревьев *f. gibba* распределение численностей по протяженности кроны близко к нормальному. Кривые диаметра ствола у сосен с разной формой апофиза имеют близкие значения. Для выборок обеих форм характерна левая (положительная) асимметрия в распределении численностей по высоте поднятия живой ветви и протяженности кроны.

В характере морфоструктуры форм важской и вычегодской популяций сосен с различным типом апофиза проявляются различия. Средние значения высоты ствола ($t = 2,14 \dots 4,93$; $t_{0,05} = 1,98 \dots 2,00$) (табл. 1) сосны с выпуклой формой апофиза семенных чешуй достоверно превосходят средние значения сосны с плоской формой апофиза.

В важской популяции отмечены различия в протяженности кроны ($t = 2,49$; $t_{0,05} = 1,98$). По средним значениям других морфоструктурных параметров существенные различия между формами не выявлены. В вычегодской популяции установлены достоверные различия между рассматриваемыми формами по диаметру ствола, высоте поднятия живой ветви, протяженности и диаметру кроны ($t = 2,84 \dots 4,69$; $t_{0,05} = 2,00$) (см. табл. 1).

Уровни изменчивости в выборках разных форм важской популяции сходны (см. табл. 1). Очень высокий уровень варибельности ($CV > 40\%$) присущ таким морфоструктурным признакам, как высота до первой живой ветви и протяженность кроны. Повышенный уровень варибельности ($CV = 21 \dots 30\%$) характерен для высоты и диаметра ствола. В вычегодской популяции у *f. gibba* морфоструктурные показатели варьируют от низкого до высокого уровня, а у *f. plana* — от среднего до очень высокого.

Для общей характеристики морфоструктурных показателей установлены достоверные различия между *f. gibba* и *f. plana* по длине ($t = 6,05 \dots 6,11$; $t > t_{0,05}$) и массе ($t = 5,44 \dots 5,72$; $t > t_{0,05}$) шишки, длине ($t = 2,44 \dots 4,28$; $t > t_{0,05}$) и высоте ($t = 6,60 \dots 11,08$; $t > t_{0,05}$) апофиза, индексу формы апофиза шишки ($t = 3,05 \dots 7,40$; $t > t_{0,05}$) (см. табл. 1). Коэффициенты вариации для морфометрических параметров шишек у разных форм имеют значения от очень низких до высоких.

Установлено, что средние значения радиального прироста у *f. plana* ниже, чем у *f. gibba* ($t > t_{0,05}$) (см. табл. 1). Изменчивость радиального прироста у сосны с различной степенью выраженности апофиза в важской популяции характеризуется очень высоким уровнем, в вычегодской — повышенным и очень высоким. В важской попу-

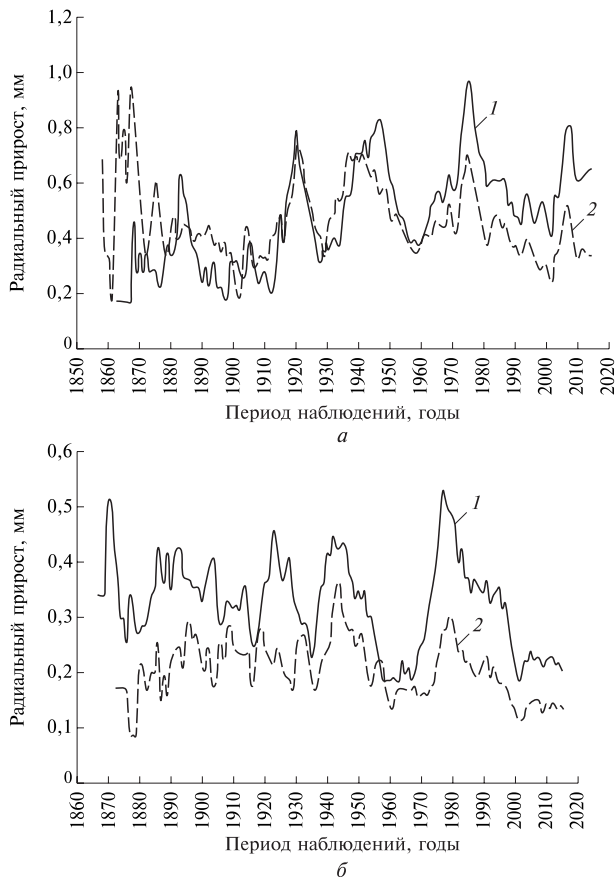


Рис. 2. Динамика радиального прироста у сосны обыкновенной с разной формой апофиза семенных чешуй шишек в важской (а) и вычегодской (б) популяциях: 1 — выпуклая форма апофиза; 2 — плоская форма апофиза

Fig. 2. Dynamics of radial growth in common pine with a different form of apophysis seed cone scales in Vazha (a) and Vychegodskaya (b) populations: 1 — convex apophysis; 2 — flat form of apophysis

ляции преимущество в приросте у *f. gibba* проявляется только в спелом возрасте, а в молодом (до 20 лет) — превосходство имела форма *f. plana* (рис. 2). В молодом возрасте более высокие значения радиального прироста у *f. plana* могут связываться с адаптивными реакциями на стрессовые условия. С возраста 50...60 лет для форм по типу апофиза установлены близкие значения прироста. В возрасте 110 лет и старше наблюдается доминирование сосен с выпуклым типом апофиза над соснами с плоским типом апофиза.

В вычегодской популяции у сосен с *f. gibba* и *f. plana* отмечаются равномерные кривые прироста. Сосны с выпуклой формой апофиза семенных чешуй шишек преобладают над соснами с плоской формой на всем временном ряду (см. рис. 2). Отмечается сходная тенденция изменения индексов прироста по формам, что указывает на общность ответной реакции на локальные условия (рис. 3, см. табл. 1).

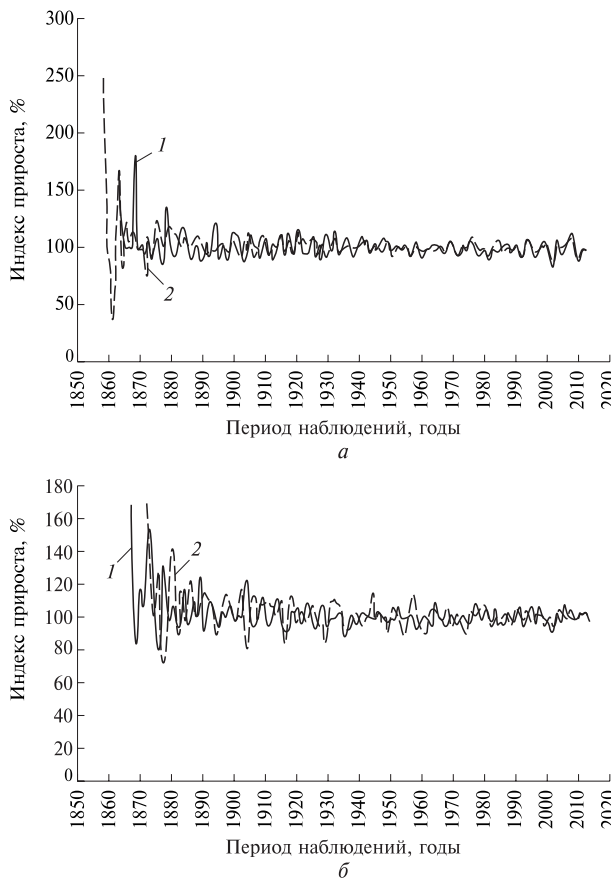


Рис. 3. Относительные значения индекса радиального прироста у сосен с различной формой апофиза семенных чешуй шишек в важской (а) и вычегодской (б) популяциях: 1 — выпуклая форма апофиза; 2 — плоская форма апофиза

Fig. 3. Relative value index of radial growth in pines with various forms of apophysis of seed cone scales in Vazha (a) and Vychegodskaya (b) populations: 1 — convex apophysis; 2 — flat form of apophysis

Ранее были проведены исследования прироста крайне северотаежной популяции сосны обыкновенной и установлено, что высота ствола деревьев с *f. gibba* на 11 % больше, чем у деревьев с *f. plana*. Выявлены преимущества в радиальном приросте у деревьев с *f. gibba* в молодом и среднем возрасте, что указывает на наследственный характер и разные типы прироста у сосен с различной формой апофиза семенных чешуй [22]. Для условий северной тайги характерны высокие значения радиального прироста у деревьев с *f. gibba* (на 34 %) по сравнению с деревьями с *f. plana* [23]. С улучшением условий (средняя тайга) тенденция меньшего прироста у сосен с *f. plana* сохраняется.

Проведен анализ по установлению корреляционной связи радиального прироста и морфоструктурных показателей у различных форм сосны обыкновенной (табл. 2).

В важской популяции установлены тесные корреляционные связи радиального прироста

Т а б л и ц а 2

Коэффициент корреляции (r) радиального прироста с морфоструктурными показателями ствола и кроны у различных форм сосны обыкновенной

Correlation coefficient (r) of radial growth with morphostructural indices of the trunk and crown at a pine of different forms

Морфоструктурный показатель	Важская популяция, $p < 0,001$		Вычегодская популяция, $p < 0,001$	
	выпуклая форма апофиза	плоская форма апофиза	выпуклая форма апофиза	плоская форма апофиза
Высота дерева, м	0,76	0,78	0,49	0,67
Диаметр ствола, см	0,75	0,81	0,39**	0,60
Высота поднятия живой ветви, м	0,45	0,56	0,31*	0,31
Протяженность кроны, м	0,64	0,52	0,36*	0,62
Диаметр кроны, м	0,56	0,46	0,52	0,49

Примечание: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$.

с высотой и диаметром ствола у деревьев с *f. gibba* и с *f. plana*. Умеренная и значительная связи выявлены между приростом и другими параметрами у сосен различных форм. В вычегодской популяции существенная корреляционная связь установлена между приростом и высотой, диаметром ствола, протяженностью кроны у деревьев с *f. plana*, а умеренная — у деревьев с *f. gibba*. По диаметру кроны у форм с различной формой апофиза семенных чешуй шишек установлена умеренная и значительная корреляционные связи.

Выводы

Выявление особенностей роста различных форм сосны обыкновенной в условиях постоянно избыточно увлажненных почв является важным для разработки методов сохранения внутривидового разнообразия. В среднетаежных кустарничково-сфагновых сосняках сосны с выпуклой формой апофиза семенных чешуй шишек (*f. gibba*) имеют большие средние значения высоты ствола (на 12...33 %, $t > t_{0,05}$) по сравнению с соснами с *f. plana*. Определены достоверные различия между формами сосны обыкновенной по протяженности кроны, морфометрическим показателям шишки и радиальному приросту (важская и вычегодская популяции), диаметру ствола, высоте поднятия живой ветви и диаметру кроны (вычегодская популяция).

Все эти параметры свидетельствуют о лучшем приросте деревьев с выпуклой формой апофиза семенных чешуй шишек, что имеет практическое значение для лесной селекции.

Исследования выполнены в рамках государственного задания ФГБУН Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова РАН № ГР АААА-А18-118011690221-0. Авторы выражают благодарность канд. биол. наук Г.С. Потапову (ФИЦКИА РАН) за оказанную помощь в сборе материала при проведении экспедиционных работ.

Список литературы

- [1] Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 194 с.
- [2] Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). М.: Наука, 1972. 284 с.
- [3] Видякин А.И. Популяционная структура сосны обыкновенной – основа генетико-селекционного улучшения вида // Генетико-селекционные основы улучшения лесов. Воронеж: НИИИЛГиС, 1999. С. 219–224.
- [4] Видякин А.И. Фены лесных древесных растений: выделение, масштабирование и использование в популяционных исследованиях (на примере *Pinus sylvestris* L.) // Экология, 2001. № 3. С. 197–202.
- [5] Видякин А.И. Основные итоги феногеноеграфического исследования популяционно-хорологической структуры сосны обыкновенной на северо-востоке Русской равнины // Вестник ИБ, 2012. № 3. С. 15–19.
- [6] Путенихин В.П. Популяционная структура и сохранение генофонда хвойных видов на Урале: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Красноярск, 2000. 48 с.
- [7] Farjon A. World Checklist and Bibliography of Conifers. Kew: Royal Botanic Gardens, 2001, 309.
- [8] Дворецкий Н.И. Изменчивость морфологических признаков сосны обыкновенной в Восточном Забайкалье // Лесоведение, 1993. № 4. С. 77–80.
- [9] Видякин А.И. Изменчивость формы апофизов шишек в популяциях сосны обыкновенной на востоке европейской части России // Экология, 1995. № 5. С. 356–362.
- [10] Якимов Н.И., Поплавская Л.Ф., Сероглазова Л.М., Гвоздев В.К. Фенотипическая изменчивость плюсовых популяций сосны обыкновенной // Тр. БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, 2001. Вып. 9. С. 29–33.
- [11] Божок А.А. Внутривидовая изменчивость сосны обыкновенной в различных экологических условиях Львовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Рига, 1979. 16 с.
- [12] Поджарова З.С. Наследственные особенности экотипов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в БССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1970. 21 с.
- [13] Рысин Л.П. Сосновые леса европейской части СССР. М.: Наука, 1975. 212 с.
- [14] Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С., Наурызбаев М.М., Хантемиров Р.М. Методы дендрохронологии. Ч. 1. Красноярск: Издательство Красноярского государственного университета, 2000. 80 с.
- [15] Fritts H.C. Tree rings and climate. London, New York, San. Franc.: Academic Press, 1976. 567 p.
- [16] Cook E.R. A time series analysis approach to tree-ring standardization. Tucson: University of Arizona, 1985. 171 p.
- [17] Cook E.R., Kairiukstis L. (Eds.) Methods of dendrochronology: applications in environmental sciences. Dordrecht, Boston; London: Kluwer Acad. Publ., 1990. 394 p.
- [18] Grissini-Mayer H.D. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program Cofecha // Tree-Ring Research, 2001. V. 57. Pp. 205–221.
- [19] Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
- [20] Введение в систему Statistica: метод. указания / сост.: Т.Я. Лазарева, Р.Н. Абалуев. Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2002. 32 с.
- [21] Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
- [22] Пинаевская Е.А., Тарханов С.Н. Закономерности роста форм сосны (*Pinus sylvestris* L.) с разной формой апофиза семенных чешуй на северной границе ареала Европейской части России // Известия Самарского научного центра РАН, 2016. Т. 18. № 2 (2). С. 483–487.
- [23] Пинаевская Е.А., Тарханов С.Н. Изменчивость радиального прироста форм сосны (*Pinus sylvestris* L.) с разным типом апофиза семенных чешуй // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2016. № 2. С. 53–59.

Сведения об авторах

Пинаевская Екатерина Александровна — мл. науч. сотр. лаборатории экологии популяций и сообществ Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова РАН, aviatorov8@mail.ru

Тарханов Сергей Николаевич — д-р биол. наук, заведующий лабораторией экологии популяций и сообществ Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова РАН, tarkse@yandex.ru

Поступила в редакцию 16.10.2018.

Принята к публикации 26.09.2019.

GROWTH PECULIARITIES OF DIFFERENT PINE FORMS IN MIDDLE OF COUPLE-SPHAGNETIC ORDERS OF THE VAGA AND VYCHEGDA RIVERS

E.A. Pinaevskaya, S.N. Tarkhanov

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, 23, Severnaya Dvina emb., 163000, Arkhangelsk, Russia

aviatorov8@mail.ru

Studies were made of the growth of pine forms (f. *gibba* and f. *plana*) in pine forests on the excessive moistening of soils of the mouth of the river Vaga and Vychehda (middle taiga). Proportion of trees f. *gibba* is 60...79 % and f. *plana* — 21...40 %. The differences in the morphostructural indices of the forms in the Vazhskaya and Vychehgodskaya pine populations have been revealed. By average values of f. *gibba* significantly exceeds f. *plana* along the height of the trunk. In the Vazhskaya population there are differences in the length of the crown. According to the average values of other morphostructural parameters, no significant differences between the forms were revealed. In the Vychehgodskaya population, there are significant differences between the forms of the diameter of the trunk, the height of the raising of the live branch, the length and diameter of the crown. Significant differences between f. *gibba* and f. *plana* along the length and mass of the cone, the length and height of the apophysis, the index of the form of the apophysis of the cone. The mean radial growth in f. *plana* is lower than that of form f. *gibba*. Established dominance f. *gibba* in the time dynamics of radial growth. Correlation relations of radial growth with morphometric indices of the trunk and crown in pine with different forms of the apophysis of the seed scales of cones are noted.

Keywords: pine (*Pinus sylvestris* L.), morphometric parameters, radial growth, f. *gibba* and f. *plana*, excessive moistening of soils, middle taiga

Suggested citation: Pinaevskaya E.A., Tarkhanov S.N. *Osobennosti rosta raznykh form sosny v srednetayezhnykh sosnyakh kustarnichkovo-sfagnovykh ust'ya rek Vaga i Vychehda* [Growth peculiarities of different pine forms in middle of couple-sphagetic orders of the Vaga and Vychehda rivers]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019. T. 23. № 6. С. 29–36. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-29-36

References

- [1] Pravdin L.F. *Sosna obyknovennaya. Izmenchivost', vnutrividovaya sistematika i selektsiya* [Scots pine. Variability, intraspecific taxonomy and selection]. Moscow: Nauka, 1964, 194 p.
- [2] Mamaev S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva Pinaceae na Urale)* [Forms of intraspecific variability of woody plants (on the example of *Pinaceae* family in the Urals)]. Moscow: Nauka, 1972, 284 p.
- [3] Vidyakin A.I. *Populyatsionnaya struktura sosny obyknovennoy – osnova genetiko-selektsionnogo uluchsheniya vida* [Population structure of scots pine is the basis of genetic-selection improvement of species]. *Genetiko-selektsionnyye osnovy uluchsheniya lesov [Genetiko-selection based improvement of forests]*. Voronezh: NIILGiS, 1999, pp. 219–224.
- [4] Vidyakin A.I. *Feny lesnykh drevesnykh rasteniy: vydeleniye, masshtabirovaniye i ispol'zovaniye v populyatsionnykh issledovaniyakh (na primere Pinus sylvestris L.)* [Drying, scaling and use in population studies (by the example of *Pinus sylvestris* L.)]. *Ekologiya [Ecology]*, 2001, no. 3, pp. 197–202.
- [5] Vidyakin A.I. *Osnovnyye itogi fenogenogeograficheskogo issledovaniya populyatsionno-khorologicheskoy struktury sosny obyknovennoy na severo-vostoke Russkoy ravniny* [The main results of a phenogenogeographic study of the population-horological structure of scots pine in the northeast of the Russian Plain]. *Vestnik IB*, 2012, no. 3, pp. 15–19.
- [6] Putenikhin V.P. *Populyatsionnaya struktura i sokhraneniye genofonda khvoynykh vidov na Urale*. Avtoref. diss. dokt. biol. nauk [Population structure and conservation of the gene pool of conifers in the Urals. Abst. Diss. Dr. Sci. (Biol.)]. Krasnoyarsk, 2000, 48 p.
- [7] Farjon A. *World Checklist and Bibliography of Conifers*. Kew: Royal Botanic Gardens, 2001, 309.
- [8] Dvoretzkiy N.I. *Izmenchivost' morfologicheskikh priznakov sosny obyknovennoy v Vostochnom Zabaykal'ye* [Variability of the morphological features of scots pine in the Eastern Transbaikal]. *Lesovedeniye [Forestry]*, 1993, no. 4, pp. 77–80.
- [9] Vidyakin A.I. *Izmenchivost' formy apofizov shishek v populyatsiyakh sosny obyknovennoy na vostoке Yevropeyskoy chasti Rossii* [Variability of the form of apophysis of cones in populations of scots pine in the east of the European part of Russia]. *Ekologiya [Ecology]*, 1995, no. 5, pp. 356–362.
- [10] Yakimov N.I., Poplavskaya L.F., Seroglazova L.M., Gvozdev V.K. *Fenotipicheskaya izmenchivost' plyusovykh populyatsiy sosny obyknovennoy* [Phenotypic variability of positive populations of scots pine]. *Trudy BGTU. Ser. 1. Lesnoye khozyaystvo [Proceedings of BSTU. Ser. 1. Forestry]*, 2001, iss. 9, pp. 29–33.
- [11] Bozhok A.A. *Vnutrividovaya izmenchivost' sosny obyknovennoy v razlichnykh ekologicheskikh usloviyakh L'vovskoy oblasti*. Avtoref. diss. kand. s.-kh. nauk [Intraspecific variability of scots pine in various ecological conditions of the Lviv region. Abst. Diss. Cand. Sci. (Agric.)]. Riga, 1979, 16 p.
- [12] Podzharova Z.S. *Nasledstvennyye osobennosti ekotipov sosny obyknovennoy (Pinus sylvestris L.) v BSSR*. Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Hereditary features of ecotypes of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the BSSR. Abst. Diss. Cand. Sci. (Biol.)]. Minsk, 1970, 21 p.
- [13] Rysin L.P. *Sosnovyye lesa yevropeyskoy chasti SSSR* [Pine forests of the European part of the USSR]. Moscow: Nauka, 1975, 212 p.
- [14] Shiyatov S.G., Vaganov Y.A., Kirdeyanov A.V., Kruglov V.B., Mazepa V.S., Naurzabayev M.M., Khantemirov R.M. *Metody dendrokronologii: Uchebno-metodicheskoye posobiye. Ch. 1* [Methods dendrochronology: Teaching-methodical manual. Part 1]. Krasnoyarsk: Krasn. state. university, 2000, 80 p.

- [15] Fritts H.C. *Tree rings and climate*. London, New York, San. Franc.: Academic Press, 1976, 567 p.
- [16] Cook E.R. *A time series analysis approach to tree-ring standardization*. Tucson, University of Arizona, 1985, 171 p.
- [17] Cook E.R., Kairiukstis L. (Eds.) *Methods of dendrochronology: applications in environmental sciences*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. Publ., 1990, 394 p.
- [18] Grissini-Mayer H.D. *Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program Cofecha*. Tree-Ring Research, 2001, v. 57, pp. 205–221.
- [19] Zaytsev G.N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike* [Mathematical statistics in the experimental botany]. Moscow: Nauka, 1984, 424 p.
- [20] *Vvedeniye v sistemu Statistika* [Introduction to Statistica]. Sost.: T.Ya. Lazareva, R.N. Abaluyev. Tambov: Tambov State Technical University, 2002, 32 p.
- [21] Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Higher School, 1990, 352 p.
- [22] Pinaevskaya E.A., Tarkhanov S.N. *Zakonomernosti rosta form sosny (Pinus sylvestris L.) s raznoy formoy apofiza semennykh cheshuy na severnoy granitse areala Yevropeyskoy chasti Rossii* [Regularities in the growth of pine forms (*Pinus sylvestris* L.) with different apophysis of scales on the northern border of the European part of Russia]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN [Izvestiya Samara Scientific Center RAS], 2016, v. 18, no. 2 (2), pp. 483–487.
- [23] Pinaevskaya E.A., Tarkhanov S.N. *Izmenchivost' radial'nogo prirosta form sosny (Pinus sylvestris L.) s raznym tipom apofiza semennykh cheshuy* [Variability of radial growth of pine forms (*Pinus sylvestris* L.) with different type of apophysis of seed scales]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, 2016, no. 2, pp. 53–59.

Authors' information

Pinaevskaya Ekaterina Aleksandrovna — Junior Researcher of the Laboratory of the Ecology of Populations and Communities of the N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, aviatorov8@mail.ru

Tarkhanov Sergey Nikolaevich — Dr. Sci. (Biol.), Head of the Laboratory of the Ecology of Populations and Communities of the N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, tarkse@yandex.ru

Received 16.10.2018.

Accepted for publication 26.09.2019.

УДК 630*2

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-37-44

СОСТОЯНИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ В СОСНОВО-ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ПОСЛЕ ВЫБОРОЧНЫХ САНИТАРНЫХ РУБОК РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

А.В. Ерохин¹, А.М. Шарыгин²

¹ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», 241037, г. Брянск, пр-т Станке Димитрова, д. 3

²ООО «Здоровый лес», 125362, г. Москва, Строительный проезд, д. 7А/3

mail@bgita.ru

Проанализировано естественное возобновление в сосново-еловых насаждениях в Брянском лесном массиве, пройденных выборочными санитарными рубками в зависимости от полноты древостоя после периодических засух и поражений короедом-типографом. Исследуя естественное возобновление в различных парцеллах за период постановки опыта, анализируются признаки самосева и конкурентные взаимоотношения, которые интерпретируются с эколого-лесоводственных позиций. Отмечено продолжение усыхания деревьев ели европейской и сосны обыкновенной после проведенных выборочных санитарных рубок и необходимость очередных выборочных санитарных рубок. В среднеполнотных сосново-еловых насаждениях в типе леса сосняк черничный, образованных выборочными санитарными рубками, густота самосева хвойных пород достаточна для формирования целевого древостоя. В низкополнотных — густота самосева хвойных пород недостаточна. Для успешного возобновления сосны и ели в данных насаждениях целесообразна огневая минерализация почвы путем сжигания порубочных остатков. На остальной площади лесосеки необходимо сдирание мохового покрова и лесной подстилки.

Ключевые слова: сосново-еловое насаждение, сосняк-черничник, выборочная санитарная рубка, естественное возобновление, парцелла

Ссылка для цитирования: Ерохин А.В., Шарыгин А.М. Состояние фитоценозов в сосново-еловых насаждениях после выборочных санитарных рубок различной интенсивности // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 37–44. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-37-44

В Брянском лесном массиве (БЛМ) ель, произрастающая на южной границе своего ареала, пребывает под негативным воздействием повторяющихся засушливых периодов, пандемических размножений короеда-типографа и подвергается катастрофическому усыханию на фоне усиливающегося загрязнения окружающей среды, проведения различных видов рубок без соответствующего лесоводственного обоснования и увеличения рекреационной нагрузки [1–4].

На территории БЛМ зафиксировано массовое усыхание ели после засух и заселения короеда-типографа в периоды: 1836–1848, 1876–1886, 1898–1905, 1939–1945, 1963–1972, 1997–2004 гг. Усыханию подвержены преимущественно спелые и перестойные насаждения ели, однако отмечаются участки усыхания и в средневозрастных древостоях [5].

Последняя волна усыхания ели в Московской, Брянской, Смоленской и Калужской областях началась в период засухи летом 2010 г., которая обусловила значительное ослабление ели и создала обильную кормовую базу для развития короеда-типографа в двух генерациях вследствие высокой температуры воздуха [6, 7].

Усыхание наблюдалось в БЛМ не только в чистых ельниках, но и в смешанных насаждениях с участием ели. Интенсивное усыхание ели в сосново-еловых насаждениях наблюдалось на

песчаных почвах. Наибольшую устойчивость ель проявила на оподзоленных песчаных суглинках, что объясняет сложившаяся структура насаждений, в которой ель на два года старше сосны, поэтому в течение всей жизни составляла верхний ярус. Сосна использовала влагу и питательные вещества с более глубоких горизонтов почвы, а ель — с верхних [5].

Согласно действующим Правилам осуществления мероприятий по предупреждению распространения вредных организмов [8], в сосново-еловых насаждениях, поврежденных короедом-типографом, выборочные санитарные рубки можно проводить со снижением полноты до 0,3. Пройденные рубками насаждения характеризуются низкой продуктивностью и нежелательной сменой древесных пород.

После проведения выборочных санитарных рубок в сосново-еловых насаждениях, в частности в сосняках-черничниках, необходимо восстанавливать исходные древостои, обладающие высокой устойчивостью, хорошей производительностью и успешно выполняющие средообразующие функции [9].

Цель работы

Цель исследования — анализ естественного лесовозобновления в сосново-еловых насаждениях, пройденных выборочными санитарными

рубками, в зависимости от полноты древостоя, в защитных лесах Учебно-опытного лесхоза Брянского государственного инженерно-технологического университета (УОЛ БГИТУ) на территории Брянского административного района.

Материалы и методы

Объектами исследований служили сосново-еловые насаждения, отличающиеся по полноте, в сосняках-черничниках после проведения выборочных санитарных рубок, по классификации типов леса В.Н. Сукачева относящиеся к естественно-исторической группе сосняков-зеленомошников, которые доминируют в сосняках БЛМ [10, 11].

По лесорастительному районированию С.Ф. Курнаева, БЛМ расположен в зоне смешанных лесов с равным участием хвойных и лиственных древесных пород. В дробном лесорастительном районировании С.Ф. Курнаева массив отнесен к подзоне теневых широколиственных лесов и находится в Скандинавско-Русской провинции Евроазиатской области лесов умеренного пояса в Брянском округе зоны широколиственных лесов [12, 13].

Материалы исследований собраны методом закладки пробных площадей (ПП) и детальной перечислительной таксации. Для каждого дерева определяли категорию состояния по общепринятой шкале [8, 14]. На ПП проводили описание подлеска, живого напочвенного покрова (ЖНП), определяли тип леса по классификации В.Н. Сукачева и тип лесорастительных условий по классификации П.С. Погребняка [10, 15]. В соответствии с доминирующими растениями ЖНП и (или) подлесочными породами определялась парцеллярная структура лесосеки [16, 17].

Обследование хода естественного возобновления под пологом леса проводили на площадках размером 10 м² в количестве 50 шт. Каждую площадку относили к конкретному типу парцелл. Перечет самосева вели по породам, происхождению, высоте, возрасту и состоянию [18, 19].

Результаты и обсуждение

Первый объект. Изучение состояния фитоценозов, сформировавшихся после проведения выборочной санитарной рубки проводилось в квартале 61, выделе 17 Опытного отдела УОЛ БГИТУ в сосново-еловом древостое. Выборочную санитарную рубку осуществили в 2012 г. вследствие повреждения елей короедом-типографом. Интенсивность рубки составила 50 %. Таксационная характеристика древостоя после рубки следующая: состав — 8С2Е, возраст — 110 лет, средний диаметр — 42 см, средняя высота — 29 м, класс бонитета — I, полнота — 0,38, тип леса — сосняк-черничник, ТЛУ — В₃, запас — 155,2 м³/га (ПП-1).

Через 3 года после проведения рубки устойчивость оставшегося древостоя значительно снизилась. Количество усыхающих и сухостойных особей сосны составило 19 шт./га (50,9 м³/га). Причем погибли отставшие в росте деревья (с диаметром ствола до 26 см) и деревья из высоких ступеней толщины (с диаметром ствола более 54 см), поврежденные короедом-типографом. Усыхающие и сухостойные особи ели присутствовали во всех ступенях толщины от 8 до 28 см — 114 шт./га (21,2 м³/га). Отметим, что сосны без признаков ослабления вообще отсутствовали, ослабленные составили 4 %, сильно ослабленные — 76, усыхающие — 12, свежий и старый сухостой — по 4 % соответственно. Ели без признаков ослабления также отсутствовали, ослабленные составляли 3 %, сильно ослабленные — 38, усыхающие — 15, свежий сухостой — 4, старый сухостой, включая ветровальные деревья, — 40 %. Это свидетельствовало о том, что в сосново-еловом древостое процесс отпада продолжается, поэтому необходимо проведение следующей выборочной санитарной рубки для стабилизации состояния и оздоровления древостоя.

В результате выборочной санитарной рубки высокой интенсивности сохранился древостой относительной полнотой 0,38. На данном объекте через три вегетационных периода сформировалась следующая парцеллярная структура лесосеки: ланцетно-вейниковая парцелла (57 %), мшисто-черничная (40 %) и с минерализованной поверхностью почвы (3 %).

Парцеллярная структура лесосеки оказывает влияние на процесс естественного возобновления в сосново-еловых насаждениях, пройденных выборочными санитарными рубками.

В ланцетно-вейниковой парцелле произошло расселение самосева сосны, березы, дуба, клена, рябины, ольхи черной, крушины общей густотой 6702 шт./га (табл. 1). Среди возобновления преобладала береза — 60 %. В связи с интенсивным задернением почвы численность хвойного самосева составила 646 шт./га (10 %), его было недостаточно для формирования сосново-елового древостоя.

В мшисто-черничной парцелле произошло расселение сосны, ели, березы, дуба, клена, из подлесочных пород — рябины, крушины. Общая густота естественного возобновления составила 4915 шт./га, преобладали береза — 33 % и рябина — 31 %, меньше была численность самосева ели — 17 % и сосны — 5 %. Этого количества недостаточно для формирования сосново-елового древостоя.

В парцелле с минерализованной поверхностью почвы возобновились сосна, ель и береза общей густотой 18 000 шт./га с преобладанием

Т а б л и ц а 1

Густота естественного возобновления древесных пород на пробной площади № 1, шт./га

The density of tree species natural regeneration in the sampling area No. 1, units/ha

Парцелла	Сосна	Ель	Береза	Дуб	Клен остролистный	Ольха черная	Подлесок		Всего
							Рябина	Крушина	
Ланцетно-вейниковая	470	176	4000	176	529	176	705	470	6702
Мшисто-черничная	250	833	1666	83	333	—	1500	250	4915
С минерализованной поверхностью	6000	9000	3000	—	—	—	—	—	18000

ели европейской — 50 %. При этом численность сосны составила 33 %, березы — 17 %. Это свидетельствовало о более благоприятных лесорастительных условиях на минерализованной почве сосняка-черничника для возобновления хвойных пород с преобладанием ели. Ель в данных условиях уступила сосне по устойчивости и производительности, поэтому в процессе ухода целесообразно формирование сосново-елового древостоя.

Минерализация почвы как мера содействия способствует возобновлению сосны и ели в сосняках-черничниках и формированию высокопроизводительных хвойных древостоев.

Возрастная структура самосева зависит от парцеллы, на которой он произрастает. В ланцетно-вейниковых парцеллах хвойные всходы появились сразу после рубки (сосна — 117, ель — 176 шт./га), но они не смогли противостоять конкуренции со стороны интенсивно развивающегося ЖНП (2-летний самосев данных пород отсутствовал).

В мшисто-черничных парцеллах представлены только всходы сосны, так как мощная моховая «подушка» препятствовала их укоренению. Затем в результате изменения освещенности и прогрева почвы произошло уменьшение мощности моховой «подушки» и сформировались более благоприятные условия. Для возобновления ели моховая «подушка» не является препятствием — отмечены одно-, 2- и 3-летние особи.

В парцелле с минерализованной поверхностью почвы количество однолетних особей сосны составляет 5000 шт./га, ели — 7800, двухлетних особей сосны — 1000, ели — 1200 шт./га. Отсутствие 3-летнего самосева объясняется удалением почвенного запаса семян при минерализации почвы.

Анализ самосева сосны по группам высот показал, что в мшисто-черничных парцеллах все растения относятся к группе высот 11...20 см. В парцелле с минерализованной поверхностью к этой группе высот относится 34 % самосева, преобладают особи высотой до 10 см (66 %). В ланцетно-вейниковой парцелле представлен самосев всех групп высот, но преобладает самосев высотой 11...20 см (50 %).

В ланцетно-вейниковых парцеллах самосев сосны имел несколько большую высоту, чем в других парцеллах. Борьба с травянистыми растениями за свет способствовала ускорению роста самосева в высоту и несколько тормозила увеличение диаметра ствола.

Распределение естественного возобновления ели европейской по высоте — достаточно равномерное по всем изучаемым группам высот в мшисто-черничных парцеллах и в парцеллах с минерализованной поверхностью почвы. Самосев ели высотой до 10 см в мшисто-черничных парцеллах составлял 20 %, высотой 11...20 см — 40 %. В парцеллах с минерализованной поверхностью почвы количество самосева ели одинаково — по 22 %: и для растений высотой до 10 см и для растений высотой 11...20 см. Особи высотой более 20 см в данных условиях преобладали (в мшисто-черничных — 40 %, с минерализованной поверхностью почвы — 56 %).

Самосев ели положительно реагировал на отсутствие конкуренции с травянистой растительностью за свет в парцеллах с минерализованной поверхностью почвы и демонстрировал низкую напряженность конкурентных взаимоотношений в мшисто-черничных парцеллах.

Анализ возобновления березы по высоте показал практически идентичное распределение по всем изучаемым группам высот в мшисто-черничных и ланцетно-вейниковых парцеллах: преобладали особи высотой более 20 см (70,0 и 51,5 %, соответственно). Количество самосева березы высотой до 10 см в ланцетно-вейниковых парцеллах составляет 26,5 %, высотой 11...20 см — 22,0 %. В мшисто-черничных парцеллах количество самосева березы одинаково — по 15,0 %: и для деревьев высотой до 10 см и для деревьев высотой 11...20 см. Можно считать, что наиболее высокие особи относятся к возобновлению 3-летнего возраста, т. е. после проведения выборочных санитарных рубок.

Самосев ольхи черной в незначительном количестве (176 шт./га) присутствовал в ланцетно-вейниковых парцеллах и состоял из особей высотой более 20 см. Вероятно, данные парцеллы благоприятны для возобновления и роста ольхи черной.

Т а б л и ц а 2

Густота естественного возобновления древесных пород на пробной площади № 2, шт./га

The density of tree species natural regeneration in the sampling area No. 2, units/ha

Парцелла	Сосна	Ель	Береза	Дуб	Клен	Подлесок		Всего
						Лещина	Крушина	
Мшисто-черничная	4769	153	1461	–	307	–	153	6843
Сфагновая	2000	1250	3125	1000	–	250	–	7625
Волок	1600	1000	800	1200	–	800	600	6000
Огневище	11000	1000	1750	–	–	–	–	13750

Самосев подлесочных пород рябины обыкновенной и крушины ломкой отмечен в мшисто-черничных и ланцетно-вейниковых парцеллах. Причем среди самосева рябины преобладали особи высотой более 20 см: в мшисто-черничных парцеллах их количество составило 94,5 %, в ланцетно-вейниковых — 92,0 %. Отмечен самосев рябины высотой до 10 см в ланцетно-вейниковых парцеллах (8,0 %) и высотой 11...20 см в мшисто-черничных (5,5 %). Самосев крушины представлен в этих же парцеллах особями высотой 11...20 см.

Второй объект. Выборочная санитарная рубка проводилась в 2012 г. интенсивностью 17 % в квартале 86, выделе 12 Опытного отдела УОЛ БГИТУ. Таксационная характеристика древостоя после рубки: состав — 10С+Е, возраст — 140 лет, средний диаметр — 40 см, средняя высота — 30 м, класс бонитета — I, полнота — 0,65, тип леса — сосняк-черничник, ТЛУ — В₃, запас — 339,9 м³/га (ПП-2).

Через 3 года после проведения рубки на объекте устойчивость оставшегося древостоя также значительно снизилась. Количество усыхающих и сухостойных особей сосны составила 6 шт./га (3,5 м³/га). Погибли преимущественно отставшие в росте деревья с диаметром ствола до 28 см. Усыхающие и сухостойные ели (13 шт./га, или 1,5 м³/га) также были отставшими в росте. В сосновом элементе древостоя зафиксированы деревья без признаков ослабления; ослабленные и сухостойные отсутствовали; сильно ослабленные составили 98 %, усыхающие — 2 %. В еловом элементе древостоя деревья также были без признаков ослабления; ослабленные, усыхающие и свежий сухостой отсутствовали; сильно ослабленные составили 89 %, старый сухостой, включая ветровальные деревья, — 11 %. Таким образом, в сосново-еловом древостое после низкоинтенсивной выборочной санитарной рубки отмечен отпад в пределах естественного, при этом устойчивость сохранялась.

На объекте сформировалась следующая парцеллярная структура: мшисто-черничная парцелла (43 %), сфагновая (27 %), волок (17 %) и огневище (13 %).

Мшисто-черничные парцеллы на лесосеке сконцентрированы в юго-западной части ПП-2, примыкающей к вырубке, поэтому они обеспечены интенсивным боковым освещением, способствующим уменьшению мощности мохового яруса. Зафиксировано возобновление сосны, ели, березы, клена, крушины общей густотой 6843 шт./га (табл. 2). Преобладает самосев сосны — 70 %. Самосев березы составил 21 %, клена — 5, ели — 2, крушины — 2 %. Таким образом, густоты хвойного самосева в мшисто-черничной парцелле достаточно для формирования сосново-елового древостоя.

В сфагновых парцеллах произошло расселение самосева сосны, ели, березы, дуба, лещины общей густотой 7625 шт./га. Преобладают береза — 41 % и сосна — 26 %. Ель составила 16 %, дуб — 13, подлесок из лещины — 4 %. Условия данных парцелл оказались благоприятными для возобновления березы и хвойных пород.

На волоках при трелевке древесины нарушилась целостность подстилки и ЖНП, произошла частичная минерализация почвы. Здесь преобладает самосев сосны — 27 %, дуба — 20, ели — 17, березы — 13 %. Имеется самосев подлесочных пород лещины — 13 % и крушины — 10 %.

На огневищах отмечен самосев сосны, ели, березы. Общая густота естественного возобновления древесных пород 13750 шт./га, преобладают особи сосны — 80 %. Самосев березы составил 13 %, ели — 7 %. На огневищах сложились наиболее оптимальные условия для возобновления березы и породы-пирофита — сосны.

Густоты самосева хвойных пород в сосняке-черничнике, разреженном выборочной санитарной рубкой до относительной полноты 0,65, достаточно для формирования сосново-елового древостоя без дополнительного содействия естественному возобновлению.

Несмотря на низкую интенсивность проведенной санитарной рубки, в мшисто-черничных парцеллах происходит уменьшение мощности моховой «подушки» и улучшаются условия возобновления сосны — отмечается наибольшая густота 3-летнего и 2-летнего самосева (соответственно, 538 и 1385 шт./га).

В сфагновых парцеллах сформирован комплекс неблагоприятных для возобновления древесных пород факторов: низкая освещенность, повышенная влажность, мощная сфагновая «подушка». В этих условиях отмечена наименьшая густота возобновления сосны всех изучаемых возрастов: количество всходов составляет 1625 шт./га, 2-летнего самосева — 250, 3-летнего — 125 шт./га. На третий год после выборочной санитарной рубки наблюдалось увеличение всходов.

На волоках в первый год после рубки также сложились неблагоприятные условия для возобновления сосны, о чем свидетельствует отсутствие 3-летнего самосева. Сохранившийся моховой покров на большей части волоков препятствовал ее возобновлению: густота всходов составляла 2200 шт./га, 2-летнего самосева — 400 шт./га.

Повышенная зольность и «спекание» почвенной поверхности на свежих огневищах препятствовали прорастанию семян сосны, поэтому в сфагновых парцеллах 3-летний самосев отсутствовал. Однако возможно прорастание семян на следующий год с дальнейшим укоренением всходов сосны — 2-летний самосев замечен в количестве 1250 шт./га. В год проведения исследований на огневищах наблюдалось наибольшее количество всходов — 9750 шт./га.

Согласно детальному анализу, возобновление в сфагновых парцеллах произошло в первый год после выборочной санитарной рубки; на огневищах — на второй. Эти парцеллы сохраняют возобновительную способность как минимум в течение трех лет (в третий вегетационный период отмечены всходы ели в количестве 750 шт./га).

В результате анализа самосева сосны по высоте и парцеллярной структуре на втором объекте выявлено, что на огневищах и в мшисто-черничных парцеллах представлен самосев всех рассматриваемых групп высот, но преобладают особи высотой до 10 см. Самосев высотой более 20 см отмечен в мшисто-черничных (21 %), сфагновых (19 %) парцеллах и на огневище (11 %). Отсутствие на волоке самосева высотой более 20 см является следствием более позднего его появления в сфагновой парцелле.

Анализ естественного возобновления ели по высоте и парцеллярной структуре показал, что в сфагновых парцеллах вследствие достаточного увлажнения в условиях текущего засушливого периода самосев ели характеризовался более интенсивным ростом в высоту (доля особей высотой более 20 см составила 40 %). На огневищах произрастали преимущественно особи высотой до 10 см — 75 %, а более 20 см всего лишь 25 %. Такое распределение самосева ели по высоте связано с его возрастной структурой. В мшисто-черничных парцеллах самосев ели оказался

более однородным по высоте — значения высоты варьировали в пределах 11...20 см.

Анализ возобновления березы по высоте и парцеллярной структуре показал распределение самосева по всем изучаемым группам высот в мшисто-черничных, сфагновых парцеллах и на огневищах. В сфагновых парцеллах самосев березы, так же как и самосев ели, имел большую высоту, чем в других парцеллах. Самосев березы высотой 11...20 см в сфагновых парцеллах составил 32 %, высотой до 10 см — 12 %.

На огневище преобладал самосев березы высотой до 10 см и более 20 см — по 43 %. Самосев высотой 11...20 см составил 14 %. Высотная структура самосева березы свидетельствовала о благоприятных условиях роста в этой парцелле. В мшисто-черничных парцеллах вследствие хорошей освещенности преобладал самосев березы высотой 11...20 см — 58 %, высотой более 20 см — 37, высотой до 10 см — 5 %. На волоках отмечены особи высотой до 10 см — 75 %, а более 20 см — 25 %. Такое распределение самосева березы по высоте связано с его возрастной структурой.

Самосев лещины как подлесочной породы отмечен на волоках и в сфагновых парцеллах высотой более 20 см. Самосев крушины на волоках и в мшисто-черничных парцеллах также был представлен особями высотой более 20 см.

Выводы

Проведенные исследования в смешанных по составу сосново-еловых древостоях показали, что, несмотря на принятые меры по стабилизации санитарно-патологического состояния древостоев, усыхание деревьев ели европейской и сосны обыкновенной продолжается. Для стабилизации состояния насаждений необходимо проводить повторные выборочные санитарные рубки, расширять диапазон категорий санитарного состояния деревьев, отбираемых в выборочную санитарную рубку. В связи с этим следует внести соответствующие изменения в нормативные документы.

В среднеполнотных сосново-еловых насаждениях в сосняках-черничниках, образованных выборочными санитарными рубками, густоты самосева хвойных пород достаточно для формирования целевого древостоя, поэтому нет необходимости в мероприятиях по содействию возобновлению.

В низкополнотных сосново-еловых насаждениях в сосняках-черничниках, образованных выборочными санитарными рубками, густоты самосева хвойных пород недостаточно для формирования целевого древостоя. Для успешного возобновления сосны и ели в данных насаждениях целесообразна огневая минерализация почвы путем сжигания порубочных остатков в

пожаробезопасный период. На остальной площади лесосеки в сосняке-черничнике следует сдирать лесную подстилку ручным способом на площадках размером 1 м² или механизированным способом с использованием покровосдирателя.

Минерализацию почвы по времени года рекомендуется увязывать с периодом налета семян сосны, которые у ели начинают выпадать в марте, а у сосны — в апреле, наиболее интенсивно — во второй половине мая и до первой половины июня. Минерализация почвы ранней весной создает благоприятные условия для прорастания семян и укоренения всходов при достаточной влажности почвы, которую обеспечивают весенние талые воды. Проведение работ по минерализации почвы осенью, в расчете на обсеменение в будущем году, менее рационально, так как за зиму и во время весеннего снеготаяния минерализованная с осени почва уплотняется, в ней исчезают микропонижения и она становится менее восприимчивой для обсеменения.

Для повышения пожарной безопасности создаваемых насаждений и их биоразнообразия целесообразно использовать естественное возобновление лиственных пород: дуба черешчатого, березы повислой и березы пушистой, клена остролистного, ольхи черной и подлесочных пород — лещины обыкновенной, рябины обыкновенной, крушины ломкой [20]. При уходе за самосевом следует осуществлять смешение пород с учетом их биологических особенностей в соответствии с почвенными условиями.

Сочетание мер содействия естественному возобновлению леса после санитарных рубок с помощью сохранения подроста, оставления внутрилесосечных обсеменителей, минерализации почвы, подсадки дичков, применения комбинированного лесовозобновления — наиболее рациональный и эффективный метод лесовосстановления в исследуемых сосняках-черничниках. Это позволит сформировать смешанные биологически устойчивые древостои, способные успешно выполнять средообразующие функции.

Список литературы

- [1] Иванов В.П., Марченко С.И., Глазун И.Н., Нартов Д.И., Соболева Л.М. Изменения в биогеоценозах центральной части Брянской области после летней жары 2010 года // Вестник ПГТУ. Сер. Лес. Экология. Природопользование, 2013. № 1 (17). С. 25–36.
- [2] Кобельков М.Е. Современное санитарное состояние лесов и пути его улучшения // Лесное хозяйство, 2005. № 2. С. 40–42.
- [3] Маслов А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. М.: ВНИИЛМ, 2010. 138 с.
- [4] Иванов В.П., Глазун И.Н., Шелуха В.П., Смирнов С.И., Нартов Д.И. Усыхание еловых лесов – проблема регионов // Лес XXI века: Тез. докл. Междунар. практ. конф. (20–24 окт. 2005 г., Брянск). Брянск: БГТУ, 2005. С. 42.
- [5] Тимофеев В.П. Борьба с усыханием ели. М.: Гослестехиздат, 1944. 48 с.
- [6] Тузов В.К. Вспышка массового размножения короеда-типографа в европейской части Российской Федерации и мероприятия по ликвидации ее последствий // Проблемы усыхания еловых насаждений : материалы Междунар. науч.-практ. Семинара (26–27 сентября 2013 г., Могилев). Министерство лесн. хоз-ва Респ. Беларусь, Учреждение «Беллесозащита». Минск: Колор-Поинт, 2013. С. 22–24.
- [7] Шелуха В.П., Шошин В.И., Ключев В.С. Динамика санитарного состояния ельников в период кульминации размножения типографа и эффективность лесозащитных мероприятий // Лесной журнал, 2014. № 2. С. 30–39.
- [8] Правила осуществления мероприятий по предупреждению распространения вредных организмов : утверждены приказом Министерства природных ресурсов РФ от 12.09.16 № 470. М., 2017. 10 с.
- [9] Мелехов И.С. Лесоводство. М.: Лесн. пром-сть, 2007. 302 с.
- [10] Сукачев В.Н. Избранные труды. В 2 т. Т.1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л.: Наука, 1972. 418 с.
- [11] Морфология экология и динамика Брянского лесного массива: отчет о НИР (заключ.): 1.1.97. Брянск: БГИТА, 1997. 71 с.
- [12] Курнаев С.Ф. Дробное лесорастительное районирование Нечерноземного центра. М.: Наука, 1982. 120 с.
- [13] Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР. М.: Наука, 1973. 204 с.
- [14] ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М.: Центр. бюро НТИ Гослесхоза СССР, 1984. 60 с.
- [15] Погребняк П.С. Общее лесоводство. М.: Колос, 1968. 440 с.
- [16] Дылис Н.В. Основы биогеоценологии. М.: МГУ, 1978. 151 с.
- [17] Грязькин А.В. Способ учета подроста. Патент 2084129, РФ, МКИ С 6 А 01 G 23/00. Заявитель и патентообладатель СПб. лесотехн. акад. № 94022328/13; заявл. 10.06.94; опубл. 20.07.97, Бюл. № 20. 3 с.
- [18] Ерохин А.В. Перспектива подроста ели в формировании яруса под пологом сосны // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2009. Вып. 23. С. 20–21.
- [19] Тихонов А.С. Типы леса, рубки, лесовозобновление, формирование древостоев в Скандинавско-Русской провинции. Калуга: Гриф, 2013. 432 с.
- [20] Шарьгин А.М. Анализ динамики возобновления в горельниках сосняков для выявления оптимальных условий послепожарного лесовосстановления в Брянском округе зоны широколиственных лесов : дис. ... канд. с.-х. наук. Брянск, 2008. 129 с.

Сведения об авторах

Ерохин Александр Владимирович — канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесного дела Брянского государственного инженерно-технологического университета, mail@bgita.ru

Шарьгин Александр Михайлович — канд. с.-х. наук, специалист лесного отдела ООО «Здоровый лес», Ascharigin@mail.ru

Поступила в редакцию 16.10.2018.

Принята к публикации 18.09.2019.

PHYTOCENOSES STATE IN PINE-SPRUCE STANDS AFTER SELECTIVE SANITARY FELLINGS OF VARIOUS INTENSITY

A.V. Erokhin¹, A.M. Sharygin²

¹Bryansk State Engineering and Technology University, 3, Stanke Dimitrova, av., 241037, Bryansk, Russia

²ООО «Zdorovy les», 7А/3, Stroitelny proezd, 125362, Moscow, Russia

mail@bgita.ru

The article analyses natural regeneration in pine-spruce plantations in the Bryansk woodland having been cut by selective sanitary cuttings depending on the normality after periodic droughts and damage by the bark beetle. Studying the natural regeneration in various parcels during the period of the experiment, the signs of self-sowing and competitive relationships are analyzed, which are interpreted from ecological and forestry points. It is emphasized that drying of the trees of European spruce and Scots pine after selective sanitary felling continued which leads to the necessity for a regular selective sanitary felling. In medium-dense pine-spruce stands in the forest type of bilberry pine forest formed by selective sanitary felling, self-seeding density of coniferous species is sufficient for the formation of the target stand. In low-density ones, the density of self-seeding of coniferous species is insufficient. For the successful regeneration of pine and spruce in these plantations, a fire mineralization of the soil is advisable by burning logging residues. In the remaining area of the cutting area, peeling of the moss cover and forest litter is necessary.

Keywords: pine-spruce stand, bilberry pine, selective sanitary felling, natural regeneration, parcella

Suggested citation: Erokhin A.V., Sharygin A.M. *Sostoyanie fitotsenozov v sosново-еловых nasazhdeniyakh posle vyborochnykh sanitarnykh rubok razlichnoy intensivnosti* [Phytocenoses state in pine-spruce stands after selective sanitary fellings of various intensity]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 6, pp. 37–44. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-37-44

Reference

- [1] Ivanov V.P., Marchenko S.I., Glazun I.N., Nartov D.I., Soboleva L.M. *Izmeneniya v biogeotsenozakh tsentral'noy chasti Bryanskoj oblasti posle letney zhary 2010 goda* [Changes in the biogeocoenosis of the central part of the Bryansk region after the summer heat of 2010]. *Vestnik PGTU. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* [Bulletin of PSTU. Ser.: Forest. Ecology. Nature management], 2013, no. 1 (17), pp. 25–36.
- [2] Kobel'kov M.E. *Sovremennoe sanitarnoe sostoyanie lesov i puti ego uluchsheniya* [The modern sanitary state of forests and ways to improve it]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 2005, no.2, pp. 40–42.
- [3] Maslov A.D. *Koroed-tipografi i usykhaniye elovykh lesov* [Bark beetle typograph and the drying up of spruce forests]. Moscow: VNIILM, 2010, 138 p.
- [4] Ivanov V.P., Glazun I.N., Shelukho V.P., Smirnov S.I., Nartov D.I. *Usykhaniye elovykh lesov — problema regionov* [Desiccation of spruce forests — the problem of regions]. *Les XXI veka: Tez. dokl. mezhd. prakt. konf. Bryansk 20–24 okt. 2005 g.* [Forest of the XXI century: Abstract. Int. prakt. conf. Bryansk, October 20–24, 2005]. Bryansk: BGTU, 2001, pp. 98–100.
- [5] Timofeev V.P. *Bor'ba s usykhaniem eli* [Struggle with the drying up of spruce]. Moscow: Goslestekhzdat, 1944. 48 p.
- [6] Tuzov V.K. *Vspyshka massovogo razmnozheniya koroyeda tipografa v evropeyskoj chasti Rossiyskoj Federatsii i meropriyatiya po likvidatsii ego posledstviy* [The outbreak of mass reproduction of bark beetle in the European part of the Russian Federation and the measures to eliminate its consequences] *Problemy usykhaniya elovykh nasazhdeniy: Mater. mezhd. nauch.-prakt. seminar, Mogilev, 26–27 sentyabrya 2013 g.* [Problems of drying of spruce plantations: mater. of the int. scient. and practic. seminar, Mogilev, 26–27 September, 2013]. Minsk: KolorPoint, 2013, pp. 22–24.
- [7] Shelukho V.P., Shoshin V.I., Klyuev V.S. *Dinamika sanitarnogo sostoyaniya el'nikov v period kul'minatsii razmnozheniya tipografa i effektivnost' lesozashchitnykh meropriyaty* [Dynamics of sanitary condition of spruce forests during the culmination of reproduction of the printer and efficiency of forest protection measures]. *Lesnoy zhurnal* [Forest journal], 2014, no. 2, pp. 30–39.
- [8] *Pravila osushchestvleniya meropriyaty po preduprezhdeniyu rasprostraneniya vrednykh organizmov* [Rules of implementation of measures to prevent the spread of harmful organisms]. Moscow, 2017, 10 p.
- [9] Melekhov I.S. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow: Lesn. prom-st', 2007, 302 p.
- [10] Sukachev V.N. *Izbrannyye trudy. V 2 t. T.1. Osnovy lesnoy tipologii i biogeotsenologii* [Selected Works. In 2 vol. V.1. Fundamentals of forest typology and biogeocenology]. Leningrad: Nauka, 1972, 418 p.
- [11] *Morfologiya ekologiya i dinamika Bryanskogo lesnogo massiva: otchet o NIR (zaklyuch.): 1.1.97* [Morphology ecology and dynamics of the Bryansk forest area: report on research (conclusion): 1.1.97]. Bryansk: BGTU, 1997, 71 p.
- [12] Kurmaev S.F. *Drobnoe lesorastitel'noe rayonirovaniye Nechernozemnogo tsentra* [Fractional forestalling zoning of the Non-Chernozem Center]. Moscow: Nauka, 1982, 120 p.
- [13] Kurmaev S.F. *Lesorastitel'noe rayonirovaniye SSSR* [Fostering regional division of the USSR]. Moscow: Nauka, 1973, 204 p.
- [14] OST 56–69–83. *Ploshchadi probnyye lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [Areas of trial forest inventory. Method of bookmarking]. Moscow, Tsentr. byuro NTI Gosleskhoza SSSR Publ., 1984, 60 p.
- [15] Pogrebnyak P.S. *Obshchee lesovodstvo* [General forestry]. Moscow: Kolos, 1968, 440 p.

- [16] Dylis N.V. *Osnovy biogeotsenologii* [Fundamentals of Biogeocenology]. Moscow: MSU, 1978, 151 p.
- [17] Gryaz'kin A.V. *Sposob ucheta podrosta* [Way of accounting for undergrowth] Patent RF, no. 94022328/13, 1997.
- [18] Erokhin A.V. *Perspektiva podrosta eli v formirovanii yarusa pod pologom sosny* [The prospect of spruce undergrowth in the formation of a tier under the canopy of pine] *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2009, v. 23. pp. 20–21.
- [19] Tikhonov A.S. *Tipy lesa. rubki. lesovozobnovleniye formirovaniye drevostoyev v Skandinavsko-Russkoy provintsii* [Forest's types, felling, reforestation, formation of stands in the Scandinavian-Russian province]. Kaluga: Grif, 2013, 432 p.
- [20] Sharygin.A.M. *Analiz dinamiki vozobnovleniya v gorelnikakh sosnyakov dlya vyavleniya optimalnykh usloviy poslepozharnogo lesovosstanovleniya v Bryanskom okruge zony shirokolistvennykh lesov* [The analysis of dynamics of regeneration in the fire-damaged pine forests for revealing of optimum conditions post-fire reforestation in Bryansk district of a zone of broad-leaved forests. Diss. Cand. Sci. (Agricultural)]. Bryansk, 2008, 129 p.

Authors' information

Erokhin Aleksandr Vladimirovich — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Bryansk State Engineering-Technological University, mail@bgita.ru

Sharygin Aleksandr Mikhailovich — Cand. Sci. (Agriculture), Specialist of Forestry department, LTD «Zdorovy les», Ascharigin@mail.ru

Received 16.10.2018.

Accepted for publication 18.09.2019.

УДК 631.8; 631.4

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-45-50

АЛЛЕЛОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИББЕРЕЛЛИНОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Г.Н. Федотов¹, В.С. Шалаев², Ю.П. Батырев², И.В. Горепекин¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Факультет почвоведения, МГУ

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

gennadiy.fedotov@gmail.com

Изучено влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы сорбционными препаратами (СПП) на основе бентонито-гуматовых смесей на их прорастание в почвах и развитие проростков.

Установлено, что воздействие СПП делит семена на две группы. Одни из них подобная обработка заметно стимулирует (25–30 %), а другие угнетает. Показано, что угнетение может быть связано с поглощением СПП биологически-активных веществ (БАВ), поступающих из почв в семена и ускоряющих их развитие. Предложено блокировать активные центры СПП, на которых закрепляются БАВ из почв, используя введение в СПП автолизата пивных дрожжей. Установлено, что такая модификация СПП приводит к резкому возрастанию эффективности применения гиббереллинов для стимулирующей предпосевной обработки семян. В результате стимуляция возрастает с 5–7 % до 25–34 %.

Ключевые слова: аллелотоксичность, стимуляция семян, предпосевная обработка семян, гуматы, бентониты, гиббереллины

Ссылка для цитирования: Федотов Г.Н., Шалаев В.С., Батырев Ю.П., Горепекин И.В. Аллелотоксичность почв и использование гиббереллинов для повышения эффективности обработки семян // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 45–50. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-45-50

Стимулирующая предпосевная обработка семян гиббереллинами известна давно [1, 2]. При этом наблюдаются небольшие эффекты, которые в большинстве случаев не воспроизводятся. Причины этого не были понятны.

Можно предположить, что небольшая величина эффектов и их невоспроизводимость обусловлены действием гиббереллинов на фоне угнетающего воздействия на семена поступающих в них из почв аллелотоксинов [3–20]. В результате в зависимости от угнетающего действия аллелотоксинов стимулирующее влияние гиббереллинов проявляется в различной степени.

Можно предположить, что защита семян от ингибирующего действия аллелотоксинов сама должна стимулировать развитие семян [21], а также обеспечивать значительное повышение эффективности использования гиббереллинов.

Известно, что глинистые минералы активно сорбируют аллелотоксины [3]. Также в литературе [22, 23] есть информация о том, что глино-гумусовые комплексы в сравнении с гумусовыми веществами (ГВ) и глинистыми минералами обладают по отношению к органическим веществам большей сорбционной способностью. Исходя из этого, для снижения влияния почвенных аллелотоксинов на семена было решено проводить их предпосевную обработку бентонито-гуматными смесями.

Цель работы

Цель работы — проверка перспективности использования сорбционных препаратов для сти-

муляции развития семян и оценка возможности повышения эффективности применения гиббереллинов для предпосевной обработки семян путем снижения поступления аллелотоксинов в семена.

Материалы и методы

В экспериментах использовали семена яровой пшеницы (*Triticum*) урожая 2018 г сортов «Лиза», «Злата», «Любава», «Эстер», «Агата» и «РИМА» через 1–1,5 месяца после уборки и через 2,5–3 (и более) месяцев.

Проращивали семена в субстратах изготовленных на основе сухого отмытого речного песка с размером частиц 0,5–0,8 мм и образцов дерново-подзолистой почвы из окрестностей поймы р. Яхромы влажностью 18,1 %.

Сравнение прорастания семян в почве и песке проводили при влажностях, при которых процессы развития семян в каждом из них протекают с максимальной скоростью [24]. Оптимальное количество воды, добавляемое для этого в песок составило 15 г, дерново-подзолистую почву — 9 г.

Для защитного действия семян от почвенных аллелотоксинов использовали гумат калия (натрия), произведенный ООО НВЦ «Агротехнологии» из бурого угля, и бентонит кальция по ОСТ 18–49–71. В качестве источника гиббереллина применяли препарат «Буто», произведенный ООО «ПСК Техноэкспорт», содержащий натриевые соли гиббереллиновых кислот в количестве 20 г/кг. Также в работе использовали автолизат пивных дрожжей (АПД), произведенный ООО «Биотех плюс».

Обработку семян проводили полусухим способом при расходе 20–40 литров растворов на тонну семян.

Для повышения воспроизводимости получаемых данных изучали изменение интегральной длины проростков 7,5 г семян (~200 шт.), которую определяли, используя экспресс-метод, основанный на существовании линейной зависимости между насыпным объемом проросших семян в воде и длиной их проростков [24].

Применяли шестикратную повторность с последующей статистической обработкой результатов. В связи с использованием в одном опыте 1000–1200 семян удавалось минимизировать ошибку, связанную с разнокачественностью семян [1] до 7 %.

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования было изучено влияние состава бентонито-гуматовых смесей на развитие семян пшеницы сорт «Лиза».

Из полученных данных видно, что при подборе концентраций бентонита и гумата при расходе суспензии препарата 20 л/т удается добиться высокой стимуляции прорастания семян и скорости развития их проростков. Оптимальной является концентрация 40 г/л бентонита и 10 г/л гумата, что обеспечивает 25 % стимуляцию (табл. 1, рис. 1). При увеличении расхода суспензии в 2 раза до 40 л/т стимуляция возрастает до 30 %. Обращает на себя внимание, что стимуляция достигается только при прорастании семян в почве. При проращивании семян, обработанных оптимальным составом (40–10) при расходе 40 л/т, в песке стимуляции не наблюдается. Это однозначно свидетельствует, что стимулирующий эффект сорбционных препаратов (СРП) связан с поглощением ими аллелотоксинов почв и снижением их ингибирующего эффекта.

Однако эффект стимуляции от использования СРП наблюдается только для сортов «Лиза» и «Злата» (+30 и +25 %). Для сорта «Агата» стимуляция практически отсутствует (+4 %), а для сортов «Любава», «Эстер» и «РИМА» наблюдается угнетение (минус 7 %, минус 14 % и минус 17 % соответственно).

Для того чтобы понять причины данного явления мы изучили поведение семян, не прошедших послеуборочное дозаривание. Почвы стимулировали развитие таких семян (табл. 2), но ингибировали развитие семян, прошедших послеуборочное дозаривание.

Вполне логичное объяснение этому состояло в том, что семенам, не прошедшим послеуборочного дозаривания, не хватало БАВ для их развития (они еще не образовались в семенах), и они получали их из почв. По-видимому, семенам,

Т а б л и ц а 1

Влияние на прорастание и развитие проростков семян яровой пшеницы сорт «Лиза» на дерново-подзолистой почве при их предпосевной обработке суспензиями кальциевого бентонита с гуматом

Influence on the germination and development of spring wheat seeds seedlings of the variety «Lisa» on sod-podzolic soil during their pre-sowing treatment with suspensions of calcium bentonite with humate

Концентрация бентонита кальция, г/л	Концентрация гумата калия, г/л	Расход суспензии, л/т	Эффект, %
5–40	0	20	+4...+7
20	10	20	+15
20	20	20	+15
40	10	20	+25
40	20	20	+14
40	40	20	+5
20	5	20	+8
40	5	20	+16
40	15	20	+16
60	20	20	–3
60	10	20	–3
40	10	30	+27
40	10	40	+30

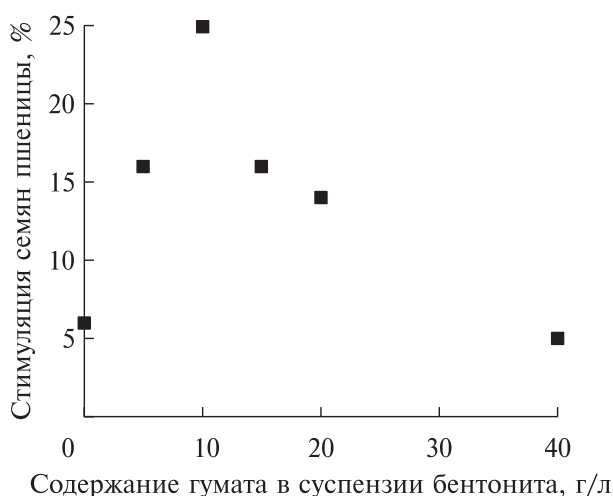


Рис. 1. Влияние содержания гуминового препарата в суспензии кальциевого бентонита с концентрацией 40 г/л на стимуляцию прорастания семян яровой пшеницы сорт «Лиза» и на развитие их проростков

Fig. 1. The effect of the humic preparation content in a suspension of calcium bentonite with a concentration of 40 g/l on the stimulation of germination of spring wheat seeds variety «Lisa» and on the development of their seedlings

которые СРП угнетали, тоже не хватало для их полноценного развития собственных БАВ, и они использовали БАВ из почв.

Т а б л и ц а 2

Влияние дерново-подзолистой почвы на прорастание и развитие семян пшеницы по сравнению с их развитием в песке, выраженное в процентах стимуляции (+) или ингибирования (-)

The effect of sod-podzolic soil on the germination and development of wheat seeds compared with their development in sand, expressed as a percentage of stimulation (+) or inhibition (-)

Сорта яровой пшеницы	Время, прошедшее после сбора урожая, месяцев	
	1...1,5	2,5...3
Злата	+17	-42
Рима	+36	-36
Эстер	+273	-65
Агата	-25	-52
Лиза	-12	-49
Любава	+2	-34

Таким образом, из почв в семена поступают не только аллелотоксины, но и БАВ, которые могут стимулировать их развитие.

Поскольку глинистые минералы обладают большим набором активных центров с разными характеристиками [25], можно ожидать, что сорбция на них ГВ только увеличивает их количество и способность глино-гумусовых комплексов сорбировать органические вещества. Как следствие, применение СРП может блокировать не только поступление в семена аллелотоксинов из почв, но и БАВ.

Проведенные эксперименты свидетельствуют, что сорта яровой пшеницы при предпосевной обработке СРП разбиваются на 2 группы. К первой группе можно отнести семена, замедление поступления в которые БАВ из почвы не оказывает значимого влияния на их развитие. Семена второй группы замедляют свое развитие при непоступлении в них БАВ из почв.

Для предотвращения сорбции БАВ глино-гумусовыми комплексами было необходимо заполнить активные центры сорбента, на которых закрепляются молекулы БАВ из почв. Для этого использовали АПД, который содержит широкий спектр БАВ — витамины, пептиды, аминокислоты, липиды и т.д. В результате эффективность применения препаратов, включающих в свой состав бентонит кальция, гумат калия и АПД повысилась, предпосевная обработка ими семян сорт «Любава» перестала угнетать их прорастание и дальнейший рост проростков, а стала стимулировать (рис. 2). Как следствие, удалось получить препарат, снижающий негативное действие на семена аллелотоксинов и в минимальной степени поглощающий БАВ из почв, необходимые для развития семян.

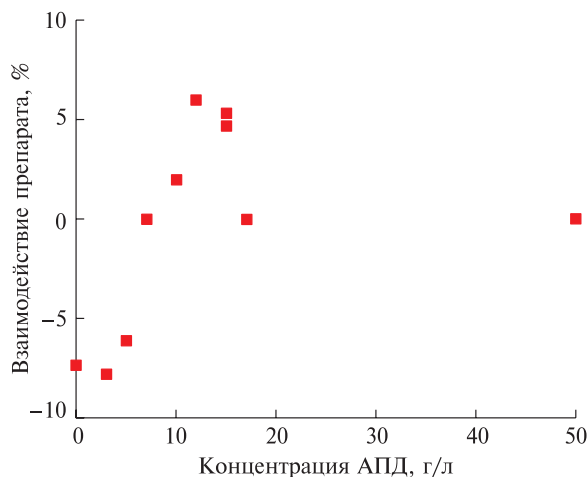


Рис. 2. Влияние содержания АПД в суспензии бентонита кальция (40 г/л) с гуминовым препаратом (10 г/л) на прорастание семян яровой пшеницы сорт «Любава» и на развитие их проростков

Fig. 2. The effect of APD in a suspension of calcium bentonite (40 g/l) with a humic preparation (10 g/l) on the germination of spring wheat seeds of the Lyubava variety and on the development of their seedlings

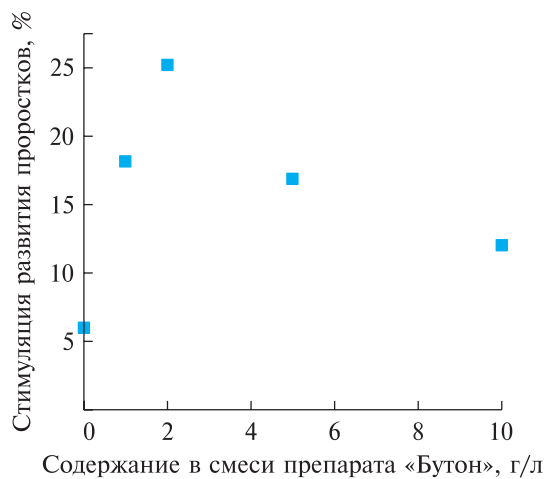


Рис. 3. Влияние содержания препарата «Бутон» в суспензии бентонита кальция (40 г/л) с гуминовым препаратом (10 г/л) и АПД (12 г/л) на прорастание семян яровой пшеницы сорт «Любава» и на развитие их проростков

Fig. 3. The effect of the content of the «Bud» preparation in a suspension of calcium bentonite (40 g/l) with a humic preparation (10 g/l) and APD (12 g/l) on the germination of spring wheat seeds of the Lyubava variety and on the development of their seedlings

Введение в данный препарат гиббереллинов привело к заметному усилению стимуляции семян гиббереллинами с 5...7 %, наблюдаемых для растворов чистого гиббереллина, до 25% (рис. 3). На пшенице сорт «Лиза» стимулирующий эффект препарата оказался еще выше и составил около 34 %.

Выводы

1. Применение СРП на основе бентонит-гуматовых смесей для стимулирующей обработки семян эффективно не для всех сортов пшеницы. Для некоторых сортов СРП вызывает угнетение развития семян, которое, по-видимому, связано с ограничением поступления из почв в семена БАВ, необходимых для их развития.

2. Введение АПД в СРП позволяет заполнить активные центры сорбента, на которых могут закрепляться БАВ из почв, что снимает угнетение с развития семян при использовании СРП.

3. Введение гиббереллина в СРП с АПД приводит к резкому повышению эффективности его использования с 5...7 % до 25...34 %.

Список литературы

- [1] Сечняк Л.К., Киндрук Н.А., Слюсаренко О.К., Иващенко В.Г., Кузнецов Е.Д. Экология семян пшеницы. М.: Колос, 1983. 349 с.
- [2] Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука, 1985. 506 с.
- [3] Гродзинский А.М., Богдан Г.П., Головкин Э.А., Дзюбенко Н.Н., Мороз П.А., Прутенская Н.И. Аллелопатическое почвоутомление. Киев: Наукова думка, 1979. 248 с.
- [4] Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление. Избранные труды. Киев: Наукова думка, 1991. 432 с.
- [5] Зинченко М.К., Селицкая О.В. Биологическая токсичность серой лесной почвы в зависимости от систем удобрений // *Агрехимический вестник*, 2011. № 5. С. 38–40.
- [6] Коношина С.Н. Влияние различных способов использования почвы на ее аллелопатическую активность: дис. ... канд. с.-х. наук. Орел, 2000. 145 с.
- [7] Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М.: АН СССР, 1958. 464 с.
- [8] Лобков В.Т. Экологические основы почвоутомления в полевых агроценозах центрально-черноземной полосы России: автореф. дис. д-ра с.-х. наук. Курск, 1994. 32 с.
- [9] Лобков В.Т. Использование почвенно-биологического фактора в земледелии. Орел: ОГАУ, 2017. 166 с.
- [10] Млечко Е.А., Мотренко А.В. Аллелопатическое действие водного экстракта шалфея эфиопского (*Salvia Aethiopsis* L.) на прорастание семян тест-растений // *Вестник ВолГУ*, 2015. Сер. 9. Вып. 13. С. 10–14.
- [11] Симагина Н.О. Аллелопатический потенциал древесных растений // *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского Серия «Биология, химия»*, 2013. Т. 26 (65). № 1. С. 186–193.
- [12] Allelopathy. A Physiological Process with Ecological Implications. Eds. M.J. Reigosa, N. Pedrol, L. Gonzalez. Netherlands: Springer, 2006, 637 p.
- [13] Blum U. Allelopathy: A Soil System Perspective // *Allelopathy. A Physiological Process with Ecological Implications*. Eds. M.J. Reigosa, N. Pedrol, L. Gonzalez. Netherlands: Springer, 2006, pp. 299–340.
- [14] Cheng F., Cheng Z. Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy // *Frontiers in Plant Science*, 2015, v. 6, article 1020.
- [15] Ghulam J., Shaikat M., Arshad N.C., Imran H., Muhammad A. Allelochemicals: sources, toxicity and microbial transformation in soil — a review // *Annals of Microbiology*, 2008, no. 58 (3), pp. 351–357.
- [16] Li Y.P., Feng Y.L., Chen Y.J., Tian Y.H. Soil microbes alleviate allelopathy of invasive plants // *Sci. Bull.*, 2015, v. 60(12), pp. 1083–1091.
- [17] McCalla T.M., Haskins F.A. Phytotoxic Substances from Soil Microorganisms and Crop Residues // *Bacteriological Reviews*, 1964, v.28, no. 2, pp. 181–207.
- [18] Norouzi Y., Mohammadi G.R. and Nosrati I. Soil factors affecting the allelopathic activities of some plant species // *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 2015, no. 5(8), pp. 285–290.
- [19] Rice E.L. Allelopathy. New York, London: Academic Press, 1984. 422 p.
- [20] Vokou D., Chalkos D. and Karamanolis K. Microorganisms and Allelopathy: A One-Sided Approach // *Allelopathy. A Physiological Process with Ecological Implications*. Eds. M.J. Reigosa, N. Pedrol, L. Gonzalez. Netherlands: Springer, 2006, pp. 341–371.
- [21] Шоба С.А., Салимгареева О.А., Горепекин И.В., Федотов Г.Н., Степанов А.Л. Закрепление аллелотоксинов почв гуминовыми веществами как основа стимуляции прорастания семян // *Доклады академии наук*, 2019. Т. 487. № 3. С. 108–111.
- [22] Куликова Н.А. Связывающая способность и детоксицирующие свойства гумусовых кислот по отношению к атразину: дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1999. 171 с.
- [23] Li H., Sheng G., Teppen B.J., Johnston C.T., Boyd S.A. Sorption and Desorption of Pesticides by Clay Minerals and Humic Acid-Clay Complexes // *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 2003, v. 67, pp. 122–131.
- [24] Федотов Г.Н., Шоба С.А., Федотова М.Ф., Горепекин И.В. Влияние аллелотоксичности почв на прорастание семян зерновых культур // *Почвоведение*, 2019. № 4. С. 489–496.
- [25] Шинкарев А.А., Гиниятуллин К.Г., Мельников Л.В. Органические компоненты глино-металло-органического комплекса почв лесостепи (теоретические и экспериментальные аспекты изучения). Казань: КГУ, 2007. 248 с.

Сведения об авторах

Федотов Геннадий Николаевич — вед. науч. сотр., д-р биол. наук, факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, gennadiy.fedotov@gmail.com

Шалаев Валентин Сергеевич — гл. науч. сотр., д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), shalaev@mgul.ac.ru

Батырев Юрий Павлович — доцент, канд. техн. наук, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), batyrev@mgul.ac.ru

Горепекин Иван Владимирович — студент факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, gennadiy.fedotov@gmail.com

Поступила в редакцию 28.08.2019.

Принята к публикации 10.11.2019.

SOIL ALLELOTOXICITY AND USE GIBBERELLINS TO INCREASE EFFICIENCY OF SEED PRESOWING TREATMENT

G.N. Fedotov¹, V.S. Shalaev², Yu.P. Batyrev², I.V. Gorepekin¹

¹M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, GSP-1, 1, p. 12, Leninskie Gory, 119991, Moscow, Russia

²BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

gennadiy.fedotov@gmail.com

The influence of pre-sowing treatment of spring wheat seeds with sorption preparations based on bentonite-humate mixtures on their germination in soils and the development of seedlings was studied. It was found that the impact of sorption preparations divides the seeds into two groups. Some of them such treatment significantly stimulates (25–30 %), and others depresses. It is shown that the inhibition may be associated with the absorption of sorption preparations biologically active substances coming from the soil into the seeds and accelerating their development. It is proposed to block the active centers of sorption preparations, which are fixed active substances from the soil, using the introduction of sorption preparations autolysate of brewer's yeast. It is established that such modification of sorption preparations leads to a sharp increase in the effectiveness of gibberellins for stimulating pre-sowing treatment of seeds. As a result, stimulation increases from 5–7 % to 25–34 %.

Keywords: Allelotoxicity, stimulation of seeds, pre-sowing seed treatment, humate, bentonites, gibberellins

Suggested citation: Fedotov G.N., Shalaev V.S., Batyrev Yu.P., Gorepekin I.V. *Allelotoksichnost' pochvy i ispol'zovanie gibberellinov dlya povysheniya effektivnosti obrabotki semyan* [Soil allelotoxicity and use gibberellins to increase efficiency of seed presowing treatment] // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 45–50. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-45-50

References

- [1] Sechnyak L.K., Kindruk N.A., Slyusarenko O.K., Ivashchenko V.G., Kuznetsov E.D. *Ekologiya semyan pshenitsy* [Ecology of wheat seeds]. Moscow: Kolos, 1983, 349 p.
- [2] Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. *Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchikhsya semyan* [Handbook of resting seed germination]. Leningrad: Nauka, 1985, 506 p.
- [3] Grodzinskiy A.M., Bogdan G.P., Golovko E.A., Dzyubenko N.N., Moroz P.A., Prutenskaya N.I. *Allelopaticeskoe pochvoutomlenie* [Allelopathic soil fatigue]. Kiev: Naukova dumka, 1979, 248 p.
- [4] Grodzinskiy A.M. *Allelopatiya rasteniy i pochvoutomlenie. Izbrannye trudy* [Plant allelopathy and soil fatigue]. Kiev: Naukova dumka, 1991, 432 p.
- [5] Zinchenko M.K., Selitskaya O.V. *Biologicheskaya toksichnost' seroy lesnoy pochvy v zavisimosti ot sistem udobreniy* [The biological toxicity of grey forest soil depending on the fertilizers system]. *Agrohimicheskiy vestnik*. 2011, no. 5, pp. 38–40.
- [6] Konoshina S.N. *Vliyaniye razlichnykh sposobov ispol'zovaniya pochvy na ee allelopaticeskuyu aktivnost': dis. ... kand. s.-kh. nauk* [Influence of different methods soil use on its allelopathic activity]. Dis. Cand. Sci. (Agric.). Orel: OGAU, 2000, 145 p.
- [7] Krasil'nikov N.A. *Mikroorganizmy pochvy i vysshie rasteniya* [Soil microorganisms and higher plants]. Moscow: AN SSSR, 1958, 464 p.
- [8] Lobkov V.T. *Ekologicheskie osnovy pochvoutomleniya v polevykh agrotsenozakh tsentral'no-chernozemnoy polosy Rossii: avtoref. diss. d-ra s.-kh. nauk* [Ecological bases soil fatigue in field agrocenoses in the Central black earth strip of Russia]. Avtoref. Diss. Dr. Dci. (Agric.). Kursk, 1994, 32 p.
- [9] Lobkov V.T. *Ispol'zovanie pochvenno-biologicheskogo faktora v zemledelii* [The use of soil and biological factors in agriculture]. Orel: OGAU, 2017, 166 p.
- [10] Mlechko E.A., Motrenko A.V. *Allelopaticeskoe deystvie vodnogo ekstrakta shalfeya efiopskogo (Salvia Aethiopsis L.) na prorstanie semyan test-rasteniy* [Allelopathic effect of aqueous extract of Ethiopian sage (Salvia Aethiopsis L.) on seeds germination of test plants]. *Vestnik VolGU*, 2015, Ser. 9, v. 13, pp. 10–14.
- [11] Simagina N.O. *Allelopaticeskiy potentsial drevesnykh rasteniy* [Allelopathic potential of woody plants]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Ser. Biologiya, khimiya*, 2013, t. 26(65), no. 1, pp. 186–193.
- [12] Allelopathy. A Physiological Process with Ecological Implications. Eds. M.J. Reigosa, N. Pedrol, L. Gonzalez. Netherlands: Springer, 2006, 637 p.
- [13] Blum U. Allelopathy: A Soil System Perspective. *Allelopathy. A Physiological Process with Ecological Implications*. Eds. M.J. Reigosa, N. Pedrol, L. Gonzalez. Netherlands: Springer, 2006, pp. 299–340.
- [14] Cheng F., Cheng Z. Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, 2015, v. 6, article 1020.
- [15] Ghulam J., Shaikat M., Arshad N.C., Imran H., Muhammad A. Allelochemicals: sources, toxicity and microbial transformation in soil — a review. *Annals of Microbiology*, 2008, no. 58 (3), pp. 351–357.
- [16] Li Y.P., Feng Y.L., Chen Y.J., Tian Y.H. Soil microbes alleviate allelopathy of invasive plants. *Sci. Bull.*, 2015, v. 60(12), pp. 1083–1091.
- [17] McCalla T.M., Haskins F.A. Phytotoxic Substances from Soil Microorganisms and Crop Residues. *Bacteriological Reviews*, 1964, v.28, no. 2, pp. 181–207.
- [18] Norouzi Y., Mohammadi G.R. and Nosratti I. Soil factors affecting the allelopathic activities of some plant species. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 2015, no. 5(8), pp. 285–290.
- [19] Rice E.L. *Allelopathy*. New York, London: Academic Press, 1984. 422 p.

- [20] Vokou D., Chalkos D. and Karamanoli K. Microorganisms and Allelopathy: A One-Sided Approach. Allelopathy. A Physiological Process with Ecological Implications. Eds. M.J. Reigosa, N. Pedrol, L. Gonzalez. Netherlands: Springer, 2006, pp. 341–371.
- [21] Shoba S.A., Salimgareeva O.A., Gorepekin I.V., Fedotov G.N., Stepanov A.L. *Zakreplenie allelotoksinov pochv guminovymi veshchestvami kak osnova stimulyatsii prorastaniya semyan* [Fixation of soil allelotoxins with humic substances as a basis for seed germination stimulation]. *Doklady akademii nauk*, 2019, t. 487, no. 3, pp. 108–111.
- [22] Kulikova N.A. *Svyazyvayushchaya sposobnost' i detoksiiruyushchie svoystva gumusovykh kislot po otnosheniyu k atrazinu: dis. ... kand. biol. nauk* [Binding capacity and detoxifying properties of humic acids in relation to atrazine]. Diss. Cand. Sci. (Biol.). Moscow: MSU, 1999, 171 p.
- [23] Li H., Sheng G., Teppen B.J., Johnston C.T., Boyd S.A. Sorption and Desorption of Pesticides by Clay Minerals and Humic Acid-Clay Complexes. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 2003, v. 67, pp. 122–131.
- [24] Fedotov G.N., Shoba S.A., Fedotova M.F., Gorepekin I.V. *Vliyaniye allelotoksichnosti pochv na prorastaniye semyan zernovykh kul'tur* [Allelochemical the influence of soils on germination of seeds of grain crops]. *Pochvovedeniye* [Eurasian Soil Science], 2019, no. 4, pp. 489–496.
- [25] Shinkarev A.A., Giniyatullin K.G., Mel'nikov L.V. *Organicheskie komponenty glino-metallo-organicheskogo kompleksa pochv lesostepi* [Organic components of clay-metal-organic complex of forest-steppe soils]. Kazan': KGU, 2007, 248 p.

Authors' information

Fedotov Gennadiy Nikolaevich — Senior Researcher, Dr. Sci. (Biol.), Lomonosov Moscow State University, gennadiy.fedotov@gmail.com

Shalaev Valentin Sergeevich — Dr. Sci. (Tech.) Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), shalaev@mgul.ac.ru

Batyrev Yuriy Pavlovich — Cand. Sci. (Tech.) Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), batyrev@mgul.ac.ru

Gorepyokin Ivan Vladimirovich — Student of the Lomonosov Moscow State University, gennadiy.fedotov@gmail.com

Received 28.08.2019.

Accepted for publication 10.11.2019.

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ РОССИИ

О.В. Халикова, Р.Р. Исяньюлова

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34

kaletina45@mail.ru

Рассматривается вопрос деградации растительного и почвенного покровов лесов. Были проведены исследования лесных территорий Черноморского побережья России. Выявлено, что состояние растительного и почвенного покровов в лесах имеют разную степень рекреационной нагрузки, но при этом присутствуют общие признаки деградации ландшафтов. Комфортные и разнообразные природные условия лесов Черноморского побережья России уже давно используются в рекреационных целях. Рекреация оказывает существенное влияние на все компоненты фитоценозов. Как следствие, такое воздействие на природу создает необходимость изучения влияния рекреации на почвенный покров разных лесных территорий Черноморского побережья России. Особую рекреационную нагрузку на почвенный покров испытывают леса северо-западного Кавказа, на нем сосредоточены основные туристические маршруты. В ходе исследования даны оценки последствиям многолетнего рекреационного воздействия на лесные экосистемы Северо-Западного Кавказа, в котором сосредоточены основные туристические маршруты. Определено состояние почвенного покрова лесных территорий и уровень его рекреационной дигрессии. Сформулированы последствия многолетней рекреации, был определен характер и степень воздействия антропогенного фактора на почвенные покровы и на динамику почвенной влаги в лесах Черноморского побережья России.

Ключевые слова: деградация почв, Черноморское побережье России, рекреационная нагрузка, почвенный покров, критерии чувствительности почв, рекреационное природопользование, рекреационная дигрессия

Ссылка для цитирования: Халикова О.В., Исяньюлова Р.Р. Влияние рекреации на состояние почвенного покрова Черноморского побережья России // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 51–59. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-51-59

Черноморское побережье России (далее — ЧПР) отличается выраженной рекреационной дигрессией, в основном в лесных биоценозах, под влиянием интенсивного рекреационного использования населением [1]. Регулярное ежедневное использование территорий в рекреационных целях обуславливает прогрессирующие изменения в биологических системах, которые разрушают природную среду, главным образом механически, т. е. происходит вытаптывание почвенного покрова и, как следствие, почвы уплотняются.

Цель работы

Цель работы — оценка влияния рекреации на состояние почвенного покрова Черноморского побережья России и определение уровня рекреационной дигрессии на основании определения многолетней рекреации, характера и степени воздействия антропогенного фактора на почвенные покровы и динамику почвенной влаги.

Материалы и методы

Для рационального рекреационного использования лесных территорий необходимо учитывать устойчивость природно-территориальных комплексов. Во время исследования в целях определения стадий рекреационной дигрессии

лесных ландшафтов были использованы различные шкалы, в которых главными признаками являются качественные и количественные показатели различных компонентов лесных массивов [2]. На момент исследования были использованы карты территорий лесничеств ЧПР, топографические карты, планы лесонасаждений и количественные параметры состояния насаждений. Изучены таксационные характеристики древостоев. Методы выбирались с учетом поставленных задач. Для учета посещаемости была использована третья методика В.С. Моисеева (1990), для расчета посещаемости применялась формула Н.С. Казанской (1973). В исследовании использованы методики А.П. Добрынина и В.И. Преловского (1992).

Актуальность. Лесные территории ЧПР испытывают очень высокую ежегодную антропогенную нагрузку. Наряду с вытаптыванием почв бесконтрольно используются древесные растения для розжига костров, окружающая среда загрязняется бытовыми отходами [3]. Уничтожение древесных насаждений в лесах ЧПР приводит к эрозии почв. Антропогенный фактор воздействия на почвы приводит к снижению содержания в ней гумуса (*humus*) почти в 2–3 раза, а также и других органических веществ.

Характеристика объектов исследования

Местоположение лесов ЧПР и горный рельеф являются ключевыми факторами их биологического разнообразия и уникальности. Высотные отметки постепенно увеличиваются с севера побережья к югу. Например, леса, расположенные на территориях таких исследуемых лесничеств как Новороссийское, Геленджикское, Михайловское, Джубгское располагаются на высоте не более 700 м н. у. м., а леса таких исследуемых лесничеств как Туапсинское, Нижне-Сочинское и Верхне-Сочинское простираются уже на высоте более 1500 м н. у. м.

На исследуемых пробных площадях для оценки критериев чувствительности растительных компонентов лесов ЧПР в условиях горного рельефа на станциях были определены крутизна склонов и их экспозиция, от которых зависит растительность [4].

Леса и природные комплексы Новороссийского и Геленджикского лесничества расположены на склоне северной экспозиции и тянутся вниз по склону с высоты 700–800 м. н. у. м. Крутизна значительная — более 30°.

ПП-1 — формация бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky). Верхняя часть склона, северная экспозиция, крутизна склона 24–30°. Высота 700 м н. у. м. Рельеф горный, почвы среднемощные бурые горнолесные.

ПП-2 — дубово-буковая формация дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd) и бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky). Высота 500 м. н. у. м. Почвы бурые сменяются перегнойно-карбонатными. Экспозиция северная, крутизна склона 25°.

ПП-3 — формация липы кавказской (*Tilia caucasica* Rupr.). Высота 400–450 м. Склон северной экспозиции, его крутизна 17–25°. Почвы перегнойно-карбонатные.

ПП-4 — буково-дубовая формация с примесью в составе ясеня высокого (*Fraxinus excelsior* L). Экспозиция склона — северная, крутизна 1–2°. Высота 400–450 м н. у. м. Почвы перегнойно-карбонатные.

ПП-5 — ясенево-дубовая формация с примесью липы кавказской (*Tilia caucasica* Rupr.) и дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd, nom. cons.). Высота 350 м н. у. м. Крутизна склона 20–25°. Почвы перегнойно-карбонатные.

ПП-6 — формация сосны крючковой (*Pinus uncinata* Ramond ex DC.). Высота 300 м н. у. м. Почвы перегнойно-карбонатные.

ПП-7 — формация бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky). Экспозиция северо-восточная. Почвы бурые горнолесные. Крутизна склона 15–20°. Высота 300 м н. у. м.

ПП-8 — дубово-буково-грабовая формация дуба скального (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Крутизна склона 15–20°. Почвы бурые горнолесные. Высота 350 м н. у. м.

ПП-9 — формация дубово-буково-сосновая сосны крючковой (*Pinus uncinata* Ramond ex DC.). Рельеф выровненный, с незначительным уклоном в 3–4° северо-западной экспозиции. Почвы бурые горнолесные мощные. Высота 300 м н. у. м.

Леса и природные комплексы Михайловского лесничества (нижняя часть склона северо-восточной экспозиции, крутизна 17–20°, почвы средне-мощные бурые горнолесные):

ПП-1 — формация бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky). Северо-западная экспозиция. Высота 300–400 м н. у. м. Крутизна 17°. Почвы переходные от перегнойно-карбонатных к бурым горнолесным.

ПП-2 — формация бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky). Высота 410 м н. у. м. Склон северной экспозиции, крутизна 12–17°. Почвы бурые горнолесные.

ПП-3 — формация бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky). Высота 450 м н. у. м. Экспозиция западная, крутизна склона 17–20°. Почвы перегнойно-карбонатные.

Леса и природные комплексы Джубгского лесничества:

ПП-1 — формация дуба скального (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Высота 530 м н. у. м. Почвы бурые горнолесные. Экспозиция юго-западная. Крутизна склона 23°.

ПП-2 — формация бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky). Высота 530 м н. у. м. Экспозиция — северо-восточная. Крутизна склона 25°.

Леса и природные комплексы Абинского и Афицкого лесничеств:

ПП-1 — формация можжевельника высокого (*Juniperus excelsa* M. Vieb.). Юго-западная экспозиция. Крутизна склона 25–30°. Почвы перегнойно-карбонатные (коричневые). Высота 600 м н. у. м.

ПП-2 — формация дуба скального (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). Высота 600 м н. у. м. Склон западной экспозиции, крутизна 15–20°. Почвы бурые горнолесные.

ПП-3 — формация сосны крючковой (*Pinus uncinata* Ramond ex DC.). Склон северо-западной экспозиции крутизной 25°. Почвы бурые горнолесные.

Критерии чувствительности растительных компонентов леса

Почвенный покров лесных территорий ЧПР

В условиях горного рельефа значение почвенного покрова определяется по двум критериям: потенциальной продуктивности и устойчивости к водной и ветровой эрозии. Для диагностики

потенциальной продуктивности оценивается бонитет почв [5]. Однако наиболее важными факторами остаются степень лесистости территории с тем или иным типом почвы и продуктивность произрастающих в лесах ЧПР древесно-кустарниковых насаждений. Чем больше насаждений, тем лучше выполняются почвозащитная и водорегулирующая функции природно-территориального комплекса.

В системе критериев чувствительности лесных почв в качестве главных видов антропогенных факторов нагрузки на почву приняты сплошные рубки, нарушение почвенного покрова и строительство дорог. Главный признак повреждения почв в лесах ЧПР — водные эрозионные процессы вследствие антропогенного воздействия [6], определяемые по генетическому типу почв и интенсивности почвообразовательного процесса.

В целях определения чувствительности исследованы почвы рекреационных лесов Геленджикского лесничества (г. Геленджик): дерново-карбонатные, бурые горно-лесные, горно-луговые и аллювиальные [7]. В зависимости от разных видов эрозии почв — плоскостной, склоновой или технической — отмечается различная степень их повреждения.

По устойчивости к эрозионным процессам почвы распределяются следующим образом [8]:

- высокочувствительные — 3 балла (все типы почв и аллювиальные почвы);
- среднечувствительные — 2 балла (перегонно-карбонатные, горно-луговые и бурые горно-лесные);
- наиболее устойчивые (с низкой степенью чувствительности) — 1 балл (дерново-карбонатные почвы).

Растительный покров лесных территорий ЧПР

Чувствительность растительного покрова в рекреационных лесах ЧПР определяется по его устойчивости к антропогенным и рекреационным воздействиям. С учетом биологического разнообразия лесорастительных формаций, наличия видов-эндемиков, редких и исчезающих видов, способности к самовосстановлению после рубок и способности сохранять экологическую среду независимо от степени антропогенных и рекреационных нагрузок. В ранних работах автора [9] были исследованы такие данные как характеристика живого напочвенного покрова Черноморского побережья России, который влияет на возобновление леса, было проведено сравнение порослевого и семенного возобновления леса и изучены факторы, которые способствуют и препятствуют возобновлению лесов ЧПР в связи с рекреацией.

Виды чувствительности растительного покрова природно-территориальных комплексов по категориям классифицируются следующим образом [10]:

- высокочувствительные — 3 балла;
- среднечувствительные — 2 балла;
- низкочувствительные — 1 балл.

Влияние рекреации на повреждение поверхности почвенного покрова лесных территорий ЧПР

Для того чтобы определить степень повреждения поверхности почвенного покрова лесных территорий ЧПР, в течение 2018 г. в разные месяцы проводился учет посещаемости на рекреационных пробных площадях в Геленджикском лесничестве (Пшадское участковое лесничество) (рис. 1, 2). Было выявлено, что степень повреждения поверхности почвенного покрова с каждым месяцем, приближаясь к «пику» сезона, увеличивалась. Также в рекреационных лесах таких лесничеств как Михайловское, Туапсинское, Джубгское и Крымское поток туристов тоже был большой и, как следствие, нагрузка на почву из-за рекреации в данных лесах также была высокой [11].

Учет посещаемости, произведенный летом 2018 г., выполнялся по третьей методике В.С. Моисеева (1990), согласно которой был произведен учет в течение нескольких недель. Для этого были заложены 6 пробных площадей (три пробных площади в формации сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) с разной степенью рекреации и три пробных площади в формации дуба скального (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) также с разной степенью рекреации). Подсчет определялся числом человек вошедших, вышедших и оставшихся на данной единице площади за последний час (чел./час/га).

Расчет производился по формуле Н.С. Казанской (1973 г.):

$$P = n_1 + in_2 / tS,$$

где P — посещаемость, чел. час/га;

n_1 — число отдыхающих, прошедших вне троп, чел;

n_2 — число отдыхающих, прошедшим по тропам, чел;

i — доля тропиной сети, га;

S — площадь участка, га;

t — время наблюдения, час.

Учет туристической посещаемости показывает, что рекреационная нагрузка существенно увеличивается на некоторых пробных площадях, незначительно — на площади со средней рекреационной нагрузкой.

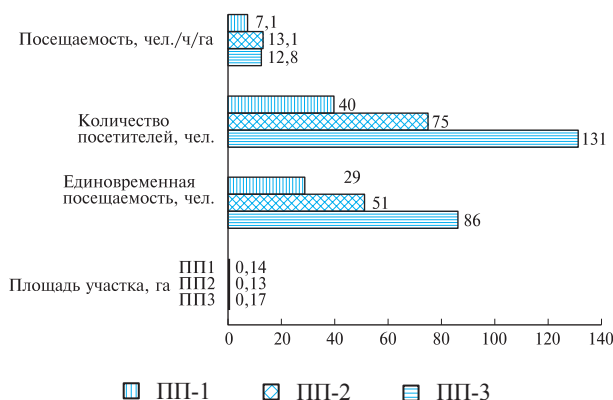


Рис. 1. Учет туристической посещаемости на пробных площадях на территории распространения формации дуба скального (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) в Пшадском участковом лесничестве (г. Геленджик) (чел./час/га)

Fig. 1. Attendance data at test plots in the territory of the sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in the Pshad forest district (Gelendzhik) (person/hour/ha)

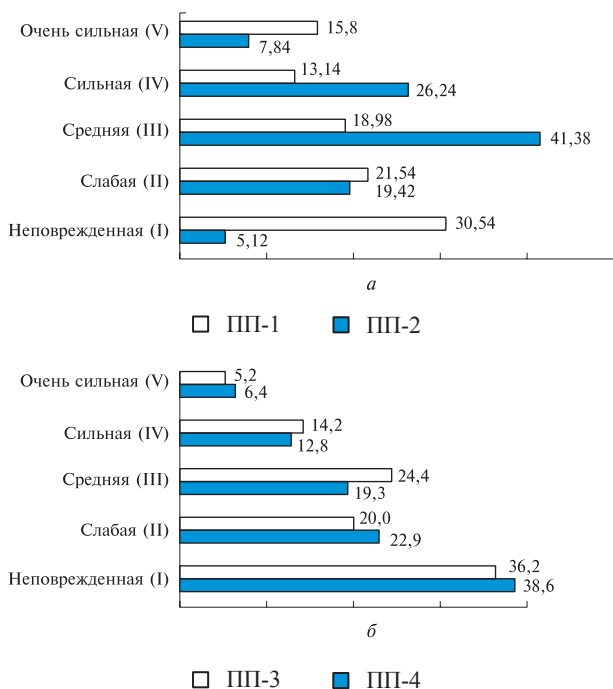


Рис. 3. Влияние рекреации на степень повреждения почвенного покрова на примере распространения формаций сосны пицундской *Pinus brutia* var. *Pityusa* Steven Silba (а) и дуба скального *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. (б) в Пшадском участковом лесничестве (г. Геленджик), %: ПП — пробные площадки; 1–4 — номера пробных площадей

Fig. 3. The effect of recreation damage degree on the soil cover by the example of the distribution of pine formations of Pitsunda *Pinus brutia* var. *Pityusa* Steven Silba (a) and rock oak *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. (b) in the Pshad forest district (Gelendzhik), %: ПП — trial plots; 1–4 — numbers of trial plots

Анализ туристической посещаемости рекреационных лесов Нижне-Сочинского, Верхне-Сочинского и Дагомысского лесничеств по

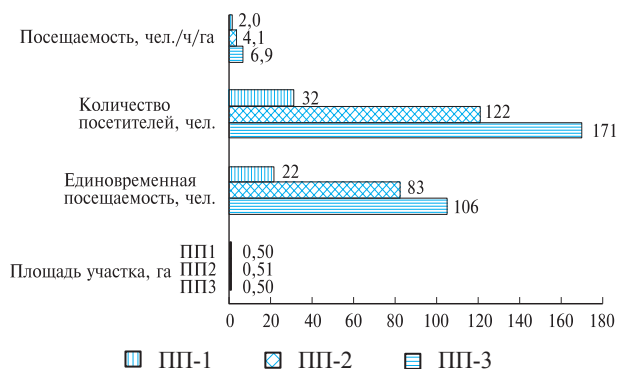


Рис. 2. Учет туристической посещаемости на пробных площадях на территории распространения формации сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *Pityusa* (Steven) Silba) в Пшадском участковом лесничестве (г. Геленджик) (чел./час/га)

Fig. 2. Tourist attendance data at trial plots in the territory of the Pitsunda pine formation (*Pinus brutia* var. *Pityusa* (Steven) Silba) in the Pshad forest district (Gelendzhik) (person/hour/ha)

сравнению, например, с Геленджикским показывает, что рекреационная нагрузка в первом случае намного выше, так как природные достопримечательности на территориях Большого Сочи вызывают больший интерес у туристов, нежели природные комплексы на территориях ЧПР, расположенных севернее (Геленджикское, Новороссийское лесничество). Данные наблюдений позволяют предположить стабильность рекреационных нагрузок на почву лесных территорий Большого Сочи, но для определения точной связи между степенью деградации почв и величиной рекреационной нагрузки этих данных недостаточно [12].

Для определения *стадий рекреационной дигрессии* в условиях горного рельефа приемлемы трехстадийные шкалы (А.П. Добрынин, В.И. Преловский (1992), т. к. эти шкалы просты в использовании, очень объективно отражают состояние насаждений, помогают безошибочно определить стадию дигрессии разных участков леса ЧПР. В работе данные методики наиболее приемлемы в связи с тем, что они разрабатывались на территориях лесов Приморья и изучали влияние рекреационных нагрузок на биогеоценозы лесов ЧПР. Отличительная особенность применяемой шкалы в том, что она более полно характеризует влияние рекреации и позволяет более точно определить стадию дигрессии.

Стадии рекреационной дигрессии

К первой стадии рекреационной дигрессии относят лесные участки ЧПР с минимальной нагрузкой (лесные территории Новороссийского и Михайловского лесничества). Они характеризуются не сильно нарушенным травяным покровом, хорошим состоянием подлеска и подроста, при

этом следы рекреационной нагрузки выражены слабо, т. е. почвенный покров слабо нарушен [13].

Ко второй стадии рекреационной дигрессии относят лесные участки ЧПР со средней рекреационной нагрузкой (Крымское, Нижне-Сочинское, Верхне-Сочинское, Геленджикское, Дагомыское и Джубгское лесничество). Они характеризуются начальной степенью вытаптывания лесной подстилки, наличием сформированных тропинок, обнаженным минеральным слоем почвы. В подлеске и подросте встречаются поврежденные и усыхающие растения. Можно также наблюдать под пологом деревьев преобладание сорных растений.

К третьей (предельной) стадии рекреационной дигрессии относят лесные участки ЧПР с максимальной нагрузкой на почву (природный заказник Большой Утриш, г. Анапа). Они характеризуются выбитыми участками почвы, наличием дорожно-тропиночной сети, которая составляет более 20 % общей площади всего объекта исследования. Лесная подстилка здесь вытоптана или отсутствует. Под полог деревьев, имеющих большое количество механических повреждений, внедрились сорняки. Есть следы загрязнения антропогенными продуктами жизнедеятельности [14].

Возрастание степени рекреационной дигрессии под влиянием рекреационных нагрузок четко выражено в самой почве, напочвенном и травяном покрове и др. [15].

Примером возрастающей степени дигрессии являются диаграммы, на которых показано как рекреация влияет на состояние поверхности почвенного покрова. Результаты оценки повреждения поверхности почвенного покрова представлены в процентах (рис. 3).

Наблюдается увеличенная степень повреждения поверхности почвенного покрова. Некоторое увеличение наблюдается на пробной площади № 3.

Влияние антропогенных факторов на динамику почвенной влаги в рекреационных лесах ЧПР

По динамике почвенной влаги на лесных территориях с различной степенью рекреации можно отметить ухудшение водного режима, вызванного рекреационным воздействием [16].

Влагозапас почвы зависит не только от степени рекреационной нагрузки, но и от вегетационного периода насаждений в лесах ЧПР, хотя именно степень рекреации вызывает резкие колебания показателей влагозапаса почв [17] (рис. 4, 5 [18]).

Наблюдения за динамикой почвенной влаги на пробных площадях в Пшадском участковом лесничестве (г. Геленджик), которые подвержены разной степени рекреации, показывают тенден-

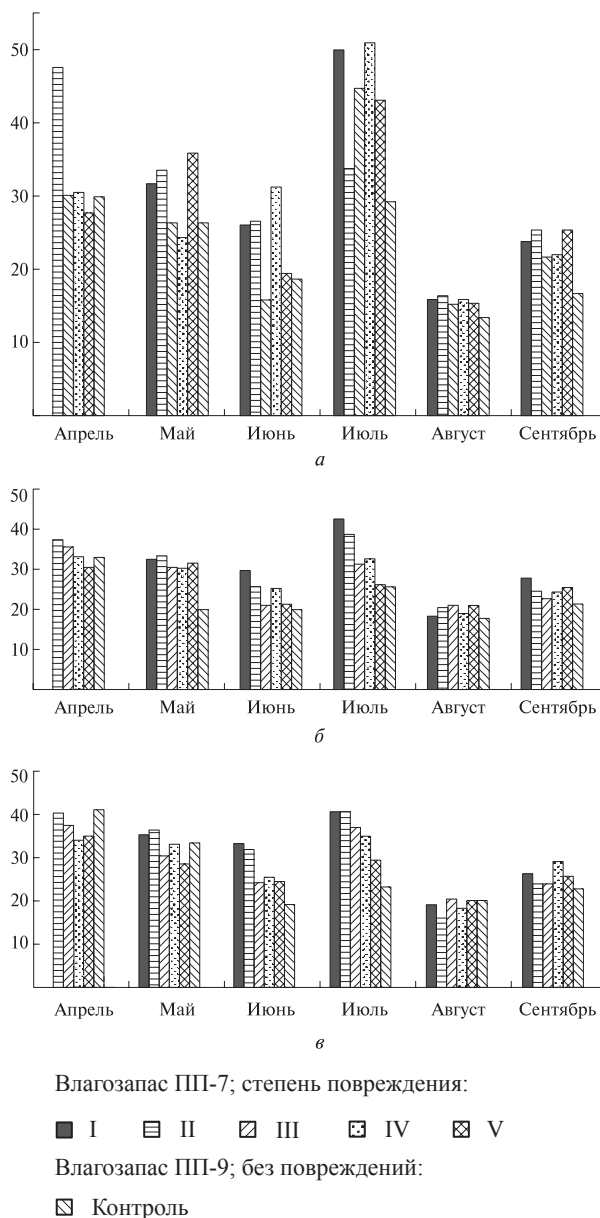


Рис. 4. Динамика почвенной влаги в насаждениях дуба скального (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) Пшадского участкового лесничества (г. Геленджик, 2018 г.), мм/слой: глубина слоя, мм: а — 0...10; б — 20...30; в — 40...50

Fig. 4. Dynamics of soil moisture in sessile oak plantations (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in the Pshadsky District Forestry (Gelendzhik, 2018), mm/layer: а — 0...10; б — 20...30; в — 40...50

цию к ухудшению водного режима (уменьшению влагозапаса) с усилением рекреационного воздействия [19]. Большое количество влаги почвы в июле объясняется обильным количеством осадков.

Процесс изменения влагозапаса почвы в насаждениях сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) Пшадского участкового лесничества (г. Геленджик) зависит от степени рекреационной нагрузки — ее увеличение

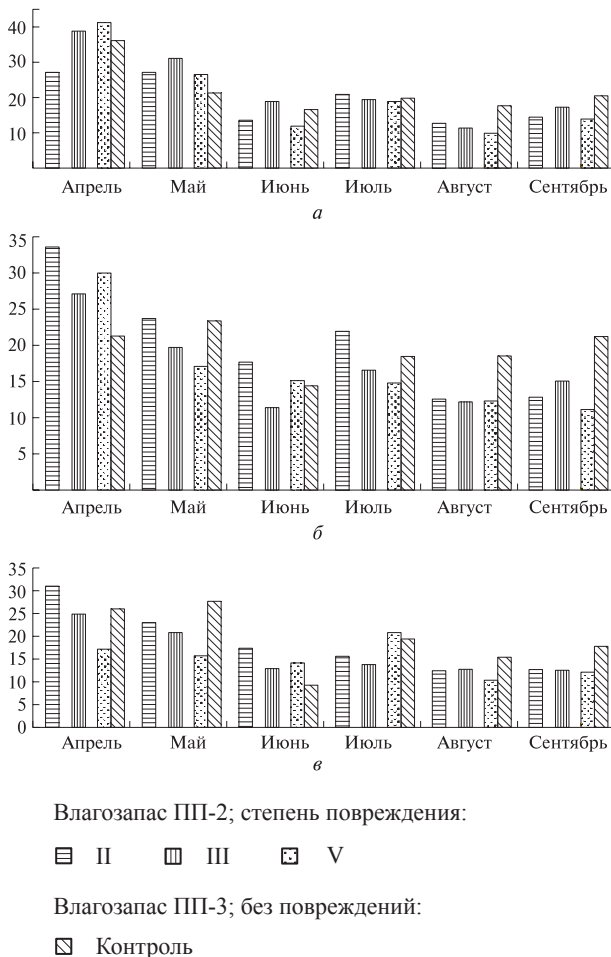


Рис. 5. Динамика почвенной влаги в насаждениях сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) Пшадского участкового лесничества (г. Геленджик, 2018 г.), мм/слой: глубина слоя, мм: а — 0...10; б — 20...30; в — 40...50 мм

Fig. 5. Dynamics of soil moisture in the plantings of Pitsunda pine (*Pinus brutia* var. *Pityusa* (Steven) Silba) in the Pshad forest district (Gelendzhik, 2018), mm/layer: layer depth, mm: а — 0 ... 10; б — 20 ... 30; в — 40 ... 50 mm

приводит к резким колебаниям влагозапаса на пробных площадях в данном лесничестве [20]. Если влагозапас на контрольной пробной площади стабилен, то на пробных площадях, подверженных рекреации, изменения его значений достигают высоких величин.

Лесные участки Черноморского побережья России с минимальной и максимальной нагрузкой на почвенный покров

Побережье Черного моря в пределах континентальной части России простирается более чем на 600 км. Каждый участок прибрежной территории по степени нагрузки на почву различается в зависимости от числа рекреантов на исследуемых лесных территориях ЧПР [21].

Согласно наблюдениям, рекреантов больше в городах и поселках курортного значения, расположенных южнее. В их числе Сочи, Адлер, Лоо, Хоста, Дагомыс, Мацеста, Лазаревское [22]. На севере побережья расположились Анапа, Новороссийск, Геленджик, Туапсе, Кабардинка, Архипо-Осиповка, Дивноморское, Джубга, Абрау-Дюрсо, Лермонтово.

Лесные территории южных городов и поселков ЧПР характеризуются максимальной рекреационной нагрузкой на почву, в отличие от северных, где нагрузка минимальная. Среднюю рекреационную нагрузку можно выделить на территориях Лоо, Хоста, Лазаревское, Туапсе, Геленджик, Новороссийск и Анапа [23].

Выводы

В связи с тем, что в XX в. резко увеличилась экологическая значимость лесов, рекреационное значение лесов ЧПР продолжает возрастать, увеличивая при этом рекреационную нагрузку на природно-территориальные лесные комплексы [24].

В результате проведенных исследований выявлены территории лесного фонда ЧПР, которые находятся на второй стадии деградации. В связи с этим есть необходимость в проведении комплексных мероприятий по восстановлению природных объектов в лесах ЧПР и наблюдений за почвенным и растительным покровом поврежденных участков [25]. Обнаружены территории, на которых необходимо прекратить любую хозяйственную деятельность, например, на территориях заказника Большой Утриш (г. Анапа).

На основании морфологических и биологических показателей выявлен негативный результат рекреационной деятельности, проявившийся в деградации почвенного покрова в пределах заповедников и природно-территориальных комплексов, в изменении динамики почвенной влаги. На большинстве туристических маршрутов проведены сложные лесохозяйственные мероприятия, направленные на восстановление и реконструкцию почвенного и растительного покровов.

Для снижения антропогенной нагрузки и механического воздействия на почву рекомендуется ограничить туристическую посещаемость некоторых территорий, усилить охранный режим и контролировать деятельность рекреантов. Важное значение имеет проведение бесед и других мероприятий, пропагандирующих бережное отношение к охраняемым природным территориям заповедников, особенно в пределах групп особо ценных насаждений.

Воплощая в жизнь перечисленные рекомендации, можно в недалеком будущем провести полное восстановление почвенного покрова лесного фонда в пределах Черноморского побережья России и Краснодарского края.

Список литературы

- [1] Михайлова Н.А., Орлов Д.С. Оптические свойства почв и почвенных компонентов. М.: Наука, 1986. 119 с.
- [2] Орлов Д.С. Химия почв. М.: МГУ, 1992. 400 с.
- [3] Розанов Б.Г. Морфология почв. М.: МГУ, 1983. 320 с.
- [4] Федченко П.П., Кондратьев К.Я. Спектральная отражательная способность некоторых почв. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 232 с.
- [5] Авдонин В.Е. Почвозащитная роль горных лесов Черноморского побережья Российской Федерации в связи с рекреацией: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новочеркасск, 1998. 24 с.
- [6] Бганцова В.А., Бганцов В.Н., Соколов Л.А. Влияние рекреационного лесопользования на почву // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987. С. 70–95.
- [7] Ивонин В.М., Тертерян В.А., Водяной С.М. Эрозия почв на вырубках горных склонов. Ростов н/Д: СКНЦ ВШ, 2001. 150 с.
- [8] Жуков А.И. О выделении коричневых почв в Краснодарском крае // Почвоведение, 1975. № 5. С. 20–27.
- [9] Халикова О.В. Влияние живого напочвенного покрова, подлеска и подстилки на возобновление лесов Черноморского побережья России // Управление объектами недвижимости и развитием территорий: Сборник статей международной научно-практической конференции. Саратов: Саратовский ГАУ, 2018. С. 137–142.
- [10] Чернова О.В. Особенности почв низкогорий Северного Кавказа, сформированных на высококарбонатных почвообразующих породах (на примере Абраусского заказника) // Доклады по экологическому почвоведению, 2006. Т. 2. № 2. С. 177–191.
- [11] Казеев К.Ш., Кутровский М.А., Даденко Е.В., Везденева Л.С., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Влияние карбонатности пород на биологические свойства горных почв Северо-Западного Кавказа // Почвоведение, 2012. № 3. С. 327–335.
- [12] Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Кутровский М.А. Почвообразование на известняках и мергелях. Ростов н/Д: Ростиздат, 2007. 198 с.
- [13] Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Юга России. Ростов-на-Дону: Эверест, 2008. 276 с.
- [14] Белаенко А.П., Марков П.Д., Косяков М.Н. Особенности организации рекреационного лесопользования в горных условиях // Лесное хозяйство, 1989. № 4. С. 21–22.
- [15] Васильева М.Н. Влияние вытаптывания на физические свойства почвы и корневые системы растений // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве / ред. В.В. Надеждин. М.: Наука, 1973. С. 36–45.
- [16] Дробышев Ю.И., Кузнецов Е.В. Методика количественного описания антропогенного влияния на устойчивость рекреационных насаждений // Науч. тр. МГУЛ, 2000. № 303. С. 122–128.
- [17] Горбачева Г.А., Иванкин А.Н., Санаев В.Г., Агеев А.К., Кирюхин Д.П., Кичигина Г.А., Куц П.П., Бадамшина Э.Р. Поверхностная модификация целлюлозосодержащих материалов растворами теломеров тетрафторэтилена // Журнал прикладной химии, 2017. Т. 90. № 8. С. 1104–1110.
- [18] Санаев В.Г., Степанов И.М., Запруднов В.И., Панферов В.И., Третьяков А.Г., Манович В.Н. Межотраслевой объединенный Национальный исследовательский центр «Технологии аэрокосмического мониторинга леса» – инновационная форма интеграции науки, производства и образования в целях ускоренного развития технологий аэрокосмического мониторинга леса // МГУЛ – Лесной вестник, 2013. № 2. С. 183–187.
- [19] Обливин А.Н., Моисеев Н.А. Леса и лесной сектор России: основные вехи развития // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2003. № 169. С. 41–54.
- [20] Ибатуллина Э.З., Исяньюлова Р.Р., Габдрахимов К.М. Формирование устойчивых лесопарковых ландшафтов (на примере г.Уфы) // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2014. Т. 9. № 3 (33). С. 127–130.
- [21] Залесов С.В., Толкач О.В., Фрейберг И.А., Черноусова Н.Ф. Опыт создания лесных культур на солончаках хорошей лесопригодности // Экология и промышленность России, 2017. Т. 21. № 9. С. 42–47.
- [22] Ставищенко И.В., Залесов С.В., Луганский Н.А., Кряжевских Н.А., Морозов А.Е. Состояние сообществ дереворазрушающих грибов в районе нефтегазодобычи // Экология, 2002. № 3. С. 175–184.
- [23] Федотов Г.Н., Шоба С.А., Федотова М.Ф., Степанов А.Л., Стрелецкий Р.А. Почвенные дрожжи и их роль в прорастании семян // Почвоведение, 2017. № 5. С. 595–602.
- [24] Лямеборшай С.Х., Родин С.А. Определение экологического ущерба лесным насаждениям при антропогенном воздействии // Лесоведение, 2002. № 6. С. 36.
- [25] Моисеев Н.А. Финансовый кризис в лесном хозяйстве и пути выхода из него // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2016. № 6 (354). С. 9–16.
- [26] Афанасьева Т.В., Василенко В.И., Терешина Т.В., Шеремет Б.В. Почвы СССР. М.: Мысль, 1979. 382 с.
- [27] Замолодчиков Д.Г., Краев Г. Влияние изменений климата на леса России: зафиксированные воздействия и прогнозные оценки // Устойчивое лесопользование, 2016. № 4. С. 23–31.

Сведения об авторах

Халикова Ольга Валерьевна — аспирант кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, факультета агротехнологий и лесного хозяйства, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, kaletina45@mail.ru
Исяньюлова Регина Рафаиловна — канд. биол. наук, доцент кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, aspirant_bsau@mail.ru

Поступила в редакцию 21.12.2018.
 Принята к публикации 15.11.2019.

EFFECT OF RECREATION ON SOIL COVER AT THE BLACK SEA COAST IN RUSSIA

O.V. Khalikova, R.R. Isyanyulova

Bashkir State Agrarian University, 34, 50th anniversary of October st., 450001, Ufa, Bashkortostan, Russia

kaletina45@mail.ru

In this paper studies of forest areas of the Black Sea coast of Russia (hereinafter referred to as BSR) were made, the article deals with the issue of degradation of vegetation and soil cover of forests of BSR. It was found that the state of vegetation and soil cover in forests has varying degrees of recreational load, but there are general signs of landscape degradation. Comfortable and diverse natural conditions of the forests of the Black Sea coast in Russia have long been used for recreational purposes. A lot of tourist routes pass through this territory, while most through forests, which are classified as specially protected natural areas and reserves. Despite the conservation status of these areas unsystematic visits continue, thereby damaging ecosystems including mountain forests which perform protective and ecological functions. Recreation has a significant impact on all components of forest phytocenosis. As a result, such an impact on nature creates the need to study the effect of recreation on the soil cover of various forest areas of the Black Sea coast in Russia. The forests of the north-western Caucasus have a special recreational load on the soil cover, because the main tourist routes are concentrated on it. This study is of great interest because it is possible to make many assessments of the effects of this long-term recreational impact on the forest ecosystems of the north-western Caucasus. This work aims to assess the impact of recreation on the state of the soil cover of forest areas of the Black Sea coast in Russia and determine the level of its recreational digression. The long-term effects of recreation were assessed, the nature and extent of the anthropogenic factor impact on the soil coverings and on the dynamics of soil moisture in the forests of BSR were determined.

Keywords: soil degradation, Black Sea coast of Russia, recreational load, soil cover, soil sensitivity criteria, recreational use of natural resources, recreational digression

Suggested citation: O.V. Khalikova, R.R. Isyanyulova *Vliyaniye rekreatsii na sostoyaniye pochvennogo pokrova Chernomorskogo poberezh'ya Rossii* [Effect of recreation on soil cover at the Black Sea coast in Russia]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019. T. 23. № 6. С. 51–59. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-51-59

References

- [1] Mikhaylova N.A., Orlov D.S. *Opticheskie svoystva pochv i pochvennykh komponentov* [Optical properties of soils and soil components]. Moscow: Nauka, 1986, 119 p.
- [2] Orlov D.S. *Khimiya pochv* [Soil chemistry]. Moscow: Moscow State University, 1992, 400 p.
- [3] Rozanov B.G. *Morfologiya pochv* [Soil morphology]. Moscow: Moscow State University, 1983, 320 p.
- [4] Fedchenko P.P., Kondrat'ev K.Ya. *Spektral'naya otrazhatel'naya sposobnost' nekotorykh pochv* [Spectral reflectance of some soils]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1981, 232 p.
- [5] Avdonin V.E. *Pochvozashchitnaya rol' gornyykh lesov Chernomorskogo poberezh'ya Rossiyskoy Federatsii v svyazi s rekreatsiei: Avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk* [The protective role of mountain forests of the Black Sea coast of the Russian Federation in connection with recreation: Abstract. Dis. Cand. Sci. (Agric.)]. Novocherkassk, 1998, 24 p.
- [6] Bgantsova V.A., Bgantsov V.N., Sokolov L.A. *Vliyaniye rekreatsionnogo lesopol'zovaniya na pochvu* [The impact of recreational forest management on the soil] *Prirodnye aspekty rekreatsionnogo ispol'zovaniya lesa* [Natural aspects of recreational forest use]. Moscow: Nauka, 1987, pp. 70–95.
- [7] Ivonin V.M., Terteryan V.A., Vodyanoy S.M. *Eroziya pochv na vyrubkakh gornyykh sklonov* [Soil erosion on clearings of mountain slopes]. Rostov-on-Don: SKNTs VSh, 2001, 150 p.
- [8] Zhukov A.I. *O vydelenii korichnevyykh pochv v Krasnodarskom krae* [On the isolation of brown soils in the Krasnodar Territory] *Pochvovedeniye* [Soil Science], 1975, no. 5, pp. 20–27.
- [9] Halikova, O.V. *Vliyaniye zhivogo napochvennogo pokrova, podleska i podstilki na vozobnovleniye lesov Chernomorskogo poberezh'ya Rossii // Upravleniye ob'ektami nedvizhimosti i razvitiem territoriy: Sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Saratov: Saratovskiy GAU, 2018, pp. 137–142.
- [10] Chernova O.V. *Osobennosti pochv nizkogoriy Severnogo Kavkaza, sformirovannykh na vysokokarbonatnykh pochvoobrazuyushchikh porodakh (na primere Abrausskogo zakaznika)* [Peculiarities of soils of low mountains of the North Caucasus formed on high-carbonate parent rocks (on the example of the Abraus reserve)] *Doklady po ekologicheskomyu pochvovedeniyu* [Reports on ecological soil science], 2006, v. 2, no. 2, pp. 177–191.
- [11] Kazeev K.Sh., Kutrovskiy M.A., Dadenko E.V., Vezdeneeva L.S., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. *Vliyaniye karbonatnosti porod na biologicheskie svoystva gornyykh pochv Severo-Zapadnogo Kavkaza* [The influence of rock carbonate on the biological properties of mountain soils of the North-West Caucasus] *Pochvovedeniye* [Soil Science], 2012, no. 3, pp. 327–335.
- [12] Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Kutrovskiy M.A. *Pochvoobrazovaniye na izvestnyakakh i mergelyakh* [Soil formation on limestones and marls]. Rostov-on-Don: Rostizdat, 2007, 198 p.
- [13] Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. *Pochvy Yuga Rossii* [Soils of the South of Russia]. Rostov-on-Don: Everest, 2008, 276 p.
- [14] Belaenko A.P., Markov P.D., Kosyakov M.N. *Osobennosti organizatsii rekreatsionnogo lesopol'zovaniya v gornyykh usloviyakh* [Features of the organization of recreational forest management in mountainous conditions] *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 1989, no. 4, pp. 21–22.

- [15] Vasil'eva M.N. *Vliyanie vytyptyvaniya na fizicheskie svoystva pochvy i kornevye sistemy rasteniy* [The effect of trampling on the physical properties of the soil and root systems of plants] *Lesovodstvennyye issledovaniya v Serebryanoborskom opytном lesnichestve* [Silvicultural studies in Serebryanoborsky experimental forestry]. Ed. V.V. Nadezhdin. Moscow: Nauka, 1973, pp. 36–45.
- [16] Drobyshev Yu.I., Kuznetsov E.V. *Metodika kolichestvennogo opisaniya antropogennogo vliyaniya na ustoychivost' rekreatsionnykh nasazhdeniy* [Methodology for the quantitative description of the anthropogenic impact on the stability of recreational plantations], *Nauch. tr. MGUL*, 2000, no. 303, pp. 122–128.
- [17] Gorbacheva G.A., Ivankin A.N., Sanaev V.G., Ageev A.K., Kiryukhin D.P., Kichigina G.A., Kushch P.P., Badamshina E.R. *Poverkhnostnaya modifikatsiya tsellyulozoderzhashchikh materialov rastvorami telomerov tetraftoretilena* [Surface modification of cellulose-containing materials with tetrafluoroethylene telomere solutions] *Zhurnal prikladnoy khimii* [Journal of Applied Chemistry], 2017, v. 90, no. 8, pp. 1104–1110.
- [18] Sanaev V.G., Stepanov I.M., Zaprudnov V.I., Panferov V.I., Tret'yakov A.G., Manovich V.N. *Mezhotraslevoyy ob'edinennyy Natsional'nyy issledovatel'skiy tsentr «Tekhnologii aerokosmicheskogo monitoringa lesa» — innovatsionnaya forma integratsii nauki, proizvodstva i obrazovaniya v tselyakh uskorennoy razvitiya tekhnologiy aerokosmicheskogo monitoringa lesa* [Intersectoral joint National Research Center «Technologies for aerospace forest monitoring» — an innovative form of integration of science, production and education in order to accelerate the development of technologies for aerospace forest monitoring]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2013, no. 2, pp. 183–187.
- [19] Oblivin A.N., Moiseev N.A. *Les i lesnoy sektor Rossii: osnovnye vekhi razvitiya* [Forests and the forest sector of Russia: milestones of development] *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Bulletin of the St. Petersburg Forestry Engineering Academy], 2003, no. 169, pp. 41–54.
- [20] Ibatullina E.Z., Isyan'yulova R.R., Gabdrakhimov K.M. *Formirovaniye ustoychivykh lesoparkovykh landshaftov (na primere g.Ufy)* [The formation of sustainable forest landscapes (for example, Ufa)] *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Kazan State Agrarian University], 2014, v. 9, no. 3 (33), pp. 127–130.
- [21] Zalesov S.V., Tolkach O.V., Freyberg I.A., Chernousova N.F. *Opyt sozdaniya lesnykh kul'tur na solontsakh khoroshey lesopriгодnosti* [The experience of creating forest crops on solonchets of good forest suitability] *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2017, v. 21, no. 9, pp. 42–47.
- [22] Stavishenko I.V., Zalesov S.V., Luganskiy N.A., Kryazhevskikh N.A., Morozov A.E. *Sostoyaniye soobshchestv derevorazrushayushchikh gribov v rayone neftegazodobychi* [The state of wood-destroying mushroom communities in the oil and gas production area] *Ekologiya* [Ecology], 2002, no. 3, pp. 175–184.
- [23] Fedotov G.N., Shoba S.A., Fedotova M.F., Stepanov A.L., Streletskiy R.A. *Pochvennyye drozhdzi i ikh rol' v prorastanii semyan* [Soil yeast and their role in seed germination] *Pochvovedenie* [Soil Science], 2017, no. 5, pp. 595–602.
- [24] Lyameborshay S.Kh., Rodin S.A. *Opreделение ekologicheskogo ushcherba lesnym nasazhdeniyam pri antropogennom vozdeystvii* [Determination of environmental damage to forest stands under anthropogenic impact] *Lesovedenie* [Forestry], 2002, no. 6, p. 36.
- [25] Moiseev N.A. *Finansovyy krizis v lesnom khozyaystve i puti vykhoda iz nego* [The financial crisis in forestry and ways out of it] *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal* [Bulletin of higher education. Forest Journal], 2016, no. 6 (354), pp. 9–16.
- [26] Afanas'eva T.V., Vasilenko V.I., Tereshina T.V., Sheremet B.V. *Pochvy SSSR* [Soil of the USSR]. Moscow: Mysl' [Thought], 1979, 382 p.
- [27] Zamolodchikov D.G., Krayev G. *Vliyaniye izmeneniy klimata na lesa Rossii: zafiksirovannyye vozdeystviya i prognoznnyye otsenki* [The Impact of Climate Change on Russia's Forests: Recorded Impacts and Forecast Estimates] *Ustoychivoye lesopol'zovaniye* [Sustainable Forestry], 2016, no. 4, pp. 23–31.

Authors' information

Khalikova Ol'ga Valer'evna — Graduate student of the Department of Forestry and Landscape Design, Faculty of Agrotechnologies and Forestry of Bashkir State Agrarian University, kaletina45@mail.ru

Isyan'yulova Regina Rafailevna — Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor of the Department of Forestry and Landscape Design of Bashkir State Agrarian University, aspirant_bsau@mail.ru

Received 21.12.2018.

Accepted for publication 15.11.2019.

СОЗДАТЕЛИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ В.В. ДОКУЧАЕВ И Н.М. СИБИРЦЕВ

Е.С. Мигунова

Украинский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, Украина, 61024, Харьков, Пушкинская, д. 86
migunova-e-s@yandex.ua

Охарактеризована история становления генетического почвоведения. Обоснована правомерность считать основоположниками этого научного направления не только В.В. Докучаева, но и его ученика и соратника Н.М. Сибирцева, разработавшего метод бонитировки почв, создавшего их классификацию, названную им генетической, в которой обосновывается их горизонтальная зональность и внутризональное разнообразие. Он организовал первую кафедру почвоведения, создания которой добился Докучаев, и написал первый учебник «Почвоведение», в котором показал необходимость единения генетического почвоведения с существующим многие века учением о почве как среде обитания растений. Приведены достижения школы лесной типологии Морозова — Крюденера, изучающей почвы как среду обитания растений.

Ключевые слова: генетическое почвоведение, бонитировка, классификация, горизонтальная зональность, интразональные и азональные почвы, лесная типология, среда обитания

Ссылка для цитирования: Мигунова Е.С. Создатели генетического почвоведения В.В. Докучаев и Н.М. Сибирцев // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 60–74. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-60-74

Предисловие

Представленная для публикации статья, мало сказать, актуальна. Она относится к ключевой проблеме не только земледелия, но и лесоводства, поскольку отражается в требовании зонально-типологического ведения и сельского и лесного хозяйства. Автор статьи выступает в органически связанных ролях — как исследователь, и как историк. И то и другое важно, так как есть необходимость вносить коррективы диктуемые новыми современными достижениями науки. Конечно, в роли судьи могут выступать только знатоки обсуждаемой области знаний. Автор, безусловно, соответствует этой роли.

Можно сказать, что Е.С. Мигунова — это человек нашего общего прошлого. В 1959 г. закончила главный ВУЗ нашей страны — МГУ имени М.В. Ломоносова, там же защитила и кандидатскую диссертацию. Ряд лет она работала в разных регионах той большой страны — от Закарпатья до Якутии, и от Архангельска до Ашхабада. Вернувшись на родину для работы в УкрНИИЛХ (г. Харьков), она вошла в ряды ученых-лесотипологов, обобщив их работы, начиная от истоков, включая труды проф. Г.Ф. Морозова — создателя учения о лесе, и А.А. Крюденера — руководителя Лесного отдела удельного ведомства России, автора классификации типов леса, в которой учтены главные лимитирующие факторы — тепло, влага и питание. В 1918 г. А.А. Крюденер эмигрировал, а его работы были изъяты из пользования. Позднее, благодаря Е.В. Алексееву, Г.Н. Высоцкому, П.С. Погребняку

и другим ученым работы А.А. Крюденера вернулись к использованию и при участии Е.С. Мигуновой были трансформированы в общую интегрированную модель — «эдафическую сетку», ставшую основой украинской школы лесной типологии.

Все исследователи, труды которых использованы автором, обязаны проф. В.В. Докучаеву, их педагогу и преподавателю, которые стали его помощниками, прежде всего в экспедиции, организованной в 1891 г. в связи со случившейся катастрофой — голодом из-за недородов в сельском хозяйстве. К числу их относились известные лица, прославившиеся своими исследованиями: Г.Ф. Морозов, Г.Н. Высоцкий, В.И. Вернадский и Н.М. Сибирцев, которому в данной статье уделено особое внимание. При этом нелишне напомнить известный афоризм: «плох тот ученик, который не превзошел своего учителя». Однако ценится и такой учитель, которого превзошли его ученики, но не утратили чувства благодарности к своему наставнику.

Каждый ученик превзошел своего учителя, но только в своей конкретной области деятельности. Это относится и к известному ученому-исследователю — Н.М. Сибирцеву, на что обращает внимание автор Е.С. Мигунова, анализируя и обобщая его труды как основателя генетического почвоведения и основоположника единой науки о почве.

Выводы, приведенные в статье, важны не только для сельскохозяйственного земледелия, но и для лесного хозяйства, ибо организация его должна основываться на учете зонально-типологического разнообразия лесов. В письме ко мне Е.С. Мигунова

пишет, что «лесовод Крюденер, спустя 20 лет после того, как классификация Сибирцева (1895) была повторно опубликована в его учебнике «Почвоведение» (1901), создал на ее принципах (и не только принципах) свою классификационную таблицу, которая превращена теперь в эдафическую сетку». Именно она выдвинула украинскую типологию на положение теоретической основы прикладного лесоводства. Подчеркиваю, что пропагандируемая мною «украинская» типология во всем основном сугубо русская — Морозова—Крюденера, а исходно — народная. Не теряю надежды, что удастся, наконец, вернуть ее на родную землю». Такой мотивацией руководствуется Е.С. Мигунова, направляя свои статьи для опубликования в журнале.

Лесная типология для лесного хозяйства стране необходима. Но в действительности, на

практике типология леса не используется. Нет сегодня и самой типологической классификации, соответствующей требованиям практики.

Вследствие деградации научной мысли в последние годы, вероятно, и нет исследователей обсуждаемой темы. Профессор Е.С. Мигунова на сегодняшний день — лидер в области лесной типологии. Весь ее жизненный опыт посвящен именно этой области знаний, а многие призывы заслуживают внимания. Рекомендую расширить деятельность в этой области, используя работы Крюденера, который использовал основные положения почвоведения Н.М. Сибирцева, ставшие ядром эдафической сетки типологической школы, о которой пишет профессор Е.С. Мигунова.

В этой связи полезна публикация статьи о генетическом почвоведении, ставшем опорой в классификации А. Крюденера.

Н.А. Моисеев, академик РАН

В 1870-е годы начинающий геолог Василий Васильевич Докучаев, изучая четвертичные отложения и описывая на многих сотнях обнажений не только сами эти отложения, но и сформированные на них почвы, установил различия в строении почв в разных районах на различных элементах рельефа и разнообразных горных породах, которые почвоведы, изучающие в основном сельскохозяйственные пахотные земли, обходили своим вниманием. Выделив три таких горизонта и обозначив их начальными буквами латинского алфавита (А — гумусовый, В — переходный, С — подпочва), ученый впоследствии положил различия строения почв — мощность, чередование и соотношение горизонтов — в основу выделения их типов — черноземов, подзолистых почв и др.

В дальнейшем на огромной территории проводились масштабные работы по изучению чернозема — общепризнанного «царя» почв. Докучаев обосновал положение о почве как о самостоятельном естественно-историческом теле, которое является продуктом совокупной деятельности: грунта, климата, растительных и животных организмов, возраста страны и рельефа местности. До этого почвы рассматривались как верхний слой горных пород, преобразованный растительностью. Ученый подчеркивал необходимость изучения почвы как таковой, независимо от того, какая растительность на ней произрастает или выращивается, в противовес прежним принципам ее изучения.

Так началось оформление нового направления науки о почвах, получившего позднее название *генетического*. Основные положения этого учения Докучаев сформулировал в монографии «Русский чернозем» [1], по сути, его докторской диссертации. Выход в свет этого труда ученого относится к эпохальному событию, знаменует начало новой эры в науке о почвах, а нередко и вообще как ее начало [2]. Между тем «Русский чернозем» — одна из первых почвоведческих работ ученого, в которой он выступает еще в определенной мере как начинающий почвовед. Примечательно, что в своей последующей деятельности ученый не ссылается на этот в целом, безусловно, капитальный труд, а в конце жизни в одной из лекций он определил свою докторскую работу как «в значительной мере борьбу с мельницами, так как ломал копыта за теорию происхождения чернозема ... А каждый мало-российский крестьянин знает как произошел чернозем» [3].

Докучаев организовал несколько крупных экспедиций, в которых собрал специалистов разных сфер знаний, не только геологов и почвоведов, но и ботаников, и метеорологов, что положило начало комплексному подходу к изучению природы. Одним из участников экспедиции был Н.М. Сибирцев, отличавшийся необыкновенной увлеченностью работой и быстротой освоения принципов и методов изучения почв. Уже тогда его прозвали «премудрым»; это прозвище закрепилось за ним на всю жизнь.

Проведение исследовательских работ

Первые две экспедиции — Нижегородская и Полтавская — были посвящены бонитировке (оценке качества) почв двух больших губерний. Полученные результаты опубликованы в серии тематических трудов. Здесь выделяется, в частности, большая работа Сибирцева «*Химический состав растительно-наземных почв Нижегородской губернии*» [4], в которой обобщен огромный объем химических анализов почв, выполненных в лаборатории Д.И. Менделеева, каких до того времени не имело в своем распоряжении отечественное почвоведение. На основании сопоставления полевых почвенных исследований и данных урожайности разных культур с результатами химических анализов сельскохозяйственные почвы Нижегородской губернии были объединены Сибирцевым в восемь групп и оценены в баллах: от 100 баллов для черноземов до 12 и 4 — для глинистых и боровых песков.

Это фундаментальное исследование свидетельствует о приоритетном вкладе Сибирцева в разработку метода бонитировки почв, получившего название *русского*, или *докучаевского*. Напомним, что основной задачей Нижегородской экспедиции была именно бонитировка почв. Написание этого главного труда экспедиции было поручено Сибирцеву Докучаевым, поскольку в ходе полевых работ он наметил пути решения этой задачи. В следующей — Полтавской — экспедиции, в которой Сибирцев не участвовал, оценочных шкал почв создано не было, хотя это тоже являлось одной из главных задач экспедиции, в которой в том числе работали К.Д. Глинка и В.И. Вернадский [5]. Заметим, что разработка метода бонитировки почв была выполнена Сибирцевым в первые годы после окончания университета.

После завершения Нижегородской экспедиции Докучаев поручил Сибирцеву организацию и руководство Естественно-историческим музеем в Нижнем Новгороде — первым музеем в российской провинции. Сибирцев вложил много сил в организацию музея, создав в нем пять отделов — геологический, почвенный, ботанический, зоологический и сельскохозяйственный. Музей работает поныне. Параллельно Сибирцев детально обследовал почвы шести уездов Нижегородской губернии и составил для них впервые в России двух- и трехверстные почвенные карты. Н.М. Сибирцев — зачинатель крупномасштабного почвенного картографирования в России. Он также значительно усовершенствовал метод бонитировки почв — вместо восьми групп почв, выделенных ранее в работе 1886 года [4], он обобщил выделение 18 групп.

В трудах Нижегородской экспедиции опубликована первая естественно-историческая классификация почв В.В. Докучаева [6]. Прежде всего он выделил такие главные группы, как *почвы нормальные*, остающиеся в полной ненарушенной связи с теми породами, из которых произошли, *почвы аномальные* — наносные и *почвы переходные* между теми и другими. В первой группе почв в зависимости от различного участия атмосферных процессов и растительности Докучаев выделил три вида почв: 1) *сухопутно-растительные*, 2) *сухопутно-болотные*, 3) *типично-болотные*. К сухопутно-растительным почвам он отнес светло-серые северные, серые переходные (лесные почвы), черноземные, каштановые переходные, бурые солонцовые.

Положенное в основу этой классификации разделение почв на сформировавшиеся на месте и перемещенные (нормальные и аномальные) появилось в Западной Европе вследствие ее сильно пересеченного рельефа. Следующую группу — растительно-наземные, сухопутно-болотные и типично-болотные почвы Докучаев воспринял от геоботаника Ф.И. Рупрехта, автора гипотезы растительно-наземного происхождения черноземов [7], подтверждение которой отражено в работе «Русский чернозем» [1].

В эти годы наряду с преподавательской деятельностью (зав. кафедрой минералогии Императорского Санкт-Петербургского университета) Докучаев вел очень активную работу по пропаганде значения изучения почв для сельского хозяйства России, участвовал в руководстве Обществом естествоиспытателей и врачей. На VIII съезде Общества он организовал секцию агрономии, на которой выступали и почвоведы. В 1891 г. Докучаев был назначен руководителем очень важной «Комиссии по вопросу о высшем сельскохозяйственном образовании», которой предстояло решить судьбу двух имевшихся в тот период в России высших аграрных учебных заведений — Петровского (ныне РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева) и Ново-Александровского в Польше, — которые предполагалось закрыть. Комиссии удалось отстоять оба института, Докучаев принял предложение возглавить Ново-Александровский институт, с тем чтобы поднять его крайне низкий уровень. Это потребовало от него проведения очень большой организационной работы.

Одновременно крупной проблемой стала сильнейшая засуха 1891 г., вызвавшая массовый голод. Докучаев отозвался на сложившуюся ситуацию публикацией прекрасной книги «Наши степи прежде и теперь» [8], в которой охарактеризовал причины, обуславливающие прогрессирующее иссушение степей. Главной из них он считал

истребление лесов, способствующих поглощению влаги почвой. Лесным департаментом России в 1892 г. была создана Особая экспедиция по учету и испытанию лесного и водного хозяйства в степях России с тремя опытными участками, руководство которой было предложено Докучаеву. Это еще одна проблема, потребовавшая от Докучаева очень большой организаторской работы. Подчеркнем, что все названные работы отражали стремление Докучаева усилить внимание к изучению почв для использования этих знаний в целях развития сельского хозяйства страны.

Для организации работ Особой экспедиции Докучаев на должность своего заместителя пригласил Сибирцева из Нижнего Новгорода, под руководством которого было проведено обследование и обустройство опытных участков Особой экспедиции, составлены их почвенные карты. Важным результатом работ Сибирцева на посту заместителя начальника была публикация первых томов трудов экспедиции. Особо отличилось издание Сибирцевым «*Введения*» к трудам экспедиции [9], написанного в соавторстве с Докучаевым, в котором были представлены мотивы, обусловившие учреждение Особой экспедиции, определены ее задачи и организация, приведен проект опытных работ экспедиции. Основное внимание в нем уделялось созданию лесных насаждений, прежде всего на водоразделах, по наиболее открытым пространствам, на малопригодных для сельскохозяйственного использования землях, в сухих и обводненных балках, на развивающихся оврагах и по берегам рек, а также разведению фруктовых деревьев и кустарников. Главная задача экспедиции, как было указано во «*Введении*», — установление на выбранных опытных участках *оптимального соотношения между водными, лесными, луговыми и другими хозяйственными угодьями* и усовершенствование способов пользования ими в соответствии с предложениями Докучаева, изложенными им в книге «*Наши степи прежде и теперь*». Эти материалы в последующем послужили основой известного Плана преобразования природы 1948 г. [5].

В 1894 г. по предложению Докучаева, Сибирцев был назначен на должность заведующего кафедрой почвоведения Ново-Александровского института сельского хозяйства и лесоводства — первой в истории мировой науки самостоятельной кафедры почвоведения. Собственно, самой кафедры еще не было, ее предстояло создать на «пустом» месте. Докучаев много усилий потратил на то, чтобы этого добиться. Ему также стоило большого труда утвердить на пост заведующего кафедрой Сибирцева, не имевшего в то время ученой степени. Сам Докучаев, из-за перегружен-

ности общеинститутскими делами, в организации кафедры участия не принимал и не прочитал на ней ни одной лекции. Для всех студентов этого Института он один раз в неделю читал необязательный курс по физико-географической характеристике России.

За несколько лет работы на посту заведующего, не имея ни опыта, ни оборудования, ни пособий, Сибирцев смог создать кафедру, которая вскоре стала одной из ведущих в институте, при кафедре — химическую лабораторию, в которой студенты проводили анализ собранных ими образцов почв. Сибирцев проявил себя не только хорошим организатором, но и талантливым педагогом, обладая способностью увлекать слушателей живым изложением предмета, но и пользовался большой популярностью у студентов.

Тогда Сибирцев опубликовал несколько статей, посвященных важнейшим вопросам почвоведения. Особый интерес представляет статья «*Об основаниях генетической классификации почв*» [10], в которой Сибирцев предложил классификацию почв, выделив наиболее распространенные их типы (таблица), которые располагаются по поверхности материков в определенной последовательности — «полосами», согласно изменению физико-географических условий почвообразования и впервые сформулировал заключение о *почвенных зонах и горизонтальной зональности почв*. При этом он указал на наличие внутризонального разнообразия почв. Почвы, формирующиеся в пределах зон в виде пятен и островов под влиянием местных условий, когда последние доминируют над зональными (переувлажнение, засоление), т. е. болотные, солонцовые, отнесены им к категории *интразональных*, а сильнокаменистые, аллювиальные, песчаные почвы, встречающиеся повсеместно, — к *неполным* или к категории *азональных*. Сибирцев выявил также влияние топографических условий на смену почв в пределах зон. Он утверждал, что это смены многократно повторяются и в разных зонах или местностях «они могут быть сведены к определенным схемам, определенным *почвенно-топографическим типам*, обобщающим видимую пестроту почв» [4]. Таким образом, Н.М. Сибирцев является пионером разработки и зональной и внутризональной дифференциации почв.

Сибирцев назвал почвы *геобиологическими образованиями* [10]. Развивая эти положения ученого, утверждаем, что *причиной четко выраженной зональности почв является их биокосная природа* [11]. В противовес зональности почвы показал, что у минеральных тел зональность практически не выражена, причем состав алмазов и в Якутии, и в ЮАР одинаков.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ.		I. Олово-лесовой типъ.	II. Пустынно-степовой типъ.		III. Черноземный типъ.		
ГЛАВНѢЙШИЯ МАТЕРИНСКИЯ ПОРОДЫ.		Атмосферный лесъ.	Каспійско-скифскія поверхностныя отложения съ продуктами ихъ вывѣтриванія.		Лесъ и лесовидная (мергельно-суглинистая)		
ПОДТИПЫ.		Лесовыя почвы.	Свѣтлобурая, рыжія и сѣроватая почвы.	Каштановыя почвы.	Темношоколадныя почвы.	Обыкновенный черноземъ.	Тучный черноземъ.
ПЕРЕГНОЙ ПЕТРОГРАФИЧЕСКІЯ ГРУППЫ.		до 2%	до 3%	3—4%	4—6%	6—10%	Свыше 10%
А. ГЛИНИСТЫЯ.	Отношеніе глины къ песку. 1:1 1:3		Свѣтлобурая и свѣтло-оливчатая глинистая почва каспійско-азовской низменности. <i>C.</i> — Каспійско-скифская глина.			Глинистый черноземъ. <i>C.</i> — Глинистые лесовые продукты вывѣтриванія корен. породъ (бѣжкованыхъ, мергельныхъ и др. тяжелыхъ глинъ, глинист. известняковъ, крист. породъ и т. д.). Лесовидная глина.	Глинистый тучный черноземъ.
Б. ТЯЖЕЛЫЯ И СРЕДНІЯ СУГЛИНИСТЫЯ.	1:2 1:4		Свѣтлобурые тяжелыя и средніе суглинки прикаспійскаго и черноморско-азовскаго края. <i>C.</i> — Каспійско-скифскій тяжелый суглинокъ.	Тяжелыя и средніе каштановыя суглинки юго-восточныхъ и южн. степей.	Тяжелыя и средніе темношоколадныя суглинки Бессарабіи, Новороссіи, азовско-донскаго края. <i>C.</i> — Скифскій тяжелый лесовидный суглинокъ и глина, продукты вывѣтр. корен. породъ.	Тяжелый и средній суглинистый черноземъ	Тучный тяжелый и средній черноземъ.
В. ЛЕГКІЯ СУГЛИНИСТЫЯ.	1:5 1:6	Свѣтловатая и желтоватая суглинисто-лесовыя почвы. (Туркестанъ. Прикаспійская область).	Свѣтлобурые легкіе суглинки юго-восточныхъ степей. <i>C.</i> — Каспійско-скифская песчаная глина, вывѣтривающаяся въ лесовидную породу.	Каштановыя легкіе суглинки.	Легкія темношоколадныя суглинки. <i>C.</i> — Скифскій лесовидный суглинокъ.	Легкій суглинистый черноземъ. <i>C.</i> — Лесъ (ложнорусскій)	Тучный легкій суглинистый черноземъ.
Г. СУПЕСЧАНЫЯ.	1:7 1:10		Свѣтлобурая супесь. <i>C.</i> — Каспійскія супесчаныя породы.	Каштановый супесь.	Шоколадная супесь. <i>C.</i> — Скифскія песчаные суглинки и супесчаные продукты вывѣтриванія коренныхъ породъ.	Супесчаный черноземъ. <i>C.</i> — Супесчанолесовидныя породы; супесчаные продукты вывѣтриванія корен. породъ.	
Д. ГЛИНИСТЫЕ ПЕСКИ.	1:15 1:50		Свѣтлобурые глинистые пески. <i>C.</i> — Каспійскія песчаныя отложения.			Черноземный глинистый песокъ. <i>C.</i> — Супесь и глинистые пески различнаго происхожденія.	

А. Зональные почвы

Солонцовый типъ.		Рендзинный типъ.	Иловатоболотный типъ.	
Солонцы въ пустынно-степовой области.	Солонцы въ черноземной области.	Почвы, накапливающія перегной въ условіяхъ избытка извести.	Почвы иловатыхъ болотъ. (Кислые луга).	Влажноболотныя и влажнолуговые почвы. (Шоуболотныя).
до 2% Na_2CO_3 NaCl etc.	до 8% Na_2CO_3 и бол. NaCl etc.	до 10% и бол. CaCO_3	до 20%	
Свѣтлобурые, рыжія и свѣтлооливчатые солонцы. 1) Глинистые. 2) Суглинистые. 3) Песчаные. Солонцеватые пустынно-степовыя суглинки.	Темноцвѣтные солонцы. 1) Глинистые. 2) Суглинистые и (рѣже) супесчаные. Солонцеватые черноземы.	Перегнойныя «рендзины» (Царство Польское и губ.: Калужская, Нижегородская, Сѣверо-Западный край).	Иловатоглинистая, иловатосуглинистая, рѣже иловатосупесчаная темноцвѣтная почва съ кислымъ перегноемъ, съ закисными соединениями желѣза и т. д.	Чернораменныя и влажнолуговые почвы, суглинистая и супесчаная въ разныхъ стадіяхъ вывѣтриванія.

В. Интразональные почвы

Классификация почв Н.М. Сибирцева в применении к России [14]
Soil classification in relation to Russia [14]

	IV. Чернолѣсный типъ. («Лѣсныя земли»).		V. Дерново-подзолистый типъ.			VI. Тундровый типъ.
породы.	Продукты выветривания валунных наносовъ и древнихъ породъ; выщелоченный лесъ.		Моренныя отложения. Продукты выветривания различныхъ коренныхъ породъ сѣверной половины Россіи.			
Коричневотемный черноземъ средней Россіи.	Темнокоричневая почва.	Коричневосѣрая почва.	Дерновые и слабоподзолистая почва.	Подзолистая почва.	Подзолы.	Почвы арктической тундры.
5—4%	5%	ок. 4—3%	до 3%	ок. 2%	ок. 0,5—1%	
						Глинистая тундра.
	Лѣсоотепные суглинки: тяжелые, средние и легкіе; черноземовидная почва; деградированный черноземъ; коричневотемные суглинки.	Коричневосѣрые (сѣрые) тяжелые, средние и легкіе суглинки, представляющіе переходъ къ слабоподзолистымъ почвамъ.	Тяжелые и средние дерновые суглинки. 1) На валунной глинѣ. 2) На древнеаллювиальныхъ глинахъ. 3) На глинистыхъ продуктахъ выветривания коренныхъ породъ. Легкіе дерновые и слабоподзолистые суглинки. 1) На нагорномъ террасовомъ лесѣ. 2) На морен. суглинкѣ. 3) На древнеал. суглинкѣ. 4) На суглинковыхъ продуктахъ выветрив. корен. породъ.	Тяжелые и средние подзолистые суглинки. 1) На тѣхъ же породахъ. 2) На тѣхъ же породахъ. 3) На тѣхъ же породахъ.	Иловка. (Мокрыя, илчастыя подзолы).	Суглинистая тундра.
Суглинистый черноземъ средней Россіи. 1) Нагорный; С.—нагорный лесъ. 2) Долинный; С.—долинный лесъ.	С.—Выщелоченный лесъ, лесовидная глинистая и суглин. породы; продукты выветривания различныхъ коренныхъ отложений (напр., красноцвѣтныхъ пересыхающихъ породъ).	С.—Выветрившаяся валунная глина и суглинки; суглинистые продукты выветривания породъ.		Легкіе подзолистые суглинки. 1) На моренномъ суглинкѣ. 2) На древнеал. суглинкѣ. 3) На суглинистыхъ продуктахъ выветривания коренныхъ породъ.	Суглин. подзолы.	
			Дерновые супеси.	Подзолистая супеси.	Супесчаные подзолы.	
	Лѣсоотепные и лѣсные («сѣрыя») супеси.		С. Моренныя и древнеаллювиальная суглинистая и супесчаная отложения. Супесчаные продукты выветрив. корен. породъ.			Песчаная тундра.
				Подзолистоглинистые пески.	Песчаные подзолы.	

Черезъ механическое измѣненіе почвъ: смываніе, вымываніе.

Черезъ слабое развитіе почвообразовательнаго процесса.

Неразвитыя почвы. Черезъ грубо скелетную примѣсь къ материнской породѣ.

Переходы къ щебенчатымъ почвамъ.
Щебенчатые черноземы, суглинки и супеси (разныхъ типовъ). Щебенчатая рендзина. Валунныя почвы разныхъ типовъ.

Переходы къ зернистымъ почвамъ.
Слабоглинистые пески, хрящеватые и галечнохрящеватые черноземы, суглинки и супеси.

Переходы къ сланцеватымъ и плотнымъ почвамъ.
Сланцевато-глинистая и мелкія плотныя глинистая и суглинистая почвы въ различныхъ зональных областяхъ («Лысныя» на буграхъ, круглыя склоны, холмы и проч.).

A.B.C. Переходы от зональных и интразональных почвъ къ почвамъ грубымъ и скелетнымъ

Аллювиальные.	Грубая и скелетная внѣпочвенныя почвы.		
	Почвы рѣчныхъ и озерныхъ поймъ.	Щебенчатая.	Зернистая.
<p>A. 1) Мелкоземистая. 2) Мелкоземисто-перегнойная.</p> <p>B. 1) Зернистопесчанистая. 2) Песчанистохрящеватая.</p>	Щебенчатая силикатная: щебни, россыпи, хамиды силикатныхъ породъ.	Песчаная (боровая). Хрящеватая почва: галечники, сериры.	Глинистая и мергелистосланцеватая. Глины и суглинки различнаго состава и происхожденія.

C. Неполные почвы

Органо-генныя.	Механическія минеральныя отложения.
Торфяныя болота; торфяники; торфянистыя тундры.	<p>A. Морскія и озерныя отложения. 1) Соленосныя: соленосныя гряды и т. д. 2) Галечныя, зернистыя, иловатныя.</p> <p>B. Рѣчные и овражные наносы: пески, глины, галечники.</p> <p>B. Эоловыя отложения: легкіе дюнные пески и пр.</p>

D. Поверхностные геологическія образования

Наследие Сибирцева

Классификация Сибирцева (рисунок) представляет собой систему координат, на горизонтальной оси которой размещены зональные типы почв — от эоловых пустынных до арктических, на вертикальной — их петрографические группы (от глин до песков), **что уравнивает по значению генетический тип почв и их механический (гранулометрический) состав**, обусловленные исходными горными породами. На шкале генетических типов почв над ними приведен ряд «главнейших материнских пород», а ниже в поле координат — конкретные породы. При сравнении этой классификации с предложенной девятью годами раньше Докучаевым [6] поражает, насколько далеко за эти годы продвинулся Сибирцев в своих разработках. Это — и впервые введенный им для названия классификации термин «генетическая», и большой набор новых типов почв с современными их названиями, и зональный принцип их размещения, и прекрасно охарактеризованное внутризональное разнообразие почв, и, наконец, совмещение, единение почв с их почвообразующими породами, что характеризует состав почв, проявляющийся через их петрографический состав.

Зональный принцип классификации сразу был воспринят как очень перспективный. Уже в следующем, 1896 году, Докучаев использовал его при составлении каталога почв для Нижегородской выставки. С.А. Захаров [12], считая его новым словом в науке, определил положение о горизонтальной зональности почв первым законом географии почв Н.М. Сибирцева. Вторым он назвал закон вертикальной зональности почв В.В. Докучаева, а далее — законы микрizonaльности и аналогичных топографических рядов.

Разработки Сибирцева послужили толчком для создания Докучаевым закона зональности природы в целом [13], в связи с чем он признан основоположником современной географии, в том числе учения о зональности в агрономии. Однако во всех последующих классификациях, которые так или иначе созданы на основании классификации Сибирцева, сохранены только некоторые генетические типы почв. Шкала петрографических групп воспроизводилась только С.А. Захаровым [12], поскольку почвоведы-генетики не придавали большого значения механическому составу почв, его лишь учитывали на уровне самой мелкой таксономической единицы — разновидности.

Важное значение для географии и картографии почв имело создание Сибирцевым в 1898 г. «Схематической почвенной карты Европейской России» — первой карты почв России, разработанной исходя из генетического принципа. На карте (масштабом 240 верст в 1 дюйме) разными

цветами и знаками показаны 22 типа и подтипа почв, в том числе дерновые, дерново-подзолистые почвы и подзолы, южные, обыкновенные, тучные и деградированные черноземы. Кроме того, солонцы, тундровые и почвы на известковых породах. Будучи опытным почвоведом Сибирцев возглавил работы по составлению новой почвенной карты европейской части России. Работа над ней завершилась в 1900 г., и тогда же она была продемонстрирована на Всемирной выставке в Париже. Карта стала важным этапом в развитии почвенной картографии. Только через 30 лет, в 1930 г., была издана новая почвенная карта европейской части СССР, составленная Л.И. Прасоловым. Сравнение этих карт показывает гениальную прозорливость Сибирцева, благодаря которой он при почти полном отсутствии фактических данных смог весьма точно выделить основные почвы Европейской России.

Тем не менее наиболее крупным научным достижением Сибирцева на этом, последнем, этапе его очень рано оборвавшейся творческой деятельности, в котором нашли отражение все основные его научные разработки, было создание руководства «Почвоведение» [14] — первого учебника только-только оформлявшегося в то время нового генетического почвоведения. Впервые учебник был опубликован в 1899 г. в Варшаве, затем повторно издан в 1900–1901 г. в Петербурге и уже после его смерти — в 1909, 1914 и 1951 гг. [5]. Учебник представляет собой фундаментальный труд в двух томах объемом более 450 страниц (ученый подписал к печати второй том за три дня до смерти).

Основополагающим в учебнике Сибирцева является положение о почвоведении как единой науке, изучающей почву и как среду обитания, и как особое природное образование, природное тело. Из всех ученых-почвоведов только Н.М. Сибирцев осознал и обосновал положение о том, что прежнее учение о почве как среде обитания растений, имеющее многовековую историю и классифицирующее почвы по их механическому составу, является **вполне законным**, и что это — учение и разработка В.В. Докучаева, положившие начало как пониманию почв в качестве особых природных тел и современному генетическому почвоведению, т. е. они **«взаимно дополняют и развивают друг друга, составляя вместе цельное естественно-научное почвоведение. В предлагаемом курсе я старался сочетать два взгляда, объединить материал обеих категорий и дать, по возможности, цельный очерк естественно-научного почвоведения»** [14, с. 19].

Одна из основных идей Сибирцева: **«почва вместе с климатом составляют главнейшие естественные условия всякого сельского хозяйства»** [14, с. 421]. Особое значение в связи с этим имеет

бонитировка почв — важный вопрос почвоведения, предусматривающий изучение плодородия почв, их сравнительную оценку в баллах, т. е. определение, насколько одна почва плодороднее другой, и объединение почв одного уровня плодородия в почвенные разряды. Ученый утверждал: «Между типами почв и урожайностью, сортами хлебов, приемами обработки, применяемыми орудиями, густотой посева и проч. существует тесная зависимость и наглядное соотношение» [14, с. 462], подчеркивая этим необходимость обязательного учета свойств почв при проведении всех сельскохозяйственных работ.

Курс почвоведения, читавшийся Сибирцевым в Ново-Александрийском институте сельского хозяйства и лесоводства, стал одной из важнейших сельскохозяйственных дисциплин, каким его видел и Докучаев на последних этапах своего творческого пути. «*Идеи почвоведения занимали чуть ли не центральное место в общей сумме познаний, выносимых из разнообразных дисциплин, входящих в систему сельскохозяйственного образования*» [15, с. 267]. Ученик Сибирцева — Н.А. Димо назвал его «учителем всей земледельческой России». Из стен этого института вышла плеяда очень крупных в последствии почвоведов, в том числе Н.А. Димо, И.А. Шульга, Г.М. Тумин, А.И. Набоких, Д.П. Гедеванишвили, И.И. Прохоров.

Сибирцев, вероятно, один из первых собрал огромный материал о почвах разных континентов, причем не только их описание, но там, где было возможно, и образцы. Из заключительного отрывка лекции Н.М. Сибирцева «Чернозем в разных странах» [16] следует, что ученый глубоко распознал причины формирования близких по своим свойствам почв на разных континентах. При этом он выдвинул очень смелые в то время идеи о необходимости единения земледельцев, работающих в аналогичных по почвенным условиям регионах, в целях совместной разработки мер по борьбе с природными катаклизмами и совершенствования систем ведения хозяйства, призывая их «взаимно учиться и взаимно помогать» для достижения гармонии «между человеком — хозяином и природой — ареной его труда, той гармонии, в которую мы верим и к которой стремимся во имя общего блага» [16, с. 304, 384]. Трудно поверить, что эти положения были высказаны в XIX в. [5].

Н.М. Сибирцев составил программу для исследования почв в поле, а для Докучаева — программу университетского курса почвоведения. Этого вполне достаточно, чтобы поднять значительно выше статус Сибирцева, по сравнению со сложившимся в наши дни. Сибирцев в программе курса почвоведения для университетов освещает весь круг вопросов, которые он

излагал студентам Ново-Александрийского института, представленных в его «Почвоведении», исключив бонитировку почв — раздел, в котором были изложены вопросы плодородия почв и его оценки. Это значит, что даже Сибирцев не считал плодородие главным качеством почв, выделяющим их среди других природных тел, а рассматривал его в узко прикладных целях, лишь для оценки почв. Между тем *плодородие, способность воспроизводить растения*, представляет главное качество, отличающее почвы от всех других природных тел, является их ни с чем несопоставимой *функцией, миссией* на Земле, поскольку без растений, осуществляющих процесс фотосинтеза, переводящего неорганические соединения в органические, жизнь невозможна. По просьбе Докучаева Сибирцев написал также устав Ново-Александрийского института, изучив для этого уставы лучших зарубежных институтов. Этот устав сразу использовали Московский сельскохозяйственный институт, Лесной институт в Петербурге, сельскохозяйственные факультеты Киевского политехнического института и Латвийского политехникума.

В.В. Докучаев и Н.М. Сибирцев

Докучаев «эксплуатировал» своего одаренного ученика, полностью доверяя ему и перекладывая на него очень многие ответственные работы, правда, не отмечал в своих публикациях его вклад. Так, в последних классификациях — почв 1896 и 1900 гг. — Докучаев добавил к своему главному делению почв на «нормальные» и «анормальные» предложенные Сибирцевым термины «зональные» и «интразональные» как синонимы, не сославшись на их автора. Исключением является публикация, написанная Докучаевым в соавторстве с Сибирцевым, — Введение к трудам Особой экспедиции и указание авторства Сибирцева в программе университетского курса «Почвоведение», помещенного в статье Докучаева [17].

Докучаев продолжал очень активную организаторскую и просветительскую деятельность. Нужно отметить его участие в экспонировании почвенных коллекций на российских и зарубежных выставках. На одной из них, в Париже, он был награжден орденом «За заслуги перед земледелием». Назовем также его бесконечные хлопоты по созданию Почвенного института и кафедр почвоведения и микробиологии при университетах, что, к сожалению, не дало результатов. Докучаев постоянно читал лекции по различным вопросам почвоведения и сельского хозяйства. Особо следует выделить прочитанный им в 1898 г. цикл из 15 лекций «Основы сельского хозяйства и средства борьбы с современными сельскохозяйственными невзгодами» [18].

Этот цикл стал крупным событием не только в научной, но и в общественной жизни страны. На лекциях присутствовали крупные деятели сельскохозяйственного производства, землевладельцы, преподаватели вузов. Развернутые рефераты лекций публиковала центральная российская газета «Санкт-Петербургские ведомости». Крупников [19] назвал эти лекции одним из наиболее крупных произведений ученого. В заключительной лекции этого цикла Докучаев утверждал, что *«выше, содержательнее, сложнее и в то же время проще, естественнее, ценнее и даже милее земледелия нет и не может быть никакой другой промышленности как в экономическом и научном, так и в эстетическом и нравственном отношениях»* [18].

Фактически в эти годы Докучаев занял положение одного из ведущих аграриев страны, отчетливо осознавая какое огромное значение имеет подъем сельскохозяйственного производства для аграрной России, и предпринимая все усилия для решения этой проблемы. Наиболее крупным вкладом Докучаева стала разработка им *зональной агрономии*. Он выделил пять сельскохозяйственных областей, связанных с почвенными зонами, и предложил для них систему хозяйствования, причем не только земледелия, но и животноводства, садоводства, лесоводства, водного хозяйства. В связи с этим он поднял вопрос о проведении физико-географического районирования страны.

Широкий круг научных и организационных вопросов, которыми на протяжении всей жизни занимался Докучаев, не позволили ему полностью отдалиться решению проблем развития новой науки о почвах, основы которой, ее фундамент, он заложил на первых этапах своей научной деятельности — при обследовании черноземов и почв Нижегородской губернии. В более поздних работах Докучаев приводил много важных материалов и обобщений, однако в этих работах не вырисовывалась даже в самых общих контурах новая наука о почве в целом. Доверяя Сибирцеву создание и руководство первой кафедрой почвоведения, Докучаев возложил на него решение и этой сложнейшей проблемы, и Сибирцев с ней прекрасно справился.

На первых совещаниях российских почвоведов, своеобразных прообразах последующих почвоведческих съездов, проходивших в Москве в 1907 и 1908 гг., материалы которых почти стенографически изложены в журнале «Почвоведение» [20], несколько раз высказывалось предположение о том, что Н.М. Сибирцев в познании почв «превзошел» своего учителя. В наши дни подобные высказывания могут вызвать лишь недоумение. Между тем чтобы убедиться в обоснованности этих утверждений, достаточно сравнить его «Почвоведение» с лекциями «О почвоведении» [3], прочитанными

Докучаевым в год выхода в свет этого руководства Сибирцева.

В отечественном почвоведении трудно найти работу, равную по своему значению труду Сибирцева, создавшего на фундаменте, заложенном Докучаевым, цельное здание новой науки. По значимости для науки о почвах выход в свет руководства Сибирцева «Почвоведение» сопоставим с публикацией «Русского чернозема». Что же касается постановки и разработки общих проблем почвоведения, то в этом плане труд Сибирцева не имеет себе равных, поэтому его автор — выдающийся ученик и соратник Докучаева Николай Михайлович Сибирцев — должен быть признан не *сооснователем генетического почвоведения*, каким он издавна считается, тем более что и само название этого научного направления о почвах своим появлением обязано именно ему, но, наряду с Докучаевым, его *создателем* и более того *основоположником единой науки о почве*, в которой кроме ее теоретической базы — *генетического почвоведения* — представлено учение о почве как среде обитания растений, которое мы называем *экологическим почвоведением* [5] и за которым, как мы полагаем, будущее. Вспомним американских почвоведов, успешно работающих над составлением глобальных «Приближений», классифицирующих почвы как природные тела. При этом на местном земледельческом уровне основным таксоном у них принята почвенная серия, издавна выделяемая по горным породам и оцениваемая по содержанию элементов питания и влаги, без какой-либо генетической характеристики. Побывавший в США в 1970-х гг. И.П. Герасимов назвал этот прием для США неискоренимым [21]. От себя добавим: «так как он наиболее объективно оценивает почву как среду обитания растений».

Вследствие давно сложившейся в отечественном почвоведении «фетишизации имени В.В. Докучаева» [22] трудно ожидать, что сделанные нами предложения будут восприняты объективно. В связи с этим изложенное выше дополним: никто не знает «нормальных» и «анормальных», «растительно-наземных» и «сухопутно-болотных» почв Докучаева [6], его «юго-западного», «центрального» и «северо-восточного» подотделов черноземов [23], причем все это заимствования, тогда как многочисленные типы и подтипы почв Сибирцева давно стали общепринятыми. Сибирцев предложил названия практически всех основных типов и подтипов почв, принятых в настоящее время. При этом он не только выделил все основные типы почв, но и дал им развернутую характеристику. В «Почвоведении» Сибирцева освещены многие основополагающие положения науки о почве, перекочевавшие во все другие учебники, которыми Докучаев не занимался.

Н.М. Сибирцев ушел из жизни в 40 лет. Трудно представить, какими еще свершениями он обогатил бы науку, прожив хотя бы на несколько лет дольше. Но одно можно утверждать уверенно — отечественное почвоведение пошло бы не тем путем, по которому оно пошло в угоду глиновскому «служению истине, а не пользе». Этот путь привел к полному отказу от изучения почв как среды, субстрата и от решения проблем, связанных с сельскохозяйственным использованием почв. Благодаря работам Сибирцева почвоведение выходило на уровень одной из центральных сельскохозяйственных дисциплин, теоретической основы земледелия. Таким почвоведение виделось и В.В. Докучаеву [5].

Последователи Докучаева и Сибирцева

Удивительно, как все последующие поколения почвоведов, используя и ссылаясь на классификацию Сибирцева, игнорируют тот факт, что она построена в «координатах» генетических типов почв и их петрографических групп, не замечая этой главной ее особенности. Также осталась неиспользованной и очень глубокая характеристика внутризонального разнообразия почв разделением его на интра- и азональные неполные почвы. Но главное, конечно, это — игнорирование обоснования Сибирцева необходимости единения новой докучаевской концепции понимания почв с существующим века учением о почве как среде обитания растений.

С середины XX в. наблюдается приращение Докучаеву особой монументальности, величественности, непогрешимости, в результате чего возник своеобразный «культ» Докучаева, соответствовавший духу времени той эпохи. Появились утверждения, что Докучаев один создал почвоведение, что до него такой науки вообще не существовало и что ее отсчет следует вести от даты защиты им «Русского чернозема» в качестве докторской диссертации — 11 декабря 1883 г. [2]. Между тем первая научная классификация почв разработана римским естествоиспытателем Луцием Колумеллой (I в. н. э.), подразделившим почвы по их тучности (от бедных до богатых) и увлажнению (от сухих до сырых) [19]. А наличие классификации свидетельствует о безусловном существовании научного задела в изучении почв.

В.В. Докучаев, начиная свою деятельность в области почвоведения, полностью воспринял прежнюю систему представлений о почвах. В 1879 г. он писал: «От свойств коренной породы всецело зависит минеральный состав почвы, а значит большее или меньшее содержание в ней растворимых питательных веществ... Почвы нужно классифицировать по их материнским

породам: чернозем лессовидный, известковый, глинистый, песчаный» (цит. по Ярилову [24]). При сходном водном режиме почвы одного генетического типа могут формироваться на разных горных породах, но их плодородие будет различным, в зависимости от исходного содержания биогенных элементов в этих породах. Необходимо добавить к этим определениям тип, подтип и механический состав почв, например: чернозем обыкновенный лессово-тяжелосуглинистый, почва дерново-подзолистая глеевая моренно-среднесуглинистая.

Отметим что в работах Докучаева встречаются неверные и неудачные положения. Это и утверждение, что мощность гумусовых горизонтов увеличивается с возрастом почв и высотой местности, и неудачное использование примера скорости образования почв на развалинах Староладожской крепости, построенной из валунов массивно-кристаллических пород, тогда как почвы России сформированы в основном на рыхлых породах, и выделение нескольких стадий развития почв, тогда как по достижении определенного состояния почва может функционировать бесконечно долго. К тому же предложенный Докучаевым свод главнейших законов почвоведения [23] остался невостребованным. К сожалению, включив в свою трактовку основ почвоведения многие разработки Сибирцева, Докучаев не учел главного положения ученого — *необходимости единения генетического почвоведения с прежним агрогеологическим*, что требует *уравнять по значению генетический тип почв и их механический состав*, определяющий состав почв, обусловленный почвообразующими породами, с чего сам начинал. Это в значительной мере определило путь, по которому пошла отечественная наука о почве.

Путь, который принят, — переход в разряд академических наук, — не тот путь. Почвы — основная среда обитания растений, основной объект сельскохозяйственного производства, ее главная функция — создавать наиболее благоприятные условия для роста растений, поэтому классики почвоведения считали науку о почвах *центральной сельскохозяйственной дисциплиной, теоретической основой земледелия* [24]. Выход на эту ответственную роль предложил Н.М. Сибирцев более 100 лет тому назад. Это единение генетического почвоведения, рассматривающего почву как природное тело по строению почвенного профиля, с уже веками существующим учением о почве как среде обитания растений, оценивающим их по плодородию и классифицирующим по гранулометрическому составу.

О перспективности такого пути свидетельствует опыт отечественных лесоводов. В начале XX в. Г.Ф. Морозов обосновал учение о взаимосвязи

леса и его среды, названное сначала учением о типах насаждений, а позднее — лесной типологией [25]. Морозов попытался создать классификацию типов насаждений на базе генетических типов почв: например, — дубравы на серых или темно-серых лесных почвах, солонцах и др. [26]. Однако эта попытка успехом не увенчалась — насаждения, сходные по составу и продуктивности, нередко произрастали на разных типах почв, и наоборот.

Классификация лесов и почвогрунтов А.А. Крюденера

Крупный деятель лесохозяйственного производства России того периода *А.А. Крюденер*, многие годы собиравший народные природоведческие знания, выделил *три фактора — климат, почвогрунт и растительное сообщество, которые, «будучи связаны вместе, дают нам понятие о типе насаждения»* [27, с. 23], сформулировав, таким образом, на 20 лет раньше английского геоботаника А. Тэнсли [28] определение экосистемы. В своей сопряженной классификации лесов и почвогрунтов Крюденер использовал классификационный принцип Сибирцева. Шкалу петрографических групп Сибирцева он совместил со шкалой богатства почв элементами питания и сделал основной, поскольку именно уровень обеспеченности почв пищей определяет состав, а значит, и тип насаждений. Шкалу генетических типов почв Крюденер заменил шкалой увлажнения. Внутри однородного по климату региона, а Крюденер систематизировал внутризональное разнообразие лесов, типы почв тесно связаны с уровнем увлажнения (дерново-слабоподзолистые — дерново-подзолисто-глеевые — торфяно-болотные). В результате *генетическая классификация почв Сибирцева превратилась в классификацию почвогрунтов по их плодородию*, по их обеспеченности пищей и влагой. При таком подходе оказалось, что определяют *состав и продуктивность насаждений не генетические типы почв, как полагал Морозов, а механический состав почвообразующих пород*, отражающий уровень их обеспеченности элементами питания, — чем меньше в них песка, тем больше элементов питания, сосредоточенных в тонких фракциях.

Классификация начала использоваться при лесоустройстве. Однако Крюденер был немцем, имевшим титул барона, дарованный Екатериной II его семье, которая на протяжении многих поколений проживала в Прибалтике. В 1918 г. он вместе с семьей выехал в Финляндию, а затем в Германию. Этого было достаточно для того, чтобы в СССР его труды, в том числе и лесотипологическая классификация, были изъяты из

употребления, а имя предано забвению. За основу при классификации типов леса были приняты разработки В.Н. Сукачева (сосняки-брусничники, ельники-черничники и др.).

Позднее ученик Г.Н. Высоцкого П.С. Погребняк преобразовал центральный фрагмент таблицы Крюденера в компактную классификационную модель в «координатах» четырех типов богатства (трофности) и шести типов увлажнения земель [7, 29], получившую название *эдафической сетки* (от лат. edaphos — почва, земля), которая стала основой украинской школы лесной типологии. Суть этой классификации можно сформулировать следующим образом. В природе имеется четыре основных типа земель разного богатства элементами питания. В разных типах климата к ним приурочены насаждения из пород, сходных по требовательности к этим элементам, но различающихся по теплолюбию и морозостойчивости. Вследствие непризнания почвоведомы-генетиками механического состава как показателя плодородия почв в эдафической сетке, в отличие от классификационной таблицы Крюденера, богатство почв биоэлементами оценивается методом фитоиндикации — по соотношению в составе всех ярусов насаждений олиго-, мезо- и мегатрофов. Напомним классификацию Колумеллы и то, что на протяжении XIX в. во многих странах Западной Европы почвы разделяли на подобные четыре *группы богатства — ржаные* (песчаные), *овсяные* (суглинисто-песчаные), *ячменные* (песчано-суглинистые) и *пшеничные* (суглинистые). Это деление утратило силу лишь после того, как на пашне начали интенсивно вносить удобрения. Позднее типологи разработали климатические сетки [34].

Наши исследования показали, что трофность местообитаний обусловлена количеством двух биоэлементов — фосфора и калия, которые имеют очень важное значение в жизнедеятельности растительных организмов, часто выступают в качестве лимитирующих. При их определении в вытяжке Гинзбург [30] определил, что в *бедных типах* (кварцевые пески) содержание фосфора и (или) калия не превышает 0,02 % — P_2O_5 и 0,03 % — K_2O , в *относительно бедных* (полимиктовые и глинистые пески, песчаники, легкие супеси) соответственно 0,04 и 0,06 %, в *относительно богатых* (супеси, двучленные отложения, элювий гранитов, гнейсов) — 0,06 и 0,20 %, в *богатых* (покровные, лессовидные и многие другие суглинки и глины, речные и озерные илы, элювий основных пород) — более 0,06 % — P_2O_5 и 0,20 % — K_2O [31].

Исходя из плодородия почвогрунтов стало возможным создание стройной системы всего разнообразия лесов разных природных зон — от

чистых низкобонитетных древостоев олиготрофа сосны на бедных сухих и заболоченных землях (боры) до сложных по составу высокопродуктивных насаждений мезо- и мегатрофов дубрав, раменей, бучин и др. на богатых оптимально увлажненных землях. Также можно систематизировать любую другую растительность — бедные верховые болота на ультрапресных грунтовых водах, относительно богатые переходные — на слабоминерализованных, богатые низинные болота и злаково-разнотравные луга — на высокоминерализованных.

Заключение

Уровень плодородия среды, обусловленный количеством и режимом поступления **лимитированных экологических ресурсов — тепла, влаги и пищи**, является **интегральным, результирующим показателем качества среды**, определяющим ее пригодность для жизни, степень комфортности [32]. Он открывает путь для количественного решения уравнения связи почв с факторами почвообразования. Разработанный А.А. Крюденером принцип систематизации лесов по нарастанию плодородия их местообитаний основополагающий не только для лесоводства, но в целом для понимания закономерностей взаимосвязей между живой и неорганической природой. Как утверждал В.В. Докучаев, эти взаимосвязи составляют **суть, ядро естествознания** [23]. Полученные лесоводскими типологами материалы позволяют сделать по этому вопросу следующие обобщения.

Состав, структура и продуктивность биоты обусловлены наличием, количеством, соотношением на земной поверхности основных лимитированных экологических (необходимых для жизни) ресурсов — **тепла, влаги и пищи**, или **уровнем ее плодородия**. Наибольшие продуктивность и видовое разнообразие, с преобладанием самых требовательных видов, наблюдаются при оптимальном соотношении этих ресурсов. При недостатке или избытке хотя бы одного из них разнообразие и продуктивность биоты резко снижаются, а с определенного этапа жизнь вообще становится невозможной.

Основной принцип лесотипологической классификации — систематизация лесов по нарастанию обеспеченности их местообитаний лимитированными ресурсами — элементами питания и влагой, т. е. по плодородию, и сведение на основе фитоиндикации (по потребностям разных видов растений в этих ресурсах) всего многообразия лесных земель к весьма ограниченному количеству **биологически равноценных типов местообитаний** стали мощным стимулом для того, чтобы эта классификация получила широкое применение в лесохозяйственном производстве. В период,

когда лесное хозяйство Украины особенно активно использовало принципы лесной типологии (1950–1970 гг.), оно выходило на уровень одного из лучших в мире [33]. Однако и сейчас в Украине, где данная классификация узаконена, ни одно мероприятие не планируется и не реализуется без предварительного определения типа леса, в котором оно должно осуществляться. Начатый на рубеже XIX–XX вв. в лесоустройстве, а далее в лесокультурном деле перевод лесного хозяйства на лесотипологические принципы к настоящему времени в Украине доведен до такого уровня, когда практически все мероприятия — от лесовозобновления до рубок главного пользования — планируются и реализуются на лесотипологической основе с учетом потенциальной производительности земель разных типов леса. Это уже нельзя назвать «внедрением». Это выход на гораздо более высокий уровень, на положение **основной теоретической базы лесохозяйственного производства**. Следуя по пути единения генетического (как природного тела) и экологического (как среды обитания) почвоведения, предложенного Сибирцевым, оно имеет перспективы выйти на положение теоретической основы земледелия.

Список литературы

- [1] Докучаев В.В. Русский чернозем. 1883. // Сочинения. Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1949. Т. III. С. 23–528.
- [2] Ковда В.А., Розанов Б.Г. (ред.). Почвоведение. М.: Высшая школа, 1988. Ч. I. 400 с.
- [3] Докучаев В.В. О почвоведении (Лекции, прочитанные в Полтаве в 1900 г.). 1900 // Сочинения. Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1953. Т. VII. С. 257–296.
- [4] Сибирцев Н.М. Химический состав растительно-наземных почв Нижегородской губернии. 1886 // Избранные сочинения. Т. II. М.: Сельхозгиз, 1953. С. 120–251.
- [5] Мигунова Е.С. Почвоведение и лесная типология. Изучение почв как среды обитания растений. Харьков: Планета-Принт, 2017. 94 с.
- [6] Докучаев В.В. Естественно-историческая классификация русских почв. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Вып. I. 1886 // Сочинения. Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1950. С. 342–391.
- [7] Рупрехт Ф.И. Геоботанические исследования о черноземе, с картой распространения чернозема в Европейской России // Прил. к 10-му тому Зап. Акад. наук, № 6. СПб.: Тип. Акад. наук, 1866.
- [8] Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. 1892 // Сочинения. Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1951. Т. VI. С. 17–108.
- [9] Сибирцев Н.М. (совместно с В.В. Докучаевым) Введение. Труды экспедиции снаряженной лесным департаментом. 1894 // Избранные сочинения. Т. II. М.: Сельхозгиз, 1953. С. 427–455.
- [10] Сибирцев Н.М. Об основаниях генетической классификации почв. 1895 // Избранные сочинения. Т. II. М.: Сельхозгиз, 1953. С. 271–293.
- [11] Вернадский В.И. Об участии живого вещества в создании почв. 1926 // Труды по биогеохимии и геохимии почв / Ред. В.В. Добровольский. М.: Наука, 1992. С. 282–301.

- [12] Захаров С.А. Курс почвоведения. Москва; Ленинград: Сельхозгиз, 1931. 550 с.
- [13] Отоцкий П.В. Очерк развития географических идей в почвоведении // Естествознание и география, 1908. № 6. С. 1–13.
- [14] Сибирцев Н.М. Почвоведение. 1900–1901 // Избранные сочинения. Т. I. М.: Сельхозгиз, 1951. С. 19–474.
- [15] Мацеевич К. Сибирцев как профессор // Почвоведение, 1900. № 4. С. 264–269.
- [16] Сибирцев Н.М. Чернозем в разных странах. 1897 // Избранные сочинения. Т. II. М.: Сельхозгиз, 1953. С. 370–384.
- [17] Сибирцев Н.М. Программа курса почвоведения // в статье В.В. Докучаева «К вопросу об открытии при русских университетах кафедр Почвоведения и учения о микроорганизмах». // Избранные сочинения. Т. II. М.: Сельхозгиз, 1953. С. 217–253.
- [18] Докучаев В.В. Основы сельского хозяйства и средства борьбы с современными сельскохозяйственными невзгодами. 1898 // Сочинения. Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1953. Т. VII. С. 211–226.
- [19] Крупеников И.А. История почвоведения. М.: Наука, 1981. 328 с.
- [20] Второе совещание почвоведов 2–7 января 1908 г., организованное агрономической комиссией Политехнического музея. Хроника // Почвоведение, 1908. № 1–4.
- [21] Геннадиев А.П., Герасимова М.И. О некоторых тенденциях в современных классификациях почв США // Почвоведение, 1980. № 9. С. 3–12.
- [22] Иванов И.В. История отечественного почвоведения. Кн. I. 1870–1947 гг. М.: Наука, 2003. 397 с.
- [23] Докучаев В.В. Частные публичные курсы по сельскому хозяйству и основным для него наукам. 1899 // Сочинения. Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1953. Т. VII. С. 227–244.
- [24] Ярилов А.А. Наследство В.В. Докучаева // Почвоведение, 1939. № 3. С. 7–19.
- [25] Морозов Г.Ф. О типах насаждений и их значении в лесоводстве // Лесной журнал, 1904. Вып. 1. С. 6–25.
- [26] Морозов Г.Ф. Исследование лесов Воронежской губернии // Лесной журнал, 1913. Вып. 3, 4. С. 463–481.
- [27] Крюденер А.А. Основы классификации типов насаждений и их народнохозяйственное значение в обиходе страны. Пгг, 1916–1917. Ч. I–I. 318 с.
- [28] Tansley A.G. The use and abuse of vegetation concepts and terms // Ecology, 1935, v. 16, no. 3.
- [29] Погребняк П.С. Основы лесной типологии. Киев: АН УССР, 1955. 456 с.
- [30] Гинзбург К.Е. Методы определения фосфора в почвах // Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. С. 118.
- [31] Мигунова Е.С. Леса и лесные земли (количественная оценка взаимосвязей). М.: Экология, 1993. 364 с.
- [32] Мигунова Е.С. Типы леса и типы природы. Экологические взаимосвязи. Saarbücken: Palmarium Academic Publishing, 2014. 295 с.
- [33] Бобров Р.В. Лесные наши учителя. М.: ВНИИЦ Лесресурс, 1997. № 7. 58 с.
- [34] Воробьев Д.В. Лесотипологическая классификация климатов // Тр. Харьковского СХИ, 1961. Т. 30; 1972. Т. 169.
- [35] Докучаев В.В. К учению о зонах природы: горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. 1898 // Сочинения. Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1951. Т. VI. С. 398–414.
- [36] Лавриненко Д.Д. Основы лесной экологии. Киев: УСХА, 1978. 35 с.
- [37] Погребняк П.С. Основи типологічної класифікації та методика складати її // Сер. наук. вид. ВНДІЛГА. Харків: ВНДІЛГА, 1931. Вип. 10. С. 180–189.

Сведения об авторе

Мигунова Елена Сергеевна — д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник УкрНИИЛХА, migunova-e-s@yandex.ua

Поступила в редакцию 12.04.2019.

Принята к публикации 16.09.2019.

CREATORS OF GENETIC SOIL VV DOKUCHAEV AND N.M. SIBIRTSEV

E.S. Migunova

Ukrainian Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry named after G.M. Vysotsky, 86, Pushkinskaya st., 61024, Kharkiv, Ukraine

migunova-e-s@yandex.ua

The history of the genetic soil science formation is briefly described. We not only consider V.V. Dokuchaev to be the founder but also his student and associate N.M. Sibirtsev. Sibirtsev developed a method of soil scoring, created a classification of soils called genetic which substantiates their horizontal zonality and intrazonal diversity. He organized the first department of soil science, the creation of which was achieved by Dokuchaev and wrote the first textbook "Soil Science", in which he substantiated the need for the unity of genetic soil science with the doctrine of soil as a plant habitat that has existed for many centuries. The achievements of the Morozov-Kruegener forest typology school, which studies soils from the point of view of a plant habitat, are presented.

Keywords: genetic soil science, appraisal, classification, horizontal zoning, intrazonal and azonal soils, forest typology, habitat

Suggested citation: Migunova E.S. *Sozdateli geneticheskogo pochvovedeniya V.V. Dokuchaev i N.M. Sibirtsev* [Creators of genetic soil V.V. Dokuchaev and N.M. Sibirtsev]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019. T. 23. № 6. С. 60–74. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-60-74

References

- [1] Dokuchaev V.V. *Russkiy chernozem. 1883* [Russian black soil. 1883] Sochineniya [Works]. Moscow; Leningrad: Acad. Sciences of the USSR, 1949, t. III, pp. 23–528.
- [2] Kovda V.A., Rozanov B.G. (red.). *Pochvovedenie* [Soil science]. Moscow: Higher school, 1988, part I, 400 p.
- [3] *O pochvovedenii (Lektsii, pročitannye v Poltave v 1900 g.). 1900* [On soil science (Lectures given in Poltava in 1900). 1900] Sochineniya [Works]. Moscow; Leningrad: Acad. Sciences of the USSR, 1953, t. VII, pp. 257–296.
- [4] Sibirtsev N.M. *Khimicheskii sostav rastitel'no-nazemnykh pochv Nizhegorodskoy gubernii. 1886* [The chemical composition of plant-land soils of the Nizhny Novgorod province. 1886] Izbrannye sochineniya [Selected Works]. T. II. Moscow: Selkhozgiz, 1953, pp. 120–251.
- [5] Migunova E.S. *Pochvovedenie i lesnaya tipologiya. Izuchenie pochv kak sredy obitaniya rasteniy* [Soil science and forest typology. Study of soils as a habitat for plants]. Khar'kov: Planet-Print, 2017, 94 p.
- [6] Dokuchaev V.V. *Estestvenno-istoricheskaya klassifikatsiya russkikh pochv. Materialy k otsenke zemel' Nizhegorodskoy gubernii. Vyp. I. 1886* [Natural-historical classification of Russian soils. Materials for the assessment of the land of the Nizhny Novgorod province. Vol. I. 1886] Sochineniya [Works]. Moscow; Leningrad: Acad. Sciences of the USSR, 1950, pp. 342–391.
- [7] Ruprecht F.I. *Geobotanicheskie issledovaniya o chernozeme, s kartoy rasprostraneniya chernozema v Evropeyskoy Rossii* [Geobotanical studies of chernozem, with a map of the distribution of chernozem in European Russia] Pril. k 10-mu tomu Zap. Akad. nauk [App. to the 10th volume of Zap. Acad. Sciences], no. 6. SPb.: Type Acad. Sciences, 1866.
- [8] Dokuchaev V.V. *Nashi stepi prezhde i teper'. 1892* [Our steppes before and now. 1892] Sochineniya [Works]. Moscow; Leningrad: Acad. Sciences of the USSR, 1951, t. VI, pp. 17–108.
- [9] Sibirtsev N.M. (sovместно s V.V. Dokuchaevym) *Vvedenie. Trudy ekspeditsii snaryazhennoy lesnym departamentom. 1894* [(Together with V.V. Dokuchaev). Introduction. Proceedings of the expedition equipped by the forest department. 1894] Izbrannye sochineniya [Selected Works]. T. II. Moscow: Selkhozgiz, 1953, pp. 427–455.
- [10] Sibirtsev N.M. *Ob osnovaniyakh geneticheskoy klassifikatsii pochv. 1895* [On the basis of soil genetic classification. 1895] Izbrannye sochineniya [Selected Works]. T. II. Moscow: Selkhozgiz, 1953, pp. 271–293.
- [11] Vernadskiy V.I. *Ob uchastii zhivogo veshchestva v sozdanii pochv. 1926 // Trudy po biogeokhimii i geokhimii pochv* [On the participation of living matter in the creation of soils. 1926] [Works on biogeochemistry and soil geochemistry]. Ed. V.V. Dobrovolsky. Moscow: Nauka, 1992, pp. 282–301.
- [12] Zakharov S.A. *Kurs pochvovedeniya* [The course of soil science]. Moscow; Leningrad: Selkhozgiz, 1931, 550 p.
- [13] Ototskiy P.V. *Ocherk razvitiya geograficheskikh idey v pochvovedenii* [Essay on the development of geographical ideas in soil science] *Estestvoznaniye i geografiya* [Natural History and Geography], 1908, no. 6, pp. 1–13.
- [14] Sibirtsev N.M. *Pochvovedenie. 1900–1901* [Soil science. 1900–1901] Izbrannye sochineniya [Selected Works]. T. I. Moscow: Selkhozgiz, 1951, pp. 19–474.
- [15] Matseevich K. *Sibirtsev kak professor* [Sibirtsev as a professor] *Pochvovedenie* [Soil Science], 1900, no. 4, pp. 264–269.
- [16] Sibirtsev N.M. *Chernozem v raznykh stranakh. 1897* [Chernozem in different countries. 1897] Izbrannye sochineniya [Selected Works]. T. II. Moscow: Selkhozgiz, 1953, pp. 370–384.
- [17] Sibirtsev N.M. *Programma kursa pochvovedeniya. V stat'e V.V. Dokuchaeva «K voprosu ob otkrytii pri russkikh universitetakh kafedr Pochvovedeniya i ucheniya o mikroorganizmakh»* [The program of the course in soil science. In the article by V.V. Dokuchaeva «On the issue of opening at the Russian universities departments of soil science and the study of microorganisms»] Izbrannye sochineniya [Selected works]. T. II. Moscow: Selkhozgiz, 1953, pp. 217–253.
- [18] Dokuchaev V.V. *Osnovy sel'skogo khozyaystva i sredstva bor'by s sovremennymi sel'skokhozyaystvennymi nevgodami. 1898* [Fundamentals of agriculture and means of dealing with modern agricultural adversity. 1898] Sochineniya [Works]. Moscow; Leningrad: Acad. Sciences of the USSR, 1953, t. VII, pp. 211–226.
- [19] Krupenikov I.A. *Istoriya pochvovedeniya* [History of soil science]. Moscow: Nauka, 1981, 328 p.

- [20] *Vtoroe soveshchaniye pochvedovedov 2–7 yanvarya 1908 g., organizovannoe agronomicheskoy komissiey Politekhnicheskogo muzeya. Khronika* [The second meeting of soil scientists January 2–7, 1908, organized by the agronomic commission of the Polytechnic Museum. Chronicle] *Pochvovedenie* [Soil Science], 1908, no. 1–4.
- [21] Gennadiyev A.P., Gerasimova M.I. *O nekotorykh tendentsiyakh v sovremennykh klassifikatsiyakh pochv SShA* [About some trends in modern classifications of US soils] *Pochvovedenie* [Soil Science], 1980, no. 9, pp. 3–12.
- [22] Ivanov I.V. *Istoriya otechestvennogo pochvovedeniya. Kn. I. 1870–1947 gg.* [History of domestic soil science. Prince I. 1870–1947]. Moscow: Nauka, 2003, 397 p.
- [23] Dokuchaev V.V. *Chastnye publichnye kursy po sel'skomu khozyaystvu i osnovnym dlya nego naukam. 1899* [Private public courses on agriculture and basic sciences. 1899] *Sochineniya* [Works]. Moscow; Leningrad: Acad. Sciences of the USSR, 1953, t. VII, pp. 227–244.
- [24] Yarilov A.A. *Nasledstvo V.V. Dokuchaeva* [Inheritance of V.V. Dokuchaev] *Pochvovedenie* [Soil Science], 1939, no. 3, pp. 7–19.
- [25] Morozov G.F. *O tipakh nasazhdeniy i ikh znachenii v lesovodstve* [On types of plantations and their significance in forestry]. *Lesnoy zhurnal*, 1904, v. 1, pp. 6–25.
- [26] Morozov G.F. *Issledovanie lesov Voronezhskoy gubernii* [Investigation of the forests of the Voronezh province]. *Lesnoy zhurnal*, 1913, v. 3–4, pp. 463–481.
- [27] Kryudener A.A. *Osnovy klassifikatsii tipov nasazhdeniy i ikh na-rodnokhozyaystvennoye znachenie v obikhode strany* [The basis for the classification of plantation types and their national economic importance in the country's everyday life]. *Ptg*, 1916–1917, p. I–I, 318 p.
- [28] Tansley A.G. The use and the abuse of vegetation concepts and terms. *Ecology Publ.*, 1935, v. 16, pp. 284–307.
- [29] Pogrebnyak P.S. *Osnovy lesnoy tipologii* [Basics of forest typology]. Kiev: Academy of Sciences of the Ukrainian SSR Publ., 1955, 456 p.
- [30] Ginzburg K.E. *Metody opredeleniya fosfora v pochvakh* [Methods for determination of phosphorus in soils] *Agrochemical methods of soil investigation*. Moscow: Nauka, 1975, p. 118.
- [31] Migunova E.S. *Les i lesnye zemli (kolichestvennaya otsenka vzaimosvyazey)* [Forests and forest lands (a quantitative assessment of mutual relations)]. Moscow: Ecology, 1993, 364 p.
- [32] Migunova E.S. *Tipy lesa i tipy prirody. Ekologicheskie vzaimosvyazi* [Types of forests and types of nature]. *Ecological relationships*. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, Germany Publ., 2014, 295 p.
- [33] Bobrov R.V. *Lesnye nashi uchitelya* [Our teachers are forest]. Moscow: VNIIZLesresurs, 1997, no. 7, 58 p.
- [34] Vorob'ev D.V. *Lesotipologicheskaya klassifikatsiya klimatov* [Lesitopologicheskaya classification of climates] *Tr. Kharkov Agricultural Institute*, 1961, t. 30, pp. 23–43; 1972, t. 169, pp. 51–62.
- [35] Dokuchaev V.V. *K ucheniyu o zonakh prirody: gorizontallye i vertikal'nyye pochvennyye zony. 1898* [To the study of nature zones: horizontal and vertical soil zones. 1898] *Sochineniya* [Works]. Moscow; Leningrad: Acad. Sciences of the USSR, 1951, t. VI, pp. 398–414.
- [36] Lavrinenko D.D. *Osnovy lesnoy ekologii* [Fundamentals of forest ecology]. Kiev: USHA, 1978, 35 p.
- [37] Pogrebnyak P.S. *Osnovi tipologichnoi klasifikatsii ta metodika skladati ii* [The basis of the typological classification and the methodology of warehousing]. *Ser. nauk. VNDILGA*, Kharkiv: VNDILGA Publ., 1931, v. 10, pp. 180–189.

Author's information

Migunova Elena Sergeevna — Dr. Sci. (Agricultural), Professor, Academician of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Leading Scientist of the Forest Ecology Laboratory of the Ukrainian Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry named after G.M. Vysotsky, migunova-l-s@yandex.ua

Received 12.04.2019.

Accepted for publication 16.09.2019.

ВЛИЯНИЕ УГЛА ТРЕНИЯ ТРАКА О ПОЧВУ НА КОЭФФИЦИЕНТ СЦЕПЛЕНИЯ ТРАКА

А.Ф. Алябьев, А.А. Котов, В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1
alyabievaf@gambler.ru

Исследовано взаимодействие трака гусеницы трактора с почвой. Рассмотрено влияние коэффициента трения трака о почву на тягово-сцепные свойства трака. В качестве модели использовалась двумерная модель, построенная на основе методов статики сыпучей среды. Представлены результаты экспериментальных исследований, проведенных с помощью двумерной модели при различных значениях коэффициента трения трака о почву. Определена предельная внешняя касательная сила на траке. В ходе сравнения полученных значений с результатами расчета установлено, что сцепные свойства трака незначительно варьируют при изменении коэффициента трения трака о почву, причем при его уменьшении эти свойства улучшаются. Даны рекомендации о необходимости использования коэффициента трения покоя, который учитывает даже незначительные перемещения области предельного равновесия по траку.

Ключевые слова: трак гусеницы трактора, коэффициент сцепления трака с почвой, угол трения

Ссылка для цитирования: Алябьев А.Ф., Котов А.А., Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е. Влияние угла трения трака о почву на коэффициент сцепления трака // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 75–80. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-75-80

На тягово-сцепные качества трактора значительное влияние оказывают параметры трака гусеницы, в частности изменение его геометрических размеров: длины, ширины, высоты грунтозацепа, а также формы, расположения грунтозацепов, значений коэффициента трения материала трака о почву.

Цель работы

Цель работы — изучение влияния коэффициента трения материала трака о почву на коэффициент его сцепления с помощью методов статики сыпучей среды, поскольку в литературе [1, 2] этому вопросу уделено мало внимания в отличие от влияния геометрических размеров трака на коэффициент сцепления, рассмотренного многими исследователями [3–15]. При изучении взаимодействия трака с почвой ранее нами применялись [5, 6] методы статики сыпучей среды [2, 16–20], показавшие свою эффективность судя по полученным результатам.

Материалы и методы

В качестве математической модели взаимодействия трака гусеницы с почвой использовалась двумерная модель [5], построенная на основе методов статики сыпучей среды [16]. В этой модели предельно допустимые касательные напряжения на площадке скольжения определяются по закону Кулона, масса почвы не учитывается.

Предельная внешняя касательная сила P_y на траке составляет (рис. 1):

$$P_y = b(h\sigma_{ky} + l\sigma_{kx} \operatorname{tg} \omega),$$

где ω — угол трения трака о почву;

σ_{ky} — нормальное к грунтозацепу давление на почву, Н/см²,

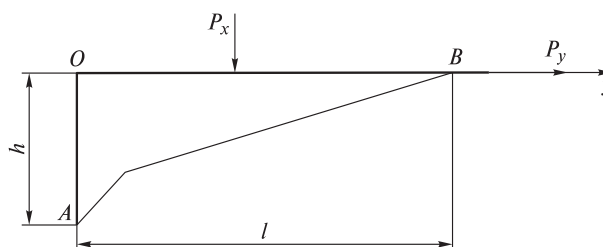


Рис. 1 Внешние силы, действующие на трак
Fig. 1. The external forces acting on the truck

$$\sigma_{ky} = \sigma_y (1 + \sin \rho) \frac{\sin(\varphi_y - \delta)}{\sin(\varphi_y + \delta)} - C \operatorname{ctg} \rho;$$

σ_y — среднее приведенное нормальное напряжение, возникающее под действием грунтозацепа, Н/см²,

$$\sigma_y = \frac{\sigma_{kx} + C \operatorname{ctg} \rho}{1 + \sin \rho \cos(2\varphi_y)};$$

σ_{kx} — нормальное к подошве трака давление на почву, Н/см²,

$$\sigma_{kx} = \frac{P_x}{bl};$$

φ_y — угол между грунтозацепом и направлением главного компонента напряжения σ_{\max} , действующего со стороны подошвы трака,

$$\varphi_y = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2} \left(\arcsin \frac{\sin \omega}{\sin \rho} - \omega \right);$$

δ — угол между линией разрыва и приведенным напряжением вблизи линии разрыва,

$$\sin \varphi_y = \frac{\sin \delta}{\sin \rho};$$

l — длина области предельного равновесия, см,

$$l = h \frac{1 + \operatorname{ctg}(\alpha) \operatorname{ctg}\left(\varepsilon - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi_y\right)\right)}{\operatorname{ctg}(\alpha) + \operatorname{ctg}\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right)};$$

α — угол наклона линии разрыва к грунтозацепу,

$$\alpha = \frac{1}{2} \left(\arcsin\left(\frac{\sin \delta}{\sin \rho}\right) + \delta \right);$$

ε — углы наклона линий скольжения к направлению σ_{\max} ,

$$\varepsilon = \frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2}.$$

Т а б л и ц а 1

Физические и прочностные свойства дерново-подзолистой суглинистой почвы
Physical and strength properties of sod-podzolic loamy soil

Показатель	Значения
Число пластичности	12
Плотность частиц почвы, г/см ³	2,33
Влажность почвы в слое 0...5 см, %	36,81
Плотность почвы, г/см ³	1,54
Плотность сухой почвы, г/см ³	1,12
Относительная влажность почвы, %	80,24
Угол внутреннего трения ρ , град	21,8
рад	0,38
Сцепление почвы C , Н/см ²	1,0
Угол трения ω поверхности трака о почву: наждачная бумага P40, град	36,8
рад	0,642
сталь, град	26,4
рад	0,461
сталь с силиконовой смазкой, град	23,9
рад	0,417

Используя приведенные выше формулы, построим график зависимости предельной внешней касательной силы P_y на траке от угла трения трака ω о почву (рис. 2). При расчетах воспользуемся свойствами почвы (табл. 1).

По графику (см. рис. 2) видно, что при уменьшении угла трения трака о почву предельная внешняя касательная сила на траке растет, а длина области предельного равновесия увеличивается. Утверж-

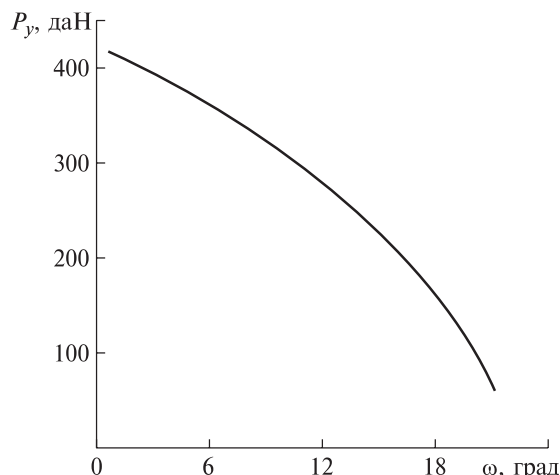


Рис. 2. Зависимость предельной внешней касательной силы P_y на траке от угла трения ω трака о почву

Fig. 2. Dependence of the limiting external tangential force P_y on the track on the angle of friction ω of the track on the soil

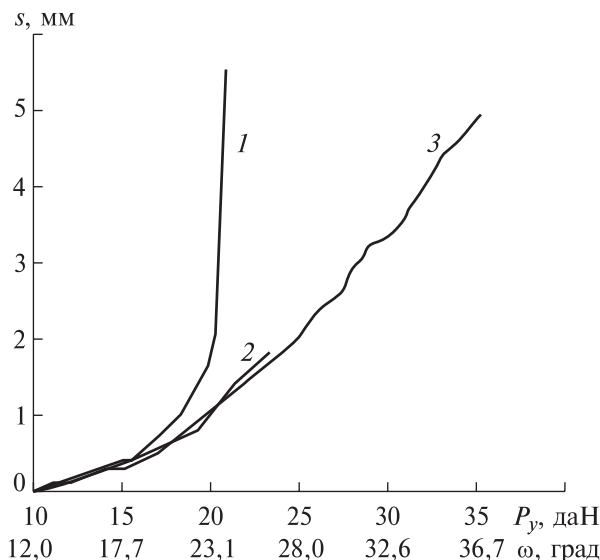
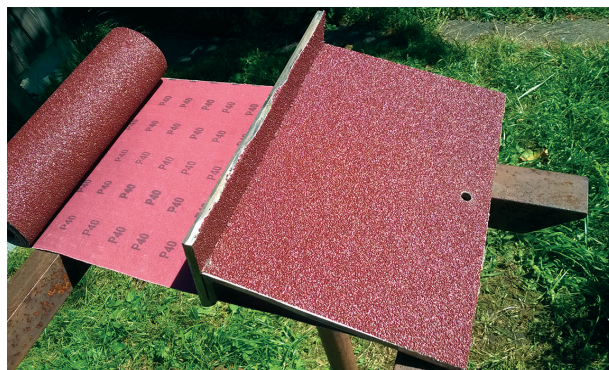


Рис. 3. Зависимость перемещения пластины от внешней касательной силы на траке: 1 — стальная поверхность, обработанная наждачной бумагой P800 и покрытая силиконовой смазкой; 2 — стальная поверхность, обработанная наждачной бумагой P800; 3 — поверхность, оклеенная наждачной бумагой P40

Fig. 3. The dependence of the plate movement on the external tangent force on the track: 1 — steel surface treated with P800 sandpaper and coated with silicone grease; 2 — the steel surface is treated with sandpaper P800; 3 — surface covered with sand paper P40

дение о предельной внешней касательной силе на траке, сделанное на основании расчетов, нуждается в экспериментальной проверке, поскольку при рассмотрении взаимодействия гусеницы с почвой другими методами [4] сделаны противоположные выводы о влиянии коэффициента трения трака о почву на сцепные свойства гусеничного движителя. Для проверки результатов расчета были проведены экспериментальные исследования.



а



б

Рис. 4. Модели траков: а — трак с рабочей поверхностью, оклеенной наждачной бумагой Р40; б — трак со стальной рабочей поверхностью, обработанной наждачной бумагой Р800
Fig. 4. Models of trucks: а — a truck with a working surface covered with sand paper Р40; б — the truck with a steel working surface treated with sandpaper Р800

Результаты и обсуждение

Работа проводилась в квартале 26В Хотьковского участкового лесничества Сергиево-Посадского филиала ГКУ «Мособллес». В одном месте определялись физические и прочностные характеристики почвы [21–23] (см. табл. 1).

Влажность почвы определялась методом высушивания до постоянной массы, плотность — режущим кольцом, плотность сухой почвы — расчетным методом, плотность частиц почвы — пикнометрическим методом с водой, влажность на границе текучести — пенетрацией конусом, влажность на границе раскатывания — раскатыванием в жгут, угол внутреннего трения и удельное сцепление почвы определялись методом одноплоскостного среза.

Значение коэффициента $\operatorname{tg}\omega$ трения трака о почву находили с помощью протаскивания пластины из материала трака по почве. При проведении работ исследовались пластины с поверхностью, оклеенной наждачной бумагой Р40, со стальной поверхностью, обработанной наждачной бумагой Р800, и со стальной поверхностью, обработанной наждачной бумагой Р800 и покрытой силиконовой смазкой. Обработка пластин абразивным материалом зернистостью М20 [20] (наждачная бумага Р800) имитирует поверхность трака, работающего на суглинистых почвах. Пластина нагружалась грузом (общая масса m пластины с грузом составляла 47 кг), устанавливалась предельная внешняя касательная сила на траке, необходимая для начала движения пластины (см. рис. 1). Внешнюю касательную силу на траке увеличивали ступенчато. При этом на каждой ступени происходило перемещение пластины, которое фиксировалось индикатором часового типа ИЧ 10 0.01 (рис. 3).

В месте определения свойств почвы проводились исследования физических моделей трака. Размер моделей траков: ширина — $b = 30$ см; высота грунтозацепа — $h = 4$ см; длина опорной поверхности — $l = 21$ см. Исследовались траки с рабочей поверхностью, оклеенной наждачной бумагой Р40, со стальной рабочей поверхностью, обработанной наждачной бумагой Р800 и со стальной рабочей поверхностью, обработанной наждачной бумагой Р800 и покрытой силиконовой смазкой (рис. 4).

Исследования физических моделей велись следующим образом. На поверхности почвы выравнивалась площадка. В ней была проделана прорезь по размерам грунтозацепа трака. Трак заглублялся в почву. Общая масса m трака и груза также составляла 47 кг. К траку прикладывалась внешняя касательная сила, которая увеличивалась до срыва трака (см. рис. 1) (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Результаты определения предельной внешней касательной силы на траке P_y , N
The results of determining the ultimate external tangential force on the track P_y , N

Поверхность трака	Эксперимент	Расчет	Расчетные значения коэффициента трения $\operatorname{tg}\omega$ / угла трения трака о почву ω
Наждачная бумага	1410	1410	0,345 / 19,8
Сталь	1480	1475	0,341 / 19,6
Сталь со смазкой	1525	1536	0,338 / 19,3

Анализ результатов экспериментальных исследований

Для использования математической модели [5] необходимо знать угол ω трения поверхности трака о почву. При этом должно выполняться условие $\omega < \rho$. Из табл. 1 следует, что это условие не было соблюдено. Примем значения угла ω трения трака о почву, при которых расчетные значения предельной внешней касательной силы P_y на траке близки к экспериментальным. Эти значения можно найти по графику (см. рис. 2) или рассчитать, используя приведенный в начале статьи алгоритм. Полученные значения угла трения трака о почву для различных поверхностей трака либо совпадают, либо очень близки. В математической модели [5] угол ω трения используется при рассмотрении взаимодействия области предельного равновесия почвы с поверхностью трака. Эта область перемещается вместе с траком, и перемещение трака относительно области предельного равновесия небольшое. К тому же при небольших перемещениях трака относительно почвы угол трения (угол трения покоя) изменяется от нуля до значения угла внутреннего трения (см. рис. 3, табл. 1). Для рассматриваемого случая при массе трака с грузом в размере 47 кг и коэффициенте трения трака о почву, равном 0,341, предельная внешняя касательная сила на траке составляет 16 даН. Для $P_y = 16$ даН все три кривые для рассмотренных поверхностей трака практически совпадают (см. рис. 3), а перемещение трака относительно области предельного равновесия составит около 0,05 мм.

Выводы

Экспериментальные исследования показали, что траки с различными коэффициентами трения рабочей поверхности о почву имеют близкие сцепные свойства, однако, траки с меньшим коэффициентом трения имеют несколько лучшие сцепные свойства.

При использовании двумерной математической модели [5] в качестве угла трения поверхности трака о почву необходимо брать угол трения покоя в диапазоне от нуля до значений угла внутреннего трения.

Список литературы

- [1] Ляско М.И. Влияние распределения нагрузки по опорным каткам на тягово-сцепные качества трактора / Труды НАТИ, вып. 240. М., 1975. 73 с.
- [2] Пинигин Б.Н. Теория трактора. Исследование свойств гусеничных движителей. Челябинск, ЧПИ, 1985. 93 с.
- [3] Агейкин Я.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители. М.: Машиностроение, 1972. 184 с.
- [4] Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей. М.: Машиностроение, 1981. 232 с.
- [5] Алябьев А.Ф., Калинин С.Ю. Модель взаимодействия гусеницы трактора с грунтом // Лесной вестник. 2016. № 2. С. 173–177.
- [6] Алябьев А.Ф., Котов А.А. Изменение тяговых свойств гусеничного движителя при замерзании-оттаивании почвы // Техника и оборудование для села. 2018. № 4. С. 15–18.
- [7] Антонов А.С. Теория гусеничного движителя. М.: Машгиз, 1949. 214 с.
- [8] Берестов Е.И., Кулабухов А.В., Лесковец И.В. Об особенностях работы гусеничных движителей землеройно-транспортных машин // Механизация строительства. 2009. № 10. С. 15–18.
- [9] Беккер М.Г. Введение в теорию систем местность – машина: пер. с англ. / под ред. В.В. Гуськова. М.: Машиностроение, 1973. 520 с.
- [10] Берестов Е.И., Кулабухов А.В., Печковская О.Е. Исследование разрушения грунта траками гусеничных машин // Механизация строительства. 2014. № 10. С. 21–25.
- [11] Боровских А.М. Разработка новых и совершенствование существующих конструкций узлов гусеничных движителей для лесных машин: монография. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. 269 с.
- [12] Васильев А.В., Докучаева Е.Н., Уткан-Любовцев О.И. Влияние конструктивных параметров гусеничного трактора на его тягово-сцепные свойства. М.: Машиностроение, 1969. 191 с.
- [13] Клубничкин Е.Е., Клубничкин В.Е., Башкирцев Ю.В., Крылов В.М. Изменение длины опорно-активных участков движителя гусеничной лесозаготовительной машины с учетом режимов // Лесной вестник. 2013. № 2. С. 119–121.
- [14] Ляско М.И., Зайдельман Н.И., Слажинский В.О. Влияние шага и высоты грунтозацепов на величину коэффициента сцепления гусеничного трактора // Труды МАДИ, вып. 114. М.: 1976. С. 115–119.
- [15] Беляков В.В., Куркин А.А. Полотно пути транспортно-технологических машин (справочные материалы к теории «машина — местность»). Нижний Новгород: Нижегород. гос. тех. ун-т Р.Е. Алексеева, 2014. 447 с.
- [16] Wong J.Y. Terramechanics and Off-Road Vehicle Engineering, 2nd Edition, 2009, 488 p.
- [17] Редкозубов А.В., Зезюлин Д.В., Макаров В.С., Беляков В.В. Математическая модель поверхности движения лесных дорог // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014. № 4 (106). С. 348–352.
- [18] Соколовский В.В. Статика сыпучей среды. М.: Наука, 1990. 272 с.
- [19] Ryu H.S., Bae D.S., Choi J.H., Shabana A.A. A compliant track link model for high-speed, highmobility tracked vehicles // Int. J. Numer. Methods Eng., 2000, v. 48, no. 10, pp. 1481–1502.
- [20] Цитович Н.А. Механика грунтов (краткий курс). М.: Высш. школа, 1983. 288 с.
- [21] ГОСТ 5180–2015. Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Введ. 01.04.16. М.: Госстрой России, 2015. 32 с.
- [22] ГОСТ 12248–2010. Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. Введ. 01.01.12. М.: Госстрой России, 2010. 54 с.
- [23] ГОСТ 3647–80 Материалы шлифовальные. Классификация. Зернистость и зерновой состав. Методы контроля. Введ. 01.01.82. М.: Госстрой России, 1982. 46 с.

Сведения об авторах

Алябьев Алексей Федорович — д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), alyabievaf@rambler.ru

Котов Алексей Александрович — д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), kotov@mgul.ac.ru

Клубничкин Владислав Евгеньевич — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), vklubnichkin@gmail.com

Клубничкин Евгений Евгеньевич — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), klubnichkin@mgul.ac.ru

Поступила в редакцию 04.03.2019.

Принята к публикации 16.09.2019.

INFLUENCE OF TRACK SOIL FRICTION ANGLE ON TRACK ADHESION COEFFICIENT

A.F. Alyabiev, A.A. Kotov, V.E. Klubnichkin, E.E. Klubnichkin

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

alyabievaf@rambler.ru

The article is devoted to the study of the interaction of track tractor tracks with the soil. The influence of the friction coefficient of the track on the soil on the traction properties of the track is considered. As a mathematical model of the interaction of the truck with the soil caterpillar used a two-dimensional model constructed on the basis of methods of static granular medium. The results of experimental studies of the interaction of caterpillar track models with the soil at different coefficients of friction of the track on the soil are presented. The limiting external tangent force on the track was determined. The obtained values were compared with the calculation results. It is found that the coupling properties of the track change slightly when the coefficient of friction of the track on the soil, and with a decrease in the coefficient of friction coupling properties of the track increase. In the calculations it is necessary to use the coefficient of friction of rest, taking into account the slight movement of the region of ultimate equilibrium on the track.

Keywords: trak caterpillar tractor, the coefficient of adhesion of the track with the soil friction angle

Suggested citation: Alyabiev A.F., Kotov A.A., Klubnichkin V.E., Klubnichkin E.E. *Vliyanie ugla treniya traka o pochvu na koeffitsient stsepleniya traka* [Influence of track soil friction angle on track adhesion coefficient]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 6, pp. 75–80. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-75-80

References

- [1] Lyasko M.I. *Vliyanie raspredeleniya nagruzki po opornym karkam na tyagovo-stsepnnye kachestva traktora* [Influence of load distribution on the support rollers on the traction quality of the tractor]. Tr. MADI [Proceedings of the Moscow automobile road Institute], 1975, iss. 114, 73 p.
- [2] Pinigin B.N. *Teoriya traktora. Issledovanie svoystv gusenichnykh dviziteley* [The theory of the tractor. The study of the properties of caterpillar mover]. Chelyabinsk: ChPI [Chelyabinsk Polytechnic Institute], 1895, 93 p.
- [3] Ageykin Ya.S. *Vezdehodnye kolesnye i kombinirovannye dvijiteli* [Off-road wheeled and combined locomotion]. Moscow: Mashinostroenie [Engineering], 1972. 184 p.
- [4] Ageykin Ya.S. *Prokhozimost' avtomobiley* [The flow of cars]. Moscow: Mashinostroenie [Engineering], 1981, 232 p.
- [5] Alyab'ev A.F., Kalinin S.Yu. Model' vzaimodeystviya gusenitsy traktora s gruntom [The interaction model of the caterpillar tractor with the ground]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, 2016, no. 2, pp. 173–177.
- [6] Alyab'ev A.F., Kotov A.A. *Izmenenie tagovykh svoystv gusenichnogo dvijitela pri zamerzanii-ottaivanii pochvy* [The Change of the Traction Properties of the Tracked Mover in the Freezing – Thawing of the Soil]. *Tehnika i oborudovanie dla sela* [Machinery and equipment for the village], 2018, no. 4, pp. 15–18.
- [7] Antonov A.S. *Teoriya gusenichnogo dvizhitelya* [The theory of caterpillar tracks]. Moscow: Mashgiz, 1949, 214 p.
- [8] Berestov E.I., Kulabukhov A.V., Leskovets I.V. *Ob osobennostyakh raboty gusenichnykh dvizhiteley zemleroyno-transportnykh mashin* [Some features of caterpillar drives Earthmoving machinery]. *Mehanizatsiya stroitelstva* [Mechanization of construction], 2009, no. 10, pp. 15–18.
- [9] Bekker M.G. *Vvedenie v teoriyu sistem mestnost' — mashina* [Introduction to the theory of terrain — machine systems]. Moscow: Mashinostroenie [Engineering], 1973, 520 p.
- [10] Berestov E.I., Kulabukhov A.V., Pechkovskaya O.E. *Issledovanie razrusheniya grunta trakami gusenichnykh mashin* [Study destruction of a ground caterpillar machines]. *Mehanizatsiya stroitelstva* [Mechanization of construction], 2014, no. 10, pp. 21–25.

- [11] Borovskikh A.M. *Razrabotka novykh i sovershenstvovanie sushchestvuyushchikh konstruktivnykh uzlov gusenichnykh dvizhiteley dlya lesnykh mashin: monografiya* [Development of new and improvement of existing designs of knots caterpillar mover for forestry machines: monograph]. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t [Ural state forest engineering University], 2007, 269 p.
- [12] Vasil'ev A.V., Dokuchaeva E.N., Utkan-Lyubovtsev O.I. *Vliyaniye konstruktivnykh parametrov gusenichnogo traktora na ego tyagovo-stsepnyye svoystva* [The influence of design parameters of the crawler tractor on its traction characteristics]. Moscow: Mashinostroeniye [Engineering], 1969, 191 p.
- [13] Klubnichkin E.E., Klubnichkin V.E., Bashkirtsev Yu.V., Krylov V.M. *Izmeneniye dliny oporno-aktivnykh uchastkov dvijitel'nykh gusenichnykh lesozagotovitel'nykh mashin s uchetom rejimov* [Changing the length of the support-active sections of the caterpillar logging machine engine, taking into account the modes]. *Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 2013, no. 2, pp. 119–121.
- [14] Lyasko M.I., Zaydel'man N.I., Slazhinskiy V.O. *Vliyaniye shaga i vysoty gruntozatsepy na velichinu koeffitsienta stsepleniya gusenichnogo traktora* [The effect of pitch and height of the grousers on the value of the coefficient of friction crawler tractor]. Tr. MADI [Proceedings of the Moscow automobile road Institute], 1976, iss. 114, pp. 115–119.
- [15] Belyakov V.V., Kurkin A.A. *Polotno puti transportno-tekhnologicheskikh mashin (spravochnyye materialy k teorii «mashina-mestnost'»)* [Canvas tracks of transport-technological machines (reference materials to the theory of «machine-terrain»)]. Nizhniy Novgorod: Nizhegorod. gos. tekhn. un-t im. R.E. Alekseeva, 2014, 447 p.
- [16] Wong J.Y. *Terramechanics and Off-Road Vehicle Engineering*. Elsevier Ltd, 2010, 488 p.
- [17] Redkozubov A.V., Zezyulin D.V., Makarov V.S., Belyakov V.V. *Matematicheskaya model' poverkhnosti dvizheniya lesnykh dorog* [A mathematical model of the surface of the movement of forest roads] *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva* [Transactions of NGTU im. R.E. Alekseeva], 2014, no. 4 (106), pp. 348–352.
- [18] Sokolovskiy V.V. *Statika sypuchey sredy* [Statics of granular media]. Moscow: Nauka, 1990, 272 p.
- [19] Ryu H.S., Bae D.S., Choi J.H., Shabana A.A. A compliant track link model for high-speed, highmobility tracked vehicles. *Int. J. Numer. Methods Eng.*, 2000, v. 48, no. 10, pp. 1481–1502.
- [20] Tsitovich N.A. *Mekhanika gruntov (kratkiy kurs)* [Soil mechanics (short course)]. Moscow: Vyssh. shkola, 1983, 288 p.
- [21] *GOST 5180–2015. Mezhdgosudarstvennyy standart. Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya fizicheskikh kharakteristik. Vved. 01.04.16.* [Soils. Laboratory methods for determining of physical characteristics]. Moscow: Gosstroy Rossii, 2015, 32 p.
- [22] *GOST 12248–2010. Mezhdgosudarstvennyy standart. Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya kharakteristik prochnosti i deformiruемости. Vved. 01.01.12.* [Laboratory methods for determining the strength and strain characteristics]. Moscow: Gosstroy Rossii, 2010, 54 p.
- [23] *GOST 3647–80 Materialy shlifoval'nyye. Klassifikatsiya. Zernistost' i zernovoy sostav. Metody kontrolya. Vved. 01.01.82.* [Abrasives. Grain sizing. Graininess and fractions. Test methods]. Moscow: Gosstroy Rossii, 1982, 46 p.

Authors' information

Alyabiev Alexey Fedorovich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), alyabievaf@rambler.ru

Kotov Alexey Aleksandrovich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), kotov@mgul.ac.ru

Klubnichkin Vladislav Evgenievich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), vklubnichkin@gmail.com

Klubnichkin Evgeniy Evgenievich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), klubnichkin@mgul.ac.ru

Received 04.03.2019.

Accepted for publication 16.09.2019.

МИНИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ НА ТРЕЛЕВОЧНЫЕ ВОЛОКИ ПРИ ВЫБОРЕ СХЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЛЕСОСЕКИ

А.В. Макаренко, М.А. Быковский, И.В. Смолев

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1
makarenko@mgul.ac.ru

Рассмотрены методы оценки производственной эффективности вариантов прокладки сети трелевочных волоков на лесосеке и возможное воздействие трелевочных машин на почвогрунты в зависимости от количества проходов техники по трелевочным волокам. Дана оценка степени рациональности вариантов сети трелевочных волоков по среднему расстоянию трелевки. Разработана модель для проведения исследования и выполнения ее программная реализация по разыгрыванию координат расположения деревьев по территории лесосеки с равномерной и неравномерной плотностью древостоя. Представлены результаты расчетов статистических оценок распределения плотности древостоя на основании массива данных длин набора трелевочных пачек тракторами по пасечным волокам для стандартной параллельной схемы разработки лесосеки. По модели распределения плотности древостоя определены зоны лесосеки по количеству проходов техники по пасечным волокам для различных вариантов схем их прокладки. Представлены значения площадей этих зон в виде доли от общей площади лесосеки. Сделаны выводы о значительном влиянии распределения плотности древостоя на эффективность операции трелевки. Предложены рекомендации по проектированию сети трелевочных волоков с возможной минимизацией среднего расстояния трелевки и повреждения почвогрунтов лесосеки на волоках.

Ключевые слова: лесосека, пасечный волок, сеть трелевочных волоков, распределение плотности древостоя

Ссылка для цитирования: Макаренко А.В., Быковский М.А., Смолев И.В. Минимизация транспортной нагрузки на трелевочные волокна при выборе схемы освоения лесосеки // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 81–91. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-81-91

Транспортная сеть трелевочных волоков, используемая для разрабатываемой лесосеки с особыми природно-производственными условиями, существенно определяет производственную эффективность и пагубность воздействия на лесную среду применяемой системы лесосечных машин в процессе лесозаготовок. Трелевку древесины принято характеризовать такими показателями [1–5], как уплотнение почвогрунтов и колееобразование на определенных участках лесосеки, нарушение водного режима почв, повреждение отдельных частей оставляемых деревьев и подроста. Данные показатели зависят от рациональности проектирования сети трелевочных волоков и тщательного учета изменений, происходящих в природно-производственных условиях на территории лесосеки, в частности плотности лесонасаждения, несущей способности почвогрунтов, уровня грунтовых вод, распределения жизнеспособного подроста. Производственную эффективность сети волоков принято оценивать по среднему расстоянию трелевки и объему грузовой работы [1, 4, 6–8], а также по конфигурации волоков, облегчающих сбор пачек, и их трелевке.

Цель работы

Цель работы — установление распределения количества проходов трелевочных машин по дли-

не трелевочного волокна для различных вариантов сети трелевочных волоков для заданной лесосеки, поскольку наибольшее воздействие трелевочных машин на природную лесную среду оказывает количество проходов машин по одному и тому же месту волокна. При этом схемы трелевочных волоков должны обеспечивать минимизацию среднего расстояния трелевки.

Материалы и методы

Количество проходов трелевочных машин по пасечным и магистральным волокам для одинаковых схем трелевочных волоков, применяемых в различных природно-производственных условиях и для разных лесосек [6, 9–11], является случайной величиной и зависит от других случайных и неслучайных величин. Важной случайной величиной, непосредственно влияющей на эффективность трелевки древесины, служит распределение плотности древостоя по территории лесосеки. При проведении выборочных рубок добавляется другая случайная величина — расположение деревьев, предназначенных к рубке. При рассмотрении конкретной лесосеки распределение плотности древостоя перестает быть неслучайной величиной, а уже относится к исходным природно-производственным условиям, которые необходимо учитывать при проектировании схемы трелевочных волоков.

Важный показатель, влияющий на нагруженность волоков, — это расположение и конфигурация неразрабатываемых участков — случайные величины для набора лесосек.

Для определения степени нагруженности по длине трелевочных волоков, приведем такие управляемые параметры, как геометрические характеристики схемы волоков [12–14], в частности расположение базовой стороны лесосеки, где оборудован погрузочный пункт, углы примыкания магистральных и пасечных волоков соответственно к погрузочному пункту и магистральному волоку, ориентация трасс пасечных волоков относительно сторон лесосеки.

Перечисленные случайные и неслучайные величины разрабатываемых лесосек и принятые (управляемые) геометрические характеристики схемы трелевочных волоков использовались при разработке математической модели для определения степени нагруженности волоков и среднего расстояния трелевки, а также для их минимизации. Математическая модель процесса трелевки древесины включает в себя следующие процедуры (блоки): разыгрывание координат расположения деревьев по территории лесосеки с разной степенью изменения плотности древостоя; расчет координат расположения магистральных и пасечных волоков с последовательно изменяемыми значениями углов их наклона; расчет процесса набора трелеваемых пачек по пасекам с учетом расположения деревьев; определение выходных показателей работы модели.

Математическая модель расположения деревьев по территории лесосеки (являющаяся первым блоком общей модели) может основываться как на натурных данных обследования лесосеки, так на вероятностных методах разыгрывания координат деревьев. Выходными данными при любом способе работы модели является массив значений, характеризующий расположение каждого дерева, его породу, размер, класс товарности.

Разработкой и использованием методики разыгрывания координат расположения деревьев занимались В.С. Брейтер, Р.М. Некрасов и др. [11, 12, 16]. Для разыгрывания координат расположения деревьев эти исследователи предложили использовать закон равномерного распределения вероятности — один из используемых способов в разработанной модели определения координат деревьев.

Перед принятием разыгранных значений координат расположения деревьев и их записью в общий массив данных применяются два ограничения. Первое ограничение требует, чтобы точка с разыгранными координатами находилась внутри контура лесосеки, если форма лесосеки отлична от прямоугольной. Второе ограничение

определяет минимальное расстояние между разыгранными координатами, соответствующее минимальному расстоянию между деревьями в спелом или приспевающем лесонасаждении, в котором проводились рубки ухода.

При закладывании лесосеки в разновозрастном древостое на нескольких смежных выделах в целях проведения разных форм рубок [1, 8, 17, 18] распределение деревьев по площади может быть неоднородным, со значительным колебанием плотности древостоя. Для такого случая разыгрывание координат расположения деревьев в разработанной модели проводится в два этапа. На первом этапе разыгрываются координаты расположения центров древостоя с повышенной плотностью (центры куртин) по закону равномерного распределения, на следующем — координаты деревьев от центра расположения куртин. Расстояния от центра куртин до деревьев определяются по круговому закону распределения вероятностей Релея, а направления на деревья — при помощи закона равномерного распределения.

Определение разыгрываний количества деревьев на лесосеке в разработанной модели можно выполнять также двумя способами: параллельно с разыгрыванием координат деревьев разыгрывать их диаметры, после чего определять объемы деревьев [19] и последовательно суммировать полученные данные, а при достижении суммы объемов деревьев значения общего запаса на лесосеке моделирование прекращать (первый способ); использовать дискретный закон распределения вероятностей Пуассона, причем распределение деревьев на лесосеке рассматривать как простейшее независимое поле точек (второй способ).

Результаты работы модели по установлению распределения деревьев на лесосеке с использованием закона равномерного распределения вероятностей при постоянной средней плотности древостоя представлены на рис. 1, а (первый способ), с использованием двухэтапного способа разыгрывания координат деревьев при переменной плотности древостоя — на рис. 1, б, в (второй способ). Для обоих способов использовались следующие таксационные характеристики древостоя: средний запас на 1 га — 200 м³; средний диаметр хлыста в месте спиливания — 26 см, среднее квадратическое отклонение — 4,5 см.

Возможное распределение деревьев по территории лесосеки на основании фотоснимков представлено на рис. 1, г.

На следующем этапе работы модели на территории лесосеки проектируется прокладка нескольких вариантов сети пасечных и магистральных волоков. Для всех вариантов принято следующее:

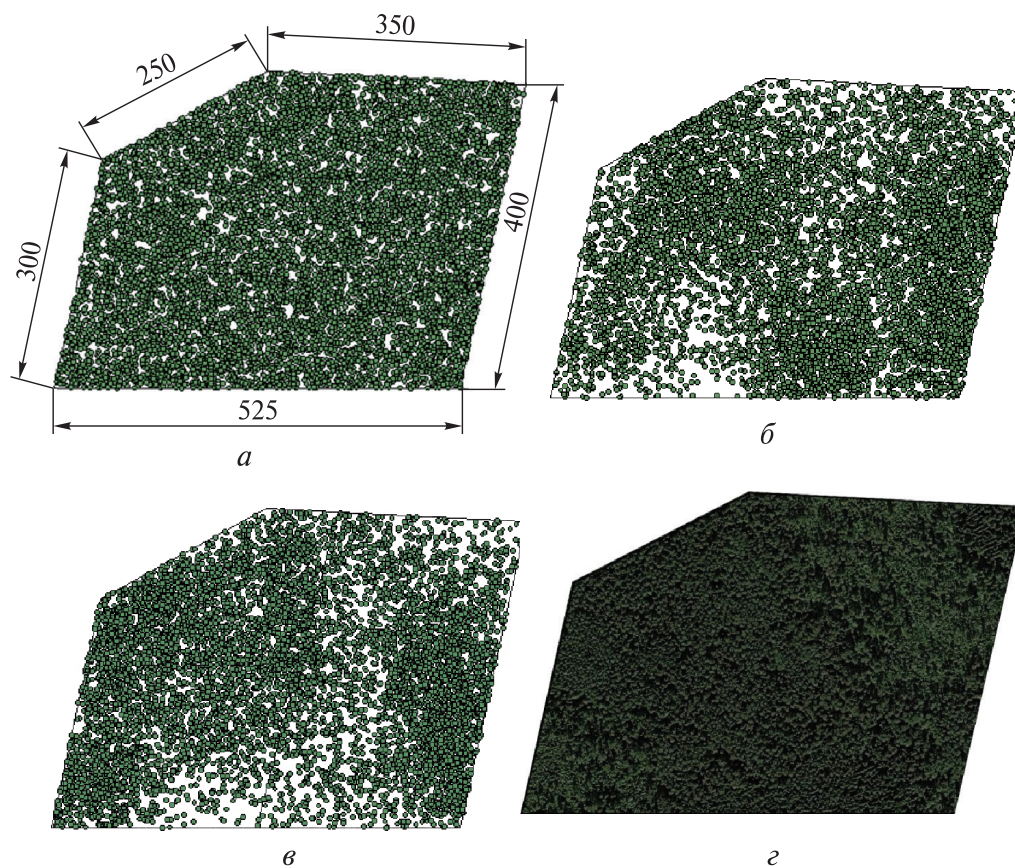


Рис. 1. Распределение деревьев по территории лесосеки: *a* — при разыгрывании координат расположения деревьев по закону равномерного распределения (первый способ); *б, в* — при разыгрывании координат расположения деревьев двумя этапами с выделением отдельных куртин (второй способ); *z* — распределение деревьев на основании фотоснимков

Fig. 1. Distribution of trees throughout the cutting area: *a* — when playing out the coordinates of the location of trees according to the law of uniform distribution (first method); *б, в* — when playing out the coordinates of the location of trees in two stages with the allocation of individual clumps (second method); *z* — distribution of trees based on photographs

– погрузочный пункт находится по центру одной из сторон лесосеки;

– используются два магистральных волока, отходящие в разные стороны от погрузочного пункта;

– деление лесосеки на участки, с которых ведется трелевка по одному из магистральных волоков, выполняется разделительной линией, проходящей через центр погрузочного пункта и центр тяжести лесосеки.

Различие между вариантами сети волоков заключается в выборе базовой стороны лесосеки для определения расположения погрузочного пункта и углов наклона магистральных волоков.

Шаг изменения угла наклона для правого и левого магистральных волоков принят как 1/12 от угла справа и слева от разделительной линии и базовой стороны лесосеки соответственно. Количество вариантов схем трелевочных волоков, в зависимости от углов наклона магистральных волоков, составляет 13 [19–25].

В результате работы этой части модели образуется массив данных, содержащий координаты пазек, их геометрические характеристики и наличие на территории пазек деревьев, предназначенных к рубке. Массив данных по характеристикам пазек структурирован по номеру базовой стороны лесосеки, где расположен погрузочный пункт, номеру варианта прокладки магистральных волоков, номеру участка лесосеки и по порядковому номеру пазеки на участке. В общем виде массив данных выглядит следующим образом:

paseka (*i, ii, iii, iiiii*)

$x(it), y(it)$ — координаты граничных точек пазеки;

N — количество граничных точек пазеки;

S — площадь пазеки;

Q — запас древесины на пазеке;

nd — количество деревьев на пазеке;

b_1 — первый член линейного уравнения пазечного волока;

b_2 — второй член линейного уравнения пазечного волока,

где i — номер базовой стороны лесосеки;
 ii — вариант прокладки магистральных волоков;
 iii — номер участка лесосеки;
 $iiii$ — последовательный номер пазек участка;
 it — номер граничных точек пазеки;

$tree(id)$

x, y — координаты дерева;

p — порода дерева;

q — объем дерева;

d — диаметр дерева,

где id — номера деревьев, расположенных на пазеке.

На основании представленного массива данных $paseka$ следующим блоком математической модели выполняется последовательный набор трелевочных пачек (групп деревьев) по длине пазеки от начала пазечного волока, которым является место его примыкания к магистральному волоку. Результатом работы данной процедуры является массив значений длин по волоку для сбора полных трелевочных пачек по каждому пазечному волоку и по всем вариантам прокладки сети трелевочных волоков. Объем трелевочной пачки задается по техническим характеристикам применяемого трелевочного трактора, и в модели это значение принято равным 10 м^3 .

Значения длин набора трелевочных пачек по пазечным волокам собраны в общий массив данных $skidding$, структурированный так же, как и массив $paseka$. Каждая ячейка массива $skidding$ содержит два значения. Кроме значения длины набора очередной пачки указывается расстояние трелевки от места окончания набора этой пачки до погрузочного пункта, которое включает длину набора пачки, расстояние по пазеке и расстояние по магистральному волоку от места примыкания к нему данной пазеки до начала магистрального волока.

Собранные данные в массиве $skidding$ позволяют определить выбранные в исследовании критерии для оценки эффективности каждого возможного в модели варианта сети трелевочных волоков. На основании данных массива по значениям длин набора трелевочных пачек определяется нагрузка по протяженности пазечных волоков, характеризующаяся количеством двойных проходов техники (в грузовом и холостом направлении). Данные по расстояниям трелевки для каждой пачки позволяют определить среднее расстояние трелевки и общую грузовую работу трелевочных машин.

Результаты и обсуждение

В качестве предварительного анализа степени влияния распределения плотности древостоя по территории лесосеки на выбранные критерии

эффективности трелевки древесины были рассчитаны статистические характеристики распределения длин (расстояний) набора трелевочных пачек по пазечным волокам для одной из стандартных схем расположения трелевочных волоков. Для этого выбрана параллельная схема расположения пазечных волоков при расположении магистральных волоков вдоль базовой стороны лесосеки.

Последовательность значений длин набора трелевочных пачек (групп) вдоль одной пазеки рассматривалась как случайный процесс с непрерывными значениями состояний (расстоянием вдоль волока для набора пачки) и дискретными моментами смены состояний (номер собираемых пачек в последовательности). Совокупность пазек при таком подходе является набором реализаций случайного процесса, а совокупности значений длин набора пачек одного и того же номера по пазекам являются сечениями случайного процесса [11].

На графиках (рис. 2–4) представлены результаты статистического анализа: среднее значение длин набора трелевочных пачек l по их последовательным номерам n вдоль пазек $m_l(n)$ (рис. 2), среднее квадратическое отклонение длин набора пачек $\sigma_l(n)$ (рис. 3) и коэффициент корреляции (корреляционная функция) между смежными значениями длин набора пачек по их номерам $K_l(n, n + 1)$ (рис. 4). Расчеты проводились по вариантам разыгрывания координат расположения деревьев на лесосеке (см. рис. 1, а–в).



Рис. 2. Среднее значение длин набора трелевочных пачек по пазечным волокам: ряды для лесосек: 1 — с равномерным распределением деревьев; 2 — с куртинным расположением деревьев при первом разыгрывании; 3 — с куртинным расположением деревьев при втором разыгрывании

Fig. 2. The average value of the lengths of log-rollings along apiary fibers: rows for cutting areas: 1 — with a uniform distribution of trees; 2 — with a clump arrangement of trees at the first playing; 3 — with a clump arrangement of trees at the second playing

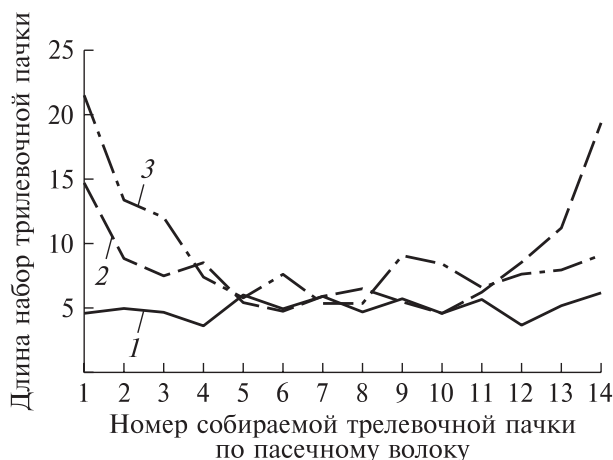


Рис. 3. Среднее квадратическое отклонение значений длин набора трелевочных пачек по пасечным волокам: ряды для лесосек: 1 — с равномерным распределением деревьев; 2 — с кучинным расположением деревьев при первом разыгрывании; 3 — с кучинным расположением деревьев при втором разыгрывании

Fig. 3. The standard deviation of the values of the lengths of log-rollings along apiary fibers: rows for cutting areas: 1 — with a uniform distribution of trees; 2 — with a clump arrangement of trees at the first playing; 3 — with a clump arrangement of trees at the second playing

Из графиков изменения среднего значения и среднего квадратического отклонения длин набора трелевочных пачек по пасечным волокам (см. рис. 2, 3) видно, что эти показатели находятся в зависимости от особенностей распределения плотности древостоя по территории лесосеки. При кучинном расположении деревьев на лесосеке плотность древостоя может изменяться значительно, что приводит к большим изменениям среднего значения и среднего квадратического отклонения длин набора трелевочных пачек на отдельных участках пасек, особенно если эти участки расположены между кучинами. Коэффициент вариации при этом может достигать 50...60 % и более.

При равномерном расположении деревьев по лесосеке (рис. 2, кривая 1 и рис. 3 кривая 1) среднее значение и среднее квадратическое отклонение длин набора трелевочных пачек более стабильны, при коэффициенте вариации, не превышающем 30 %.

Значения коэффициента корреляции между смежными значениями длин набора пачек, представленные на рис. 4, как и в предыдущих случаях, больше для лесосек с неравномерной плотностью древостоя (при кучинном расположении деревьев; см. рис. 4, кривые 2, 3), чем для древостоя с равномерной плотностью (см. рис. 4, кривая 1). Небольшие значения коэффициента корреляции (в пределах 0,2...–0,2) для случая древостоя с равномерной плотностью



Рис. 4. Коэффициент корреляции смежных значений длин набора пачек по пасечным волокам: ряды для лесосек: 1 — с равномерным распределением деревьев; 2 — с кучинным расположением деревьев при первом разыгрывании; 3 — с кучинным расположением деревьев при втором разыгрывании

Fig. 4. The correlation coefficient of adjacent values of the lengths of the rollings along apiary fibers: rows for cutting areas: 1 — with a uniform distribution of trees; 2 — with clump arrangement of trees at the first play; 3 — with a clump arrangement of trees at the second playing

свидетельствуют о небольшом взаимовлиянии смежных значений длин набора трелевочных пачек. Это характерно для закона равномерного распределения вероятностей, так как при этом образуется Пуассоновское поле точек, когда предыдущее событие не влияет или слабо влияет на последующее событие. При кучинном расположении деревьев и двухэтапном разыгрывании координат расположения деревьев коэффициент корреляции чаще всего больше и достигает значений 0,6–0,7. Из этого следует, что зависимость смежных значений длин набора трелевочных пачек между собой достаточно велика. Данный результат объясняется тем, что если в каком-либо месте лесосеки плотность древостоя велика и текущая трелевочная пачка набирается быстро с небольшим перемещением трактора по волоку, то и продолжительность набора следующей пачки не будет значительно отличаться от предыдущей. При равномерном распределении плотности древостоя, напротив, изменения продолжительности набора смежных пачек могут быть значительны.

При дальнейшей работе с представленной моделью по трелевке древесины было установлено распределение степени нагруженности трелевочных волоков проходами техники, в зависимости от заданной схемы волоков и распределения древостоя по территории лесосеки. Схемы лесосек с несколькими промежуточными вариантами расположения трелевочных волоков и выделенными зонами нагруженности волоков представлены на рис. 5.

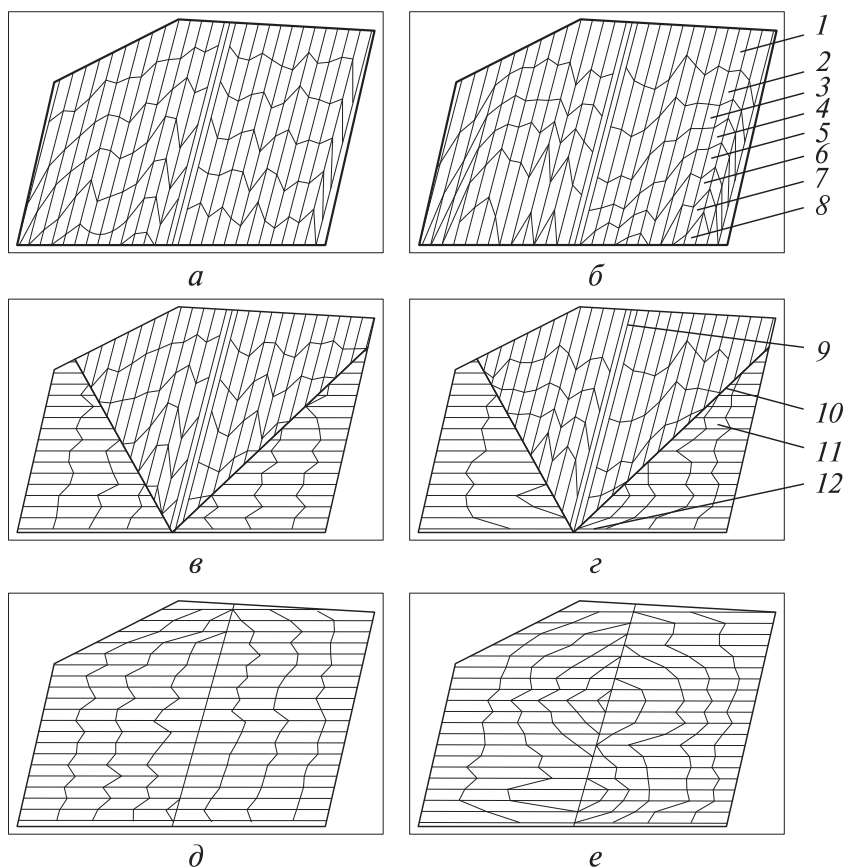


Рис. 5. Зоны нагруженности трелевочных волоков проходами техники: *a, б, в* — лесосека с равномерным распределением древостоя; *з, д, е* — лесосека с неравномерным распределением древостоя; *1-8* — зоны лесосеки с кратными трем парным проходам трелевочных машин; *9* — разделительная линия между участками лесосеки; *10* — магистральный волок; *11* — пасечный волок; *12* — место расположения погрузочного пункта

Fig. 5. Loading zones of skidding dragging passages of equipment: *a, б, в* — cutting area with a uniform distribution of the stand; *з, д, е* — cutting area with uneven distribution of the stand; *1-8* — cutting areas with multiples of three paired walkways of skidders; *9* — separating line between sections of the cutting area; *10* — main drag; *11* — apiary fiber; *12* — location of the loading point

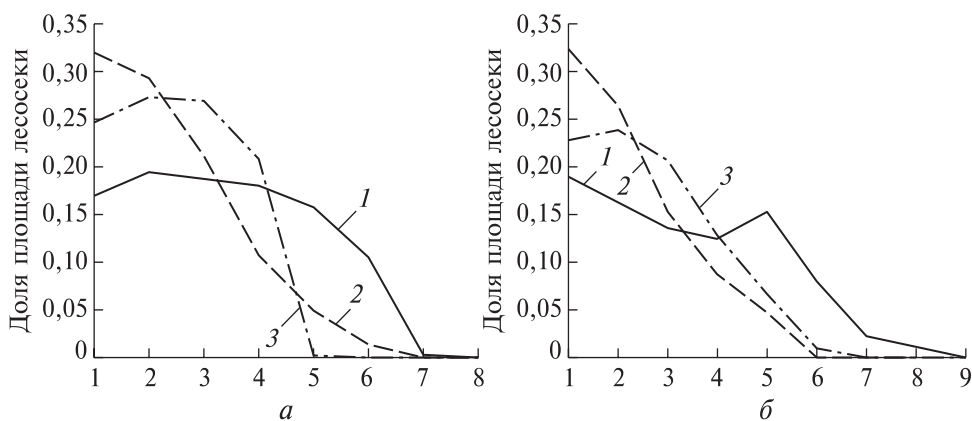


Рис. 6. Распределение площадей лесосеки по количеству трех парных проходов техники при равномерном (*a*) и неравномерном (*б*) расположении древостоя: ряды для схемы волоков на рис. 5: *1* — *a*; *2* — *б*; *3* — *в*

Fig. 6. Distribution of the cutting area by the number of three paired walkways of the equipment with a uniform (*a*) and uneven (*б*) arrangement of the stand: rows for the drawing scheme in Fig. 5: *1* — *a*; *2* — *б*; *3* — *в*

Каждая выделенная зона кратна трем парным проходам техники по волоку, т. е. первая дальняя зона от базовой стороны лесосеки соответствует трем парным проходам техники, вторая — шести парным проходам техники и т. д.

Соотношение площадей лесосеки, занятых разным количеством трех парных проходов трелевочных машин для вариантов рис. 5, представлены на рис. 6. Составлен общий график распределения площадей лесосеки по количеству трех парных проходов техники при равномерном распределении древостоя для 13 вариантов схем трелевочных волоков при запасе на 1 га — 200 м³, ширине пасеки — 20 м и объеме трелевочной пачки — 10 м³ (рис. 7).

Технологическая оценка вариантов схем прокладки трелевочных волоков на представленной модели проведена с помощью показателя среднего расстояния трелевки. Базовой стороной лесосеки (форму и размеры см. рис. 1, 5), поочередно рассматривалась каждая из сторон, где должен быть расположен погрузочный пункт. Как указано ранее, схемы прокладки трелевочных волоков зависят от угла наклона магистральных волоков и составляют всего 13 вариантов. Некоторые из возможных вариантов выбора базовой стороны лесосеки и схем прокладки трелевочных волоков представлены рис. 8.

Проведены расчеты среднего расстояния трелевки при равномерном (рис. 9) и неравномерном

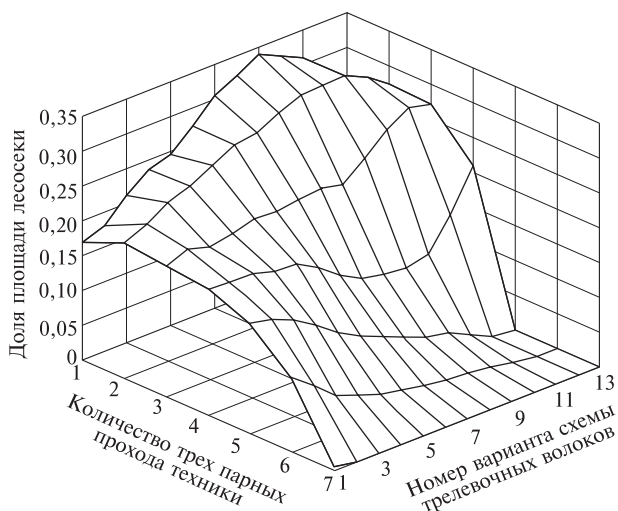


Рис. 7. Распределение площадей лесосеки по количеству трех парных проходов техники для всех рассматриваемых вариантов схем трелевочных волоков и при равномерном распределении древостоя

Fig. 7. The distribution of the cutting area by the number of three paired passes of the equipment for all considered variants of the skidding scheme and with a uniform distribution of the stand

(рис. 10) распределении плотности древостоя для 13 вариантов схем прокладки волоков и пяти вариантов выбора базовой стороны лесосеки для размещения погрузочного пункта.

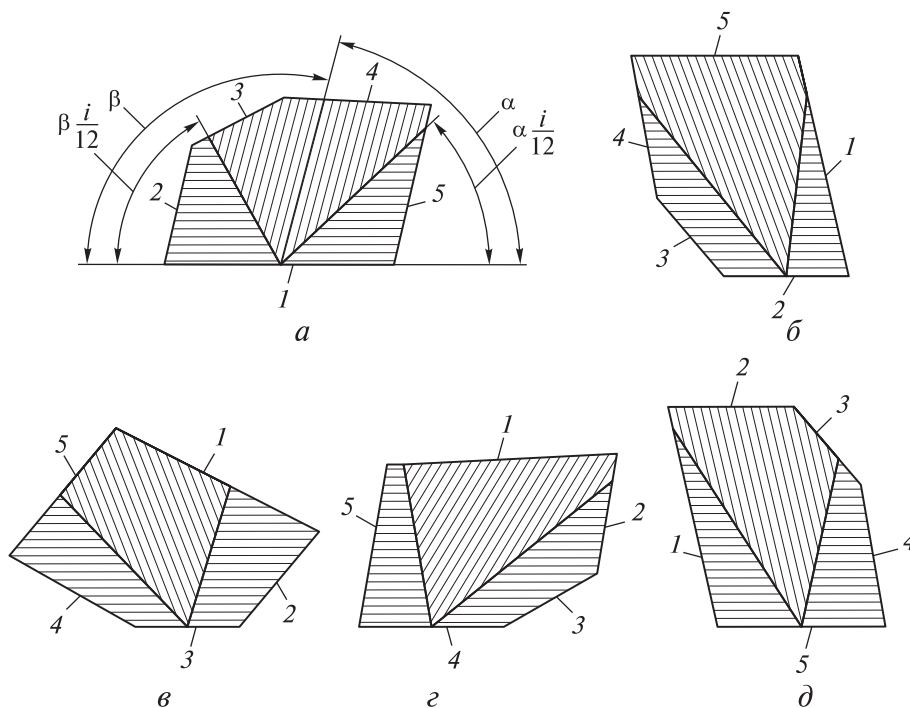


Рис. 8. Варианты схем прокладки трелевочных волоков: 1–5 — базовые стороны; а–д — лесосеки с базовыми сторонами 1–5 — соответственно; α , β — углы наклона магистральных волоков; i — номер варианта расположения магистрального волокна

Fig. 8. Variants of skidding laying schemes: 1–5 — base sides; а–д — cutting areas with basic sides 1–5 — respectively; α , β are the angles of inclination of the ridge tracks; i — the number of options for the location of the ridge track

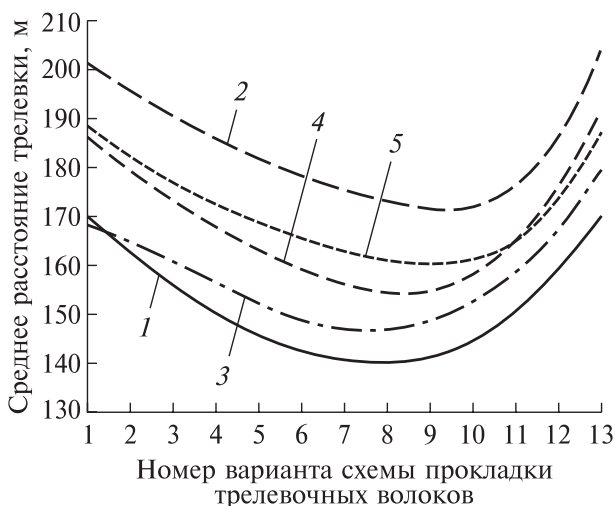


Рис. 9. Среднее расстояние трелевки по вариантам схем прокладки волоков при равномерном распределении плотности древостоя: 1–5 — номера сторон лесосеки, где расположен погрузочный пункт (базовой стороны)

Fig. 9. The average distance of skidding according to the variants of the layouts for laying the skidding trails with a uniform distribution of the density of the stand: 1–5 are the numbers of the sides of the cutting area where the loading point (base side) is located

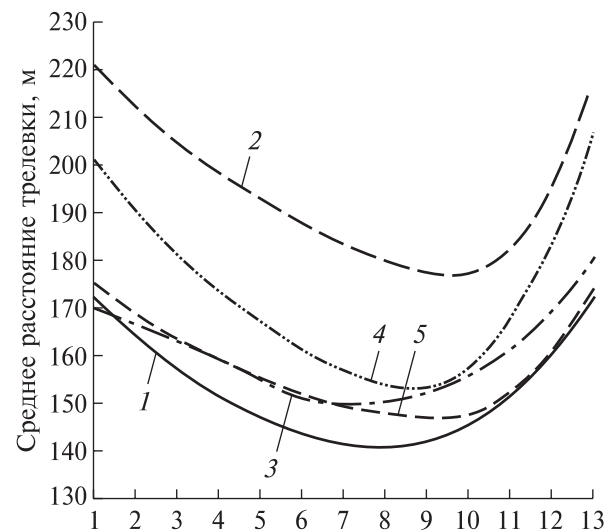


Рис. 10. Среднее расстояние трелевки по вариантам схем прокладки волоков при неравномерном распределении плотности древостоя: 1–5 — номера сторон лесосеки, где расположен погрузочный пункт (базовой стороны)

Fig. 10. The average distance of skidding according to the variants of the skidding layouts with an uneven distribution of the density of the stand: 1–5 — the numbers of the sides of the cutting area where the loading point (base side) is located

Сравнение графиков при равномерном (см. рис. 9) и неравномерном (см. рис. 10) распределении древостоя по территории лесосеки показало, что минимальные значения среднего расстояния трелевки одинаковы для обоих

случаев, но интенсивность их изменения больше при неравномерном распределении древостоя, т. е. возможность выбора схемы расположения волоков для достижения минимального значения расстояния трелевки более ограничена при неравномерном расположении древостоя.

Выводы

Установлена существенная зависимость рассматриваемых критериев технологической эффективности вариантов схем трелевочных волоков от характера распределения плотности древостоя по территории лесосеки.

Наиболее существенным влиянием на распределение площадей по количеству проходов техники и среднего расстояния трелевки, как следует из расчетов, является выбор базовой стороны лесосеки и места расположения погрузочного пункта. При выборе в качестве базовой более длинной стороны лесосеки среднее расстояние трелевки уменьшается на 15...20 % по сравнению с выбором меньшей стороны лесосеки. Для тех же условий сравнения количество парных проходов техники на части лесосеки, прилегающей к погрузочному пункту, уменьшается на 50...70 %.

Выбор угла наклона магистральных волоков, оказывает значительное влияние на исследуемые критерии эффективности процесса трелевки. При одних и тех же условиях и изменении положения магистральных волоков от направления параллельного базовой стороне лесосеки до направления вдоль разделительной линии лесосеки между участками среднее расстояние трелевки может меняться до 30 %.

Проведенное исследование и разработанная модель процесса трелевки древесины показывают, что значительное улучшение критериев данного процесса возможно при использовании подробной информации о природно-производственных условиях на лесосеке и правильно разработанного алгоритма построения схем трелевочных волоков.

Список литературы

- [1] Ширнин Ю.А., Рукомойников К.П., Роженцова Н.И., Ширнин А.Ю. Обоснование технологических параметров лесосек и режимов работы лесозаготовительных машин. Йошкар-Ола: МГТУ, 2009. 172 с.
- [2] Han H.-S., Page-Dumroese D.S., Han S.-K., Tirocke J. Effects of Slash, Machine Passes, and Soil Moisture on Penetration Resistance in a Cut-to-length Harvesting // International Journal of forest Engineering, 2006, v. 17, no. 2, pp. 11–24.
- [3] Герасимов Ю.Ю., Карвинен С., Сюнев В.С., Катаров В.К. Воздействие лесозаготовительной техники на лесную среду // Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск: БГИТУ, 2008. № 21. С. 73–75.
- [4] Рукомойников К.П., Царев Е.М., Анисимов С.Е. Обоснование среднего расстояния трелевки лесоматериалов

- при комплексном освоении лесных участков // Лесной журнал, 2017. № 4. С. 95–105.
- [5] Герц Э.Ф. Оценка технологии лесопользования на лесосечных работах. Екатеринбург: Уральский гос. лесотех. ун-т., 2003. 120 с.
- [6] Абрамов В.В. Обоснование оптимальных параметров работы трелевочных средств на несплошных вырубках // Лесотехнический журнал, 2011. № 1. С. 78–83.
- [7] Дербин В.М., Дербин М.В. Технология разработки лесосек с учетом сертификационных требований сохранения неэксплуатационных площадей // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2013. № 1. С. 50–54.
- [8] Пискунов М.А. Распределение проходов форвардера и построение оптимальных схем расположения трелевочных волоков на лесосеке // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование, 2017. № 2 (34). С. 37–48.
- [9] Хитрова Е.Г., Божбов В.Е., Ильюшенко Д.А. Расчет несущей способности лесных почвогрунтов под воздействием колесных движителей // Системы. Методы. Технологии, 2014. № 4. С. 122–126.
- [10] Пискунов М.А., Щёголева Л.В., Матвеев И.П. Моделирование расположения лесосечных отходов при использовании технологий заготовки древесины с обрезкой сучьев у пня // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2018. № 2 (38). С. 61–73.
- [11] Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. М.: Высш. шк., 2000. 383 с.
- [12] Матросов А.В., Лаптев А.В., Савельев С.П. Математическая модель лесосечного фонда, используемая при имитации функционирования систем лесосечных машин // Технология и оборудование лесопромышленного производства. Научные труды. Выпуск 356, 2011. С. 53–56.
- [13] Виногоров Г.К. Лесосечные работы. М.: Лесная промышленность, 1981. 272 с.
- [14] Laitila J., Asikainen A., Nuutinen Y. Forwarding of whole trees after manual and mechanized felling bunching in pre-commercial thinning // International journal of forest engineering, 2007, v. 18, no. 2, pp. 29–39.
- [15] Григорьев И.В. Снижение отрицательного воздействия на почву колесных тракторов обоснованием режимов их движения и технологического оборудования. СПб.: СПбГЛТА, 2006. 236 с.
- [16] Барановский В.А., Некрасов Р.М. Системы машин для лесозаготовок. М.: Лесная пром-ть, 1977. 248 с.
- [17] Прядкин В.И., Бартенев И.М. Эколого-экономическая оценка сортиментной технологии заготовки древесины на рубках ухода // Лесотехнический журнал, 2018. № 4. С. 250–259.
- [18] Petkovic V., Potocnic I. Planning forest road network in natural forest areas: a case study in northern Bosnia and Herzegovina // Croatian journal of forest engineering, 2018, v. 39, no. 1, pp. 45–56.
- [19] Макаренко А.В. Оптимизация размещения сети трелевочных волоков на лесосеке // Лесозаготовительное производство: проблемы и решения. Материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, БГТУ, 26–28 апреля 2017 г. Минск: БГТУ, 2017. С. 233–237.
- [20] Shirnin A.Y., Shirnin Y.A. Comparison of systems of cars for extreme conditions logging // Journal of Applied Engineering Science, 2016, t. 14, no. 2, pp. 206–212.
- [21] Сюнев В.С. Сравнение технологий лесосечных работ в лесозаготовительных компаниях Республики Карелия. Йоенсуу, Финляндия: НИИ леса Финляндии МЕТЛА, 2008. 126 с.
- [22] Григорьев И.В., Жукова А.И., Григорьева О.И., Иванов А.В. Средоадаптирующие технологии разработки лесосек в условиях северо-западного региона Российской Федерации. СПб.: Издательство СПбГЛТА, 2008. 174 с.
- [23] Karpachev S.P., Zaprudnov V.I., Bykovskiy M.A., Scherbacov E.N. Quantitative estimation of logging residues by line-intersect method // Croatian journal of forest engineering, 2017, v. 38, no. 1, pp. 33–45.
- [24] Азаренок В.А. Экологизированные рубки леса. Екатеринбург: УГЛТА, 1998. 99 с.
- [25] Галактионов О.Н. Технологический процесс лесозаготовок и ресурсы лесосечных отходов. Петрозаводск: ПетрГУ, 2007. 95 с.

Сведения об авторах

Макаренко Андрей Владимирович — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), makarenko@mgul.ac.ru

Быковский Максим Анатольевич — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), bykovskiy@mgul.ac.ru

Смолев Иван Александрович — соискатель кафедры ЛТ4 «Технология и оборудование лесопромышленного производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал)

Поступила в редакцию 04.07.2019.

Принята к публикации 28.08.2019.

MINIMIZATION OF TRANSPORT LOAD ON SKIDDING TRAILS WHEN SELECTING LOGGING SCHEME FOR CUTTING AREA

A.V. Makarenko, M.A. Bykovskiy, I.V. Smolev

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

makarenko@mgul.ac.ru

Methods of estimating the production efficiency of options for laying a network of skidding trails in cutting area and possible effects of skidding machines on soils depending on quantity of passes of equipment on skidding drags are considered. The estimation of degree of rationality of variants of a network of skidding drags on average distance of a skidding is given. A model for the study was developed and its software implementation was performed to play the coordinates of the location of trees on the territory of the cutting area with a uniform and uneven density of the stand. Results of calculations of statistical estimations of distribution of density of a stand on the basis of a data array of lengths of a set of skidding packs by tractors on apiary portages for the standard parallel scheme of development of a cutting area are presented. According to the model of distribution of density of a stand zones of a forest cutting on quantity of passes of equipment on skidding trail for various options of a network of their laying are defined. The values of the areas of these zones are presented as a share of the total area of the cutting area. Conclusions are drawn about the significant influence of the density distribution of the stand on the efficiency of the skidding operation. Recommendations for designing a network of skidding trails with possible minimization of the average distance of skidding and damage to the soils of the cutting area on the trails are proposed.

Keywords: cutting area, skidding trail, cutting strip trail, network of skidding trails, distribution of density of the stand

Suggested citation: Makarenko A.V., Bykovskiy M.A., Smolev I.V. *Minimizatsiya transportnoy nagruzki na trelevochnye voloki pri vybore skhemy osvoeniya lesoseki* [Minimization of transport load on skidding trails when selecting logging scheme for cutting area]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 6, pp. 81–91. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-81-91

References

- [1] Shirnin Yu.A., Rukomoynikov K.P., Rozhentsova N.I., Shirnin A.Yu. *Obosnovanie tekhnologicheskikh parametrov lesosek i rezhimov raboty lesozagotovitel'nykh mashin* [Substantiation of technological parameters of cutting areas and modes of operation of logging machines]. Ioshkar-Ola: MGTU, 2009, 172 p.
- [2] Han H.-S., Page-Dumroese D.S., Han S.-K., Tirocke J. Effects of Slash, Machine Passes, and Soil Moisture on Penetration Resistance in a Cut-to-length Harvesting. *International Journal of forest Engineering*, 2006, v. 17, no. 2, pp. 11–24.
- [3] Gerasimov Yu. Yu., Karvinen S., Syunev V.S., Katarov V.K. *Vozdeystvie lesozagotovitel'noy tekhniki na lesnuyu sredu* [Impact of forest machinery on forest environment] Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa [Actual problems of the forest complex]. Briansk: BGTU, 2008, v. 21, pp. 73–75.
- [4] Rukomoynikov K.P., Tsarev E.M., Anisimov S.E. *Obosnovanie srednego rasstoyaniya trelevki lesomaterialov pri kompleksnom osvoenii lesnykh uchastkov* [Rationale of the average distance of timber skidding in the complex development of forest areas]. *Lesnoy zhurnal [Forest journal]*, 2017, v. 4, pp. 95–105.
- [5] Gerts E.F. *Otsenka tekhnologii lesopol'zovaniya na lesosechnykh rabotakh* [Evaluation of forest technology in logging work]. Ekaterinburg: Ural State. Forestry. Univ., 2003, 120 p.
- [6] Abramov V.V. *Obosnovanie optimal'nykh parametrov raboty trelevochnykh sredstv na nesploshnykh vyrubkakh* [Rationale of optimum parameters working of skidding tools on partial cutting]. *Lesotekhnicheskiy zhurnal [Forest engineering journal]*, 2011, v. 1, pp. 78–83.
- [7] Derbin V.M., Derbin M.V. *Tekhnologiyarazrabotki lesoseksuchetom sertifikatsionnykh trebovaniy sokhraneniya neekspluatatsionnykh ploschadey* [Technology for the development of cutting areas taking into account the certification requirements for the conservation of non-operating areas]. Moscow state forest university bulletin – *Lesnoy vestnik*, 2013, v. 1, pp. 50–54.
- [8] Piskunov M.A. *Raspredelenie prokhodov forwardera i postroyeniye optimal'nykh skhem raspolozheniya trelevochnykh volokov na lesoseke* [Distribution of forwarder passes and the construction of optimal layouts of skidding tracks in the cutting area]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie [Bulletin of the Volga State University Technology. Ser.: Forest Ecology. Nature use]*, 2017, no. 2 (34), pp. 37–48.
- [9] Khitrova E.G., Bozhbov V.E., Il'yushenko D.A. *Raschet nesushchey sposobnosti lesnykh pochvogruntov pod vozdeystviem koleznykh dvizhiteley* [Calculation of bearing capacity of forest soils under influence of wheel propellers]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii [Systems. Methodes. Technologies]*, 2017, v. 4, pp. 122–126.
- [10] Piskunov M.A., Shchegoleva L.V., Matveev I.P. *Modelirovaniye raspolozheniya lesosechnykh otkhodov pri ispol'zovanii tekhnologiy zagotovki drevesiny s obrezkoy such'ev u pnya* [Modeling the location of logging waste using wood harvesting technologies with pruned branches]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie [Bulletin of the Volga State University Technology. Ser.: Forest Ecology. Nature use]*, 2018, no. 2 (38), pp. 61–73.
- [11] Venttsel' E.S., Ovcharov L.A. *Teoriya sluchaynykh protsessov i ee inzhenernye prilozheniya* [Theory of random processes and its engineering applications]. Moscow: Vysshaya shkola [Higher School], 2000, 383 p.
- [12] Matrosov A.V., Laptev A.V., Savel'ev S.P. *Matematicheskaya model' lesosechnogo fonda, ispol'zuemaya pri imitatsii funktsionirovaniya sistem lesosechnykh mashin* [Mathematical model of cutting fund, used for simulating the operation of the systems of logging machines]. *Tekhnologiya i oborudovaniye lesopromyshlennogo proizvodstva [Technology and equipment of timber forest industry production. Scientific works]*. MGUL, 2011, v. 356, pp. 53–56.

- [13] Vinogorov G.K. *Lesosechnye raboty* [Logging work]. Moscow: Lesnaya prom-st' [Forest industry], 1981, 272 p.
- [14] Laitila J., Asikainen A., Nuutinen Y. Forwarding of whole trees after manual and mechanized felling bunching in pre-commercial thinning. International journal of forest engineering, 2007, v. 18, no. 2, pp. 29–39.
- [15] Grigor'ev I.V. *Snizhenie otritsatel'nogo vozdeystviya na pochvu kolesnykh traktorov obosnovaniem rezhimov ikh dvizheniya i tekhnologicheskogo oborudovaniya* [Reducing the negative impact on the soil of wheeled tractors by justifying the modes of their movement and technological equipment]. St. Petersburg: SPbGLTA, 2006, 236 p.
- [16] Baranovskiy V.A., Nekrasov R.M. *Sistemy mashin dlya lesozagotovok* [Systems machines for logging]. Moscow: Forest Industry, 1977, 248 p.
- [17] Pryadkin V.I., Bartenev I.M. *Ekologo-ekonomicheskaya otsenka sortimentnoy tekhnologii zagotovki drevesiny na rubkakh ukhoda* [Ecological and economic estimation of cut-to-length harvesting technology at thinning]. Lesotekhnicheskii zhurnal [Forest engineering journal], 2018, v. 4, pp. 250–259.
- [18] Petkovic V., Potocnic I. Planning forest road network in natural forest areas: a case study in northern Bosnia and Herzegovina. Croatian journal of forest engineering, 2018, v. 39, no. 1, pp. 45–56.
- [19] Makarenko A.V. *Optimizatsiya razmeshcheniya seti trelevochnykh volokov na lesoseke* [Optimizing the placement of a network of skidding trails on the cutting area] *Lesozagotovitel'noe proizvodstvo: problemy i resheniya. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Logging production: problems and solutions. Materials of the international scientific and technical conference], Minsk, BSTU, April 26–28, 2017. Minsk: BSTU, 2017, pp. 233–237.
- [20] Shirnin A.Y., Shirnin Y.A. Comparison of systems of cars for extreme conditions logging. Journal of Applied Engineering Science, 2016, t. 14, no. 2, pp. 206–212.
- [21] Syuney V.S. *Sravnienie tekhnologiy lesosechnykh rabot v lesozagotovitel'nykh kompaniyakh Respubliki Kareliya* [Comparison of logging technologies in logging companies of the Republic of Karelia]. Joensuu: Finnish Research Institute METLA, 2008, 126 p.
- [22] Grigor'ev I.V., Zhukova A.I., Grigor'eva O.I., Ivanov A.V. *Sredoshchadyashchie tekhnologii razrabotki lesosek v usloviyakh severo-zapadnogo regiona Rossiyskoy Federatsii* [Environmental technologies for the development of cutting areas in the North-Western region of the Russian Federation]. SPb.: SPbGLTA, 2008, 174 p.
- [23] Karpachev S.P., Zaprudnov V.I., Bykovskiy M.A., Scherbacov E.N. Quantitative estimation of logging residues by line-intersect method. Croatian journal of forest engineering, 2017, v. 38, no. 1, pp. 33–45.
- [24] Azarenok V.A. *Ekologizirovannye rubki les* [Eco-friendly logging]. Ekaterinburg: UGLTA, 1998, 99 p.
- [25] Galaktionov O.N. *Tekhnologicheskii protsess lesozagotovok i resursy lesosechnykh otkhodov* [Technological process of logging and resources of logging waste]. Petrozavodsk: PetrSU, 2007, 95 p.

Authors' information

Makarenko Andrey Vladimirovich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of BMSTU (Mytishchi branch), makarenko@mgul.ac.ru

Bykovskiy Maksim Anatol'evich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of BMSTU (Mytishchi branch), bykovskiy@mgul.ac.ru

Smolev Ivan Aleksandrovich — Applicant of chair of Technology and Equipment of Logging Production of BMSTU (Mytishchi branch)

Received 04.07.2019.

Accepted for publication 28.08.2019.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ В ЗОНДОВОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ

Г.С. Филиппов, В.А. Глазунов, А.К. Алешин,
Г.В. Рашоян, С.А. Скворцов, К.А. Шалюхин

ФГБУН ИМАШ РАН, г. Москва, 101000, Москва, Малый Харитоньевский пер., д. 4

info@imash.ru

Изучены перспективы применения роботов параллельной структуры для проведения зондовой диагностики плазменных потоков ракетных двигателей. Исследована возможность повышения точности и эффективности зондовых измерений. Показано, что использование роботов параллельной структуры позволяет качественно улучшить показания зондовой диагностики, поскольку зондовые измерения проводятся преимущественно в сжатые сроки, что приводит к ограниченному числу замеров, а также несовершенными механизмами, часто управляющимися вручную, что обуславливает потерю точности. Приведено описание зондовой диагностики плазменных потоков, истекающих, в том числе из ракетных двигателей различного типа, весьма чувствительной к положению зонда, его форме и зависимой от влияния на плазменный поток самого зонда и вспомогательных механизмов. Разработаны механизмы параллельной структуры, применение которых может существенно улучшить качество проводимых экспериментов.

Ключевые слова: роботы параллельной структуры, плазменные потоки, зондовая диагностика

Ссылка для цитирования: Филиппов Г.С., Глазунов В.А., Алешин А.К., Рашоян Г.В., Скворцов С.А., Шалюхин К.А. Перспективы применения механизмов параллельной структуры в зондовой диагностике плазменных потоков // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 92–97.
DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-92-97

Экономическая безопасность и индустриализация подразумевают уменьшение технологической зависимости от импорта научного и испытательного оборудования, современных приборов и электронных комплектующих [1]. Робототехнические системы военного, специального, или двойного назначения входят в число приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации [2, 3].

Стратегия научно-технологического развития предполагает обеспечение перехода к роботизированным системам в различных областях экономики, как одного из приоритетов развития [4]. Особое значение в этом смысле придается авиационной технике и высокотехнологичным системам ее обслуживания и диагностики.

Учитывая это, ученые ИМАШ РАН (далее — Институт) активно развивают соответствующие направления науки о машинах, с высоким потенциалом внедрения и перспективой широкого применения. [5–11].

Институт на протяжении 80 лет проводит уникальные разработки для широкого спектра научной, технической, народно-хозяйственной сфер [15–18]. Разработанная учеными Института методология синтеза и анализа систем параллельной структуры, основанная на винтовом исчислении [15], является эффективным инструментом создания новых перспективных механизмов.

Повышение точности позиционирования рабочего инструмента, пониженное влияние ви-

браций двигателей на выходное звено, возрастание потенциала полезной нагрузки обусловлены ферменной структурой механизмов, в которых приводы размещаются на основании.

Цель работы

Целью работы является разработка специального механизма для перемещения зонда по заданной пространственной траектории в плазменном потоке с минимальным влиянием на турбулентные потоки.

Материалы и методы

Использование роботов параллельной структуры поможет существенно повысить качество измерений при зондовой диагностике [12–14]. В настоящее время зондовые измерения проводятся, как правило, в сжатые сроки, что приводит к ограничению числа замеров, с применением несовершенных механизмов, управляющихся вручную, и вследствие этого, к потере точности. Зондовая диагностика плазменных потоков, истекающих, в том числе, из разных типов ракетных двигателей, особенно чувствительна к положению зонда, его форме, а также влиянию на плазменный поток самого зонда и вспомогательных механизмов [19, 20]. Применение разработанного в ИМАШ РАН механизма параллельной структуры с пятью степенями свободы (рис. 1), дает возможность существенно улучшить качество проводимых экспериментов.

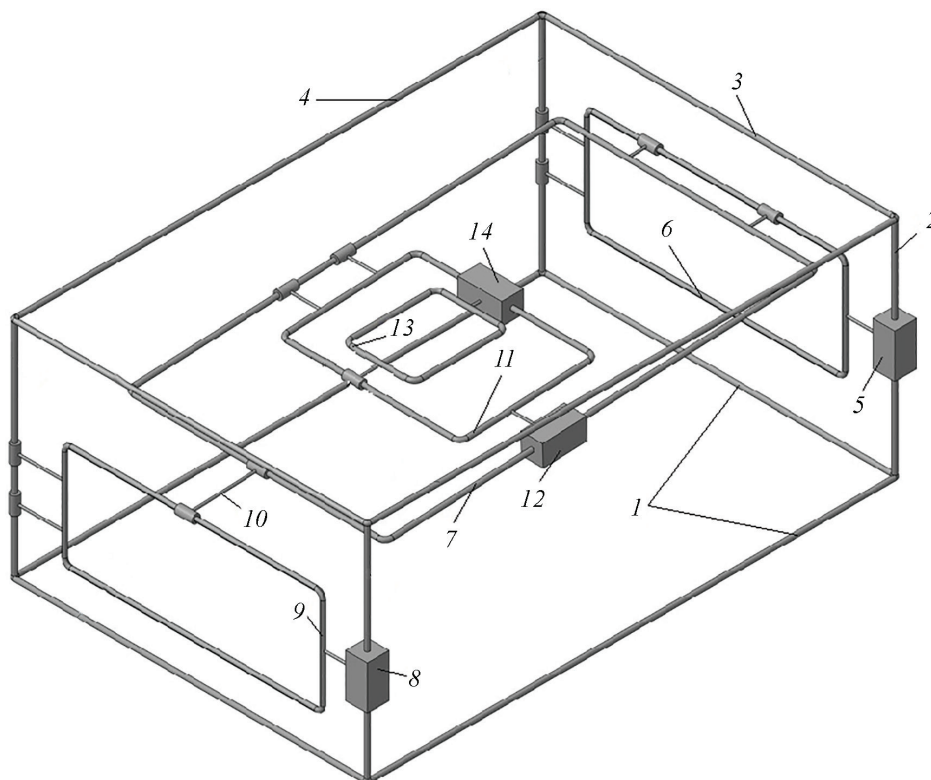


Рис. 1. Механизм для зондовой диагностики плазменных потоков с двумя вертикальными линейными двигателями: 1 — основание; 2 — вертикальная стойка; 3 — продольная балка; 4 — поперечная балка; 5 — первый подвижный линейный привод; 6, 9 — рама; 7 — подвижная платформа; 8 — второй подвижный линейный привод; 10 — промежуточное звено; 11 — поперечная каретка; 12, 14 — привод поступательного перемещения; 13 — продольная каретка

Fig. 1. The mechanism for probe diagnostics of plasma flows with two vertical linear engines: 1 — base; 2 — a vertical rack; 3 — a longitudinal beam; 4 — transverse beam; 5 — the first movable linear actuator; 6, 9 — frame; 7 — movable platform; 8 — second movable linear actuator; 10 — an intermediate link; 11 — transverse carriage; 12, 14 — translational displacement drive; 13 — longitudinal carriage

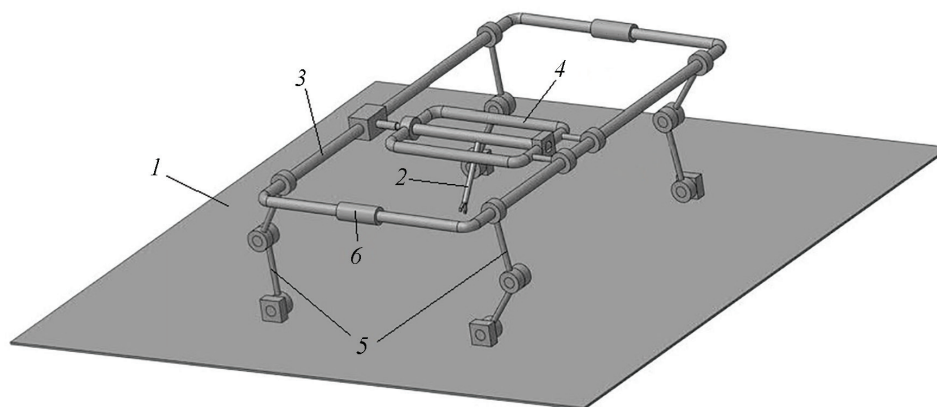


Рис. 2. Альтернативный вариант пятистепенного механизма параллельной структуры для зондовой диагностики плазменных потоков: 1 — основание; 2 — выходное звено; 3 — подвижная платформа; 4 — каретка продольного перемещения; 5 — кинематические цепи; 6 — телескопическая муфта

Fig. 2. An alternative version of the five-degree mechanism of parallel structure for probe diagnostics of plasma flows: 1 — base; 2 — output link; 3 — movable platform; 4 — carriage of longitudinal movement; 5 — kinematic chains; 6 — telescopic coupling

Разработанный механизм состоит из основания 1, на котором размещен портал, состоящий из закрепленных на основании вертикальных стоек 2, связанных между собой продольными 3 и поперечными 4 горизонтальными балками. Первый подвижный линейный привод 5 установлен на стойке посредством рамы 6, сопряженной с помощью вращательной кинематической пары с подвижной платформой 7. Второй подвижный линейный привод 8 также сопряжен с подвижной платформой посредством рамы 9, связанной со стойкой посредством поступательных кинематических пар.

Между рамой и платформой расположено промежуточное звено 10, связанное с рамой и подвижной платформой вращательными кинематическими парами. На подвижной платформе размещена поперечная каретка 11, связанная с платформой с одной стороны приводом поступательного перемещения 12, с другой стороны — поступательными кинематическими парами. С поперечной кареткой в свою очередь связана продольная каретка 13, с одной стороны — приводом поступательного перемещения 14, с другой стороны — поступательными кинематическими парами. На продольной каретке жестко установлен корпус вращательного двигателя, с валом которого связано выходное звено. На выходном звене располагается рабочий орган, которым может быть зонд. Использование механизма позволяет проводить зондовые измерения плазменных потоков с необходимой скоростью по заданной траектории с минимальным влиянием на турбулентные потоки, в частности исследовать краевые и концевые эффекты, влияние ориентации зонда в потоке плазмы, возможность получения вольт-амперных характеристик плоских зондов в зависимости от параметров задачи [25].

В качестве альтернативного варианта механизма для использования в зондовой диагностике плазменных потоков можно использовать некую конструкцию (рис. 2).

Данный манипулятор параллельной структуры, имеющий пять степеней свободы, содержит основание 1, выходное звено 2, подвижную платформу 3, установленную на платформе каретку продольного перемещения 4 с закрепленным на ней выходным звеном а также кинематические цепи 5, связывающие основание с кареткой. Платформа и каретка имеют прямоугольную форму, состоят из полых труб и сочленены между собой с взаимно перпендикулярным расположением длинных сторон. При этом элементы труб коротких сторон платформы и длинных сторон каретки разрезные и соединены с помощью телескопических муфт 6 с возможностью изменения ширины платформы и длины каретки. Кроме того, плат-

форма соединена с основанием посредством установленных попарно на длинных сторонах платформы четырех кинематических цепей, каждая из которых содержит жестко установленный на основании вращательный привод и два шарнирно соединенных между собой передаточных звена. Первое из них закреплено на оси привода, второе — шарнирно сопряжено с длинной стороной платформы, причем оси вращения приводов и поворота шарнирных соединений кинематических цепей параллельны направлению длинных сторон платформы. Каретка установлена на платформе с возможностью движения вдоль платформы и вращения вокруг собственной оси с помощью комбинированного двигателя и двух скользящих шарниров, расположенных на противоположных длинных сторонах платформы соответственно, при этом соединение каретки с комбинированным двигателем осуществлено посредством центральной оси, а с поворотными шарнирами — двумя перемычками.

Выводы

Для выполнения программы научно-технологического развития необходимы новые разработки машин, обладающих инновационными технологическими решениями и расширенным функциональным потенциалом. Механизмы параллельной структуры имеют такие преимущества, как скорость, полезная нагрузка, точность проводимых манипуляций. В Институте созданы механизмы, имеющие широчайший спектр применения, в том числе для зондовой диагностики плазменных потоков. Проведенные расчеты и испытания экспериментальных образцов подтверждают правильность выбранного подхода.

Список литературы

- [1] Указ Президента РФ от 31.12.2015 N 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669/ (дата обращения 18.12.2018).
- [2] Указ Президента РФ от 16.12.2015 N 623 «О Национальном центре развития технологий и базовых элементов робототехники». URL: <https://base.garant.ru/71280896/> (дата обращения 18.12.2018).
- [3] Указ Президента РФ от 07.07.2011 N 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации». URL: <https://base.garant.ru/55171684/> (дата обращения 18.12.2018).
- [4] Указ Президента РФ от 01.12.2016 N 642 «Об утверждении стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/ (дата обращения 18.12.2018).
- [5] Ганиев Р.Ф., Глазунов В.А. Манипуляционные механизмы параллельной структуры и их приложения в современной технике // ДАН, 2014. Т. 459. № 4. С. 1–4.

- [6] Ганиев Р.Ф., Глазунов В.А. Актуальные проблемы машиноведения и пути их решения // Справочник. Инженерный журнал (с приложением), 2015. № 11. С. 1–16.
- [7] Ганиев Р.Ф., Глазунов В.А. Перспективы теории машин в связи с развитием современного машиностроения // Справочник. Инженерный журнал (с приложением), 2015. № 5. С. 3–7.
- [8] Ганиев Р.Ф. Проблемы механики машин и технологий. Перспективы развития Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2010. № 1. С. 3–20.
- [9] Ганиев Р.Ф. Проблемы механики машин и технологий. Перспективы развития Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. Часть II // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2010. № 3. С. 3–17.
- [10] Ганиев Р.Ф. О современном состоянии и перспективах развития ИМАШ РАН // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2014. № 3. С. 11–36.
- [11] Филиппов Г.С. Математическое моделирование пространственного распределения лучистой энергии от сложного излучателя: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук, Москва, Моск. гос. авиац. ин-т, 2014. 23 с.
- [12] Филиппов Г.С., Николаенко В.С., Ященко Б.Ю., Евдокимов И.Е. Расчет индикатрисы сложного излучателя // Научно-технический вестник Поволжья, 2012. Т. 5. С. 50–54.
- [13] Shripad P. Mahulikar, Hemant R. Sonawane, G. Arvind Rao Infrared signature studies of aerospace vehicles, Progress in Aerospace Sciences, 2007, v. 43, pp. 218–245.
- [14] Николаенко В.С., Филиппов Г.С., Раца И.И., Ященко Б.Ю. Расчет и снижение тепловой заметности двигателя летательного аппарата // 15-я Междунар. конф. «Авиация и космонавтика». Москва, МАИ (НИУ), 14–18 ноября 2016 г. М.: Люксор, 2016. С. 318–319
- [15] Глазунов В.А. Структура пространственных механизмов. Группы винтов и структурные группы // Справочник. Инженерный журнал (с приложением). 2010. № 3. 24 с.
- [16] Чунихин А.Ю., Глазунов В.А. Разработка механизмов параллельной структуры с пятью степенями свободы, предназначенных для технологических роботов // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2017. № 4. С. 3–11.
- [17] Чунихин А.Ю., Глазунов В.А., Скворцов С.А., Духов А.В. Пространственный механизм с пятью степенями свободы. Патент РФ на полезную модель № 160127, 2016. Заявка 2015106848/02, 27.02.2015. Оп. 10.03.2016. Бюл. № 7. С. 4.
- [18] Козырев А.В., Глазунов В.А., Артеменко Ю.Н., Каганов Ю.Т. Пространственный поступательный механизм с тремя степенями свободы. Патент РФ на полезную модель № 133043, дата подачи заявки: 2013.03.14 2013. Бюл. № 28. 2 с.
- [19] Котельников В.А., Котельников М.В., Филиппов Г.С. Диагностика плазменных потоков с помощью ориентированных зондов. Теория и практика зондовых измерений. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. 340 с.
- [20] Котельников В.А., Котельников М.В., Филиппов Г.С. Физическое, математическое и численное моделирование пристеночной плазмы применительно к системам авиационно-космической техники и волновым технологиям. Регулярная и хаотическая динамика. Ижевск, 2018. 280 с.

Сведения об авторах

Филиппов Глеб Сергеевич — канд. физ.-мат. наук, зам. директора по научной работе ИМАШ РАН, filippov.gleb@gmail.com

Глазунов Виктор Аркадьевич — д-р техн. наук, профессор, директор ИМАШ РАН, info@imash.ru

Алешин Александр Константинович — канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник ИМАШ РАН, aleshin_ak@mail.ru

Ращоян Гагик Володяевич — канд. техн. наук, ст. науч. сотр. ИМАШ РАН, gagik_r@bk.ru

Скворцов Сергей Александрович — канд. техн. наук, ст. науч. сотр. ИМАШ РАН, 1691skvorcov@mail.ru

Шалюхин Константин Андреевич — канд. техн. наук, науч. сотр. ИМАШ РАН, constmeister@gmail.com

Поступила в редакцию 19.04.2019.

Принята к публикации 15.07.2019.

APPLICATION PROSPECTS OF PARALLEL STRUCTURE MECHANISMS IN PROBE DIAGNOSTICS OF PLASMA FLOWS

G.S. Filippov, V.A. Glasunov, A.K. Aleshin,
G.V. Rashoyan, S.A. Skvortsov, K.A. Shalyukhin

IMASH RAN, 4, M. Kharitonyevskiy Pereulok, 101990, Moscow, Russia

info@imash.ru

In this paper, we studied the prospects for the use of robots of a parallel structure for conducting probe diagnostics of plasma flows of rocket engines. The possibility of improving the accuracy and efficiency of measurements is investigated. The use of robots with a parallel structure allows for a qualitative improvement in probe diagnostic readings. Today, probe measurements are often carried out in a short time, which leads to a limited number of measurements, as well as imperfect mechanisms, often operated manually, which leads to loss of accuracy. Probe diagnostics of plasma flows, including those from rocket engines of various types, are very sensitive to the position of the probe, its shape, as well as the effect on the plasma flow of the probe itself and auxiliary mechanisms. The use of the parallel structure mechanisms developed at Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of RAS, can significantly improve the quality of the experiments performed.

Keywords: the robots of parallel structure, plazma flows, probe diagnostics

Suggested citation: Filippov G.S., Glasunov V.A., Aleshin A.K., Rashoyan G.V., Skvortsov S.A., Shalyukhin K.A. *Perspektivy primeneniya mekhanizmov parallel'noy struktury v zondovoy diagnostike plazmennyykh potokov* [Application prospects of parallel structure mechanisms in probe diagnostics of plasma flows]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 6, pp. 92–97. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-92-97

References

- [1] *Ukaz Prezidenta RF ot 31.12.2015 N 683 «O Strategii natsional'noy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii»* [Presidential Decree no. 683 of December 31, 2015 “On the National Security Strategy of the Russian Federation”]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669/ (accessed 18.12.2018).
- [2] *Ukaz Prezidenta RF ot 16.12.2015 N 623 «O Natsional'nom tsentre razvitiya tekhnologii i bazovykh elementov robototekhniki»* [Decree of the President of the Russian Federation dated December 16, 2015 no. 623 “On the National Center for the Development of Technologies and Basic Elements of Robotics”]. URL: <https://base.garant.ru/71280896/> (accessed 18.12.2018).
- [3] *Ukaz Prezidenta RF ot 07.07.2011 N 899 «Ob utverzhdenii prioritnykh napravleniy razvitiya nauki, tekhnologii i tekhniki v Rossiyskoy Federatsii»* [Decree of the President of the Russian Federation of 07.07.2011 no. 899 “On the approval of priority areas for the development of science, technology and technology in the Russian Federation”]. URL: <https://base.garant.ru/55171684/> (accessed 18.12.2018).
- [4] *Ukaz Prezidenta RF ot 01.12.2016 N 642 «Ob utverzhdenii strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii»* [Presidential Decree no. 642 of December 1, 2016, “On the Approval of the Strategy for the Scientific and Technological Development of the Russian Federation”]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/ (accessed 18.12.2018).
- [5] Ganiev R.F., Glazunov V.A. *Manipulyatsionnye mekhanizmy parallel'noy struktury i ikh prilozheniya v sovremennoy tekhnike* [Manipulation mechanisms of parallel structure and their applications in modern technology]. *DAN*, 2014, v. 459, no. 4, pp. 1–4.
- [6] Ganiev R.F., Glazunov V.A. *Aktual'nye problemy mashinovedeniya i puti ikh resheniya* [Actual problems of engineering and their solutions]. *Spravochnik. Inzhenernyy zhurnal (s prilozheniem)* [Engineering Journal (with attachment)], 2015, no. 11, pp. 1–16.
- [7] Ganiev R.F., Glazunov V.A. *Perspektivy teorii mashin v svyazi s razvitiem sovremennoy mashinostroeniya* [Prospects of the theory of machines in connection with the development of modern engineering] *Spravochnik. Inzhenernyy zhurnal (s prilozheniem)* [Reference. Engineering Journal (with attachment)], 2015, no. 5, pp. 3–7.
- [8] Ganiev R.F. *Problemy mekhaniki mashin i tekhnologii. Perspektivy razvitiya Instituta mashinovedeniya im. A.A. Blagonravova RAN* [Problems of mechanics of machines and technologies. Prospects for the development of the Institute of Engineering them. A.A. Blagonravova RAS] *Problemy mashinostroeniya i nadezhnosti mashin* [Problems of mechanical engineering and machine reliability], 2010, no. 1, pp. 3–20.
- [9] Ganiev R.F. *Problemy mekhaniki mashin i tekhnologii. Perspektivy razvitiya Instituta mashinovedeniya im. A.A. Blagonravova RAN. Chast' II* [Problems of mechanics of machines and technologies. Prospects for the development of the Institute of Engineering them. A.A. Blagonravov RAN. Part II] *Problemy mashinostroeniya i nadezhnosti mashin* [Problems of mechanical engineering and reliability of machines], 2010, no. 3, pp. 3–17.
- [10] Ganiev R.F. *O sovremennoy sostoyanii i perspektivakh razvitiya IMASH RAN* [On the current state and prospects of development of the Institute of Biological Sciences of the Russian Academy of Sciences] *Problemy mashinostroeniya i nadezhnosti mashin* [Problems of mechanical engineering and reliability of machines], 2014, no. 3, pp. 11–36.
- [11] Filippov G.S. *Matematicheskoe modelirovanie prostranstvennogo raspredeleniya luchistoy energii ot slozhnogo izluchatelya* [Mathematical modeling of the spatial distribution of radiant energy from a complex emitter]: Diss. ... Cand. Sci. (Phys.-Mat.). Moscow, Moscow. state Aviation Institute, 2014, 23 p.
- [12] Filippov G.S., Nikolaenko V.S., Yashchenko B.Yu., Evdokimov I.E. *Raschet indikatry slozhnogo izluchatelya* [Calculation of the indicatrix of a complex radiator] *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik Povolzh'ya* [Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region], 2012, v. 5, pp. 50–54.

- [13] Shripad P. Mahulikar, Hemant R. Sonawane, G. Arvind Rao Infrared signature studies of aerospace vehicles, *Progress in Aerospace Sciences*, 2007, v. 43, pp. 218–245.
- [14] Nikolaenko V.S., Filippov G.S., Ratsa I.I., Yashchenko B.Yu. *Raschet i snizhenie teplovoy zametnosti dvigatelya letatel'no-go apparata* [Calculation and reduction of thermal visibility of the aircraft engine] 15-ya Mezhdunarodnaya konferentsiya «Aviatsiya i kosmonavtika» [15th International Conference “Aviation and Cosmonautics”]. Moscow, MAI (NRU), November 14–18, 2016. Moscow: Luxor, 2016, pp. 318–319.
- [15] Glazunov V.A. *Struktura prostranstvennykh mekhanizmov. Gruppy vintov i strukturnye gruppy* [The structure of spatial mechanisms. Groups of screws and structural groups] *Spravochnik. Inzhenernyy zhurnal (s prilozheniem)* [Reference. Engineering Journal (with attachment)], 2010, no. 3, 24 p.
- [16] Chunikhin A.Yu., Glazunov V.A. *Razrabotka mekhanizmov parallel'noy struktury s pyat'yu stepenyami svobody, prednaznachennykh dlya tekhnologicheskikh robotov* [Development of mechanisms of parallel structure with five degrees of freedom, intended for technological robots] *Problemy mashinostroeniya i nadezhnosti mashin* [Problems of mechanical engineering and machine reliability], 2017, no. 4, pp. 3–11.
- [17] Chunikhin A. Yu., Glazunov V.A., Skvortsov S.A., Dukhov A.V. *Prostranstvennyy mekhanizm s pyat'yu stepenyami svobody* [Spatial mechanism with five degrees of freedom]. Patent of the Russian Federation for useful model no. 160127, 2016. Application 2015106848/02, 02.27.2015. Op. 03/10/2016, bul no. 7, p. 4.
- [18] Kozyrev A.V., Glazunov V.A., Artemenko Yu.N., Kaganov Yu.T. *Prostranstvennyy postupatel'nyy mekhanizm s tremya stepenyami svobody* [Spatial translational mechanism with three degrees of freedom]. Patent of the Russian Federation for utility model no. 133043, application filing date: 2013.03.14 2013, bull. no. 28, p. 2.
- [19] Kotelnikov V.A., Kotelnikov M.V., Filippov G.S. *Diagnostika plazmennykh potokov s pomoshch'yu orientirovannykh zondov. Teoriya i praktika zondovykh izmereni.* [Diagnostics of plasma flows using oriented probes. Theory and practice of probe measurements]. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016, 340 c.
- [20] Kotelnikov V.A., Kotelnikov M.V., Filippov G.S. *Fizicheskoe, matematicheskoe i chislennoe modelirovanie pristenochnoy plazmy primenitel'no k sistemam aviatsionno-kosmicheskoy tekhniki i volnovym tekhnologiyam. Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika* [Physical, mathematical, and numerical modeling of near-wall plasma applied to aerospace systems and wave technologies. Regular and chaotic dynamics]. Izhevsk, 2018, 280 p.

Authors' information

Filippov Gleb Sergeevich — Cand. Sci. (Phis.-Math.), Deputy Director of the Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of the RAS, filippov.gleb@gmail.com

Glazunov Victor Arcad'evich — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Director of the Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of the RAS, info@imash.ru

Aleshin Aleksandr Konstantinovich — Cand. Sci. (Tech.), Leading Researcher, Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of the RAS, aleshin_ak@mail.ru

Rashoyan Gagik Volodyaevich — Cand. Sci. (Tech.), Senior Researcher of the Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of the RAS, gagik_r@bk.ru

Skvortcov Sergey Aleksandrovich — Cand. Sci. (Tech.), Senior Researcher of the Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of the RAS, 1691skvortcov@mail.ru

Shalyukhin Konstantin Andreevich — Cand. Sci. (Tech.), Researcher of the Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of the RAS, constmeister@gmail.com

Received 19.04.2019.

Accepted for publication 15.07.2019.

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕОРИИ И НА ПРАКТИКЕ**Н.А. Моисеев**

ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (ВНИИЛМ), 141200, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15

forestvniilm@yandex.ru

Рассмотрены основополагающие вопросы управления для всех видов и уровней деятельности. Дана оценка их практического использования в историческом разрезе — в дореволюционный, советский и постсоветский периоды. Предложены меры по совершенствованию управления. Особое внимание уделено государственным мерам регулирования рыночной экономики, в том числе с помощью стратегического планирования.

Ключевые слова: управление, государственные меры регулирования, стратегическое планирование

Ссылка для цитирования: Моисеев Н.А. Вопросы управления в теории и на практике // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 98–104. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-98-104

*«Первый миф науки управления состоит в том,
что она существует»
Из «Мудрости тысячелетий» [1]*

Вопросы управления являются основополагающими для всех видов и уровней деятельности в человеческой практике, включая судьбу самого человечества на планете Земля, отношения между государствами и внутри государств, в том числе отдельные отрасли и предприятия, а также бизнес и охрану окружающей среды.

Авторы доклада Римского клуба *«Первая глобальная революция»* считают, что *основополагающей всех бед на земле является кризис управления*, как на уровне отдельных стран, так и на мировом уровне: *«объяснение того, что многие мировые проблемы заведены в тупик, заключается в плохом управлении»* [2, с. 320]. Авторы по этому признаку даже допускают подразделение стран на хорошо и плохо управляемые. Россия, к сожалению, не относится к числу первых, особенно, что касается практики последних десятилетий.

В предыдущих статьях были рассмотрены проблемы управления лесным комплексом и лесным хозяйством на примере РФ, без разрешения которых нет возможности организовать эффективное и рациональное лесопользование в стране с учетом долгосрочного лесовыращивания в перспективе на десятки и даже сотни лет [3]. Без связи с системой управления в стране в целом и в мире практическое автономное решение острых вопросов в узкоотраслевых рамках оказалось нереальным.

«Управление — функция организованных систем различной природы (биологических, социальных, технических), обеспечивающая сохранение их определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализацию их программ и целей» [4, с. 719]. Поэтому к важ-

нейшему требованию, предъявляемому к управлению, можно отнести *планирование — как процедуру подготовки и выбора хозяйственно значимых решений из всех возможных альтернатив* с учетом конкретных условий и имеющихся для них ограничений. Для каждого объекта управления следует рассматривать систему целей и пути их достижения, а сам объект — во взаимосвязи со смежными объектами. В частности все лесное хозяйство тесно связано с каждой отраслью лесного сектора экономики, что обеспечивает задачу баланса спроса и предложения на лесные ресурсы, обуславливая устойчивое развитие всего лесопромышленного комплекса. При этом необходима организация стратегического планирования по всем взаимосвязанным уровням управления. В условиях рыночной экономики России представляется важным государственно-частное партнерство.

В качестве примера такого подхода можно привести Китай, в котором успешно решаются проблемы развития экономики на основе стратегического планирования по всей соподчиненной вертикали объектов управления.

Для выхода на такой же оперативный простор планирования правительством РФ в 2014 г. был принят Федеральный закон № 172 *«О стратегическом планировании в Российской Федерации»*, но, к сожалению, он так и не получил должного развития [5] — его исполнение отложили на 3 года. Но и по истечении этого времени закон остался невостребованным.

Что могло послужить причиной задержки его исполнения? В данном случае уместно сослаться на высказывание Конфуция: *«когда пути не одинаковы — не составляют вместе планов»*.

После периода 1990-х гг. российское общество распалось на две неравноправные и непримиримые части — *сверхбогатое меньшинство* и *обездоленное большинство*. В руках первых оказались все капиталы, они стали работодателями. На долю вторых выпала роль бесправной *наемной рабочей силы на рынке труда*. Доходы первых даже в условиях кризиса растут, а доходы вторых, по официальным данным, вот уже 6 лет подряд падают. Государство, которое должно бы не допускать такое одностороннее развитие первых за счет вторых, к сожалению, не руководствуется интересами социальной справедливости. Отсюда и заторможенное развитие экономики, и искоренение бедности. Между тем Майские указы Президента 2018 г. были направлены именно на повышение благосостояния бедного населения страны.

Правительство уклоняется от применения давно испытанной во многих странах *прогрессивной системы налогообложения*, сглаживающей социально недопустимые перекосы при чудовищном неравенстве доходов, прикрываясь смехотворным объяснением равного налогообложения для сверхбогатых и бедных. В итоге экономика топчется на месте.

История — это биография народов России. Какие только этапы развития пришлось им пережить! После 300-летнего монголо-татарского ига наступила не менее трагичная, на наш взгляд, эпоха 350-летнего крепостного права. По мнению великого русского писателя М.Е. Салтыкова-Щедрина, «Крепостное право, тяжелое и грубое в своих формах сближало меня с подневольной массой, ... только пережив все эти его фазисы, я смог прийти к полному сознательному и страстному его отрицанию» [6].

Отмена крепостного права в 1861 г. не избавила крестьян от зависимого положения, что в свою очередь привело к революциям, вначале Февральской, а затем, к Октябрьской социалистической.

Наступившая *социалистическая эпоха — самая выдающаяся за всю многовековую историю России.*

Страна заняла передовые позиции в мире по развитию науки и искусства. За 10 довоенных лет провела масштабные индустриализацию и коллективизацию — *важнейшие факторы* для возможности защитить страну и победить в кровопролитной Второй мировой войне. Всего за пять послевоенных лет были восстановлены разрушенные города и поселки, быстрыми темпами развивалась экономика — осуществился первый полет в космос, было создано атомное оружие для защиты от возможных провокаций.

Все это, как нельзя лучше, наглядно демонстрирует *умелое управление страной* советским руководством.

Представители нынешней элиты предпочитают замалчивать отмеченные успехи, намеренно избегают называть истинные причины и главных виновников политических репрессий, а также распада Советского Союза.

Известно, что организаторами и проводниками революций и во Франции, и в России были масоны — сионисты [7]. О них обстоятельно написал известный ученый академик И.Р. Шафаревич. Но Россию они рассматривали в качестве «хвороста» для разжигания мировой революции. Именно их представители возглавляли НКВД и ГУЛАГи и вершили суд над инакомыслящими. Вплоть до 1937 г. они доминировали в составе правительства. В этом «активе» участвовали известные деятели — Троцкий, Каменев, Зиновьев и их ставленники на всех уровнях управления. С высоты прошедших лет была очевидна крайняя необходимость освободить управление страной от такого негативного влияния сионистов. Именно И.В. Сталин с помощью созданной им партии сумел решить эту задачу. В итоге пострадавшее сионистское сообщество со своими потомками возвели хулу на руководителя страны, возложив на него ответственность за содеянное ими.

В беседе с А.М. Коллонтай в ноябре 1939 г. И.В. Сталин высказался о сионизме: «Многие дела нашей партии и народа будут извращены и оплеваны, прежде всего за рубежом, да и в нашей стране тоже. Сионизм, рвущийся к мировому господству, будет жестоко мстить нам за наши успехи и достижения. Он все еще рассматривает Россию как варварскую страну, как сырьевой придаток. И мое имя тоже будет оболгано, оклеветано. Мне припишут множество злодеяний. Мировой сионизм всеми силами будет стремиться уничтожить наш Союз, чтобы Россия больше никогда не могла подняться» [8].

После Сталина в России воцарился *авторитарный режим управления*, не гарантирующий общественный контроль за деятельностью первых лиц государства. По этой причине при Горбачеве, а позднее при Ельцине произошел опасный для страны сбой в управлении — рухнула политическая и экономическая система, а на месте социализма воцарился криминальный капитализм. За 6 лет своего правления Горбачев разрушил устои социалистического государства и его экономику, что дало основание неолиберальным политикам считать, что социализм, якобы, разрушился по естественным причинам, а не в силу предательства первых лиц государства [9]. Действия же Ельцина в союзе с двумя другими подобными же ему представителями власти Белоруссии и Украины в 1991 г. привели к распаду СССР. До сих пор не дана принципиальная оценка виновникам произошедшей катастрофы.

Президенту В.В. Путину хотя и удалось укрепить федеральную вертикаль управления, но последствия «лихих» 1990-х гг. так и не ликвидированы. Число олигархов многократно возросло, масштабы вывоза капитала в офшоры заметно увеличились.

На Всемирном русском народном соборе (2019) был предложен *подход к решению имеющихся проблем путем обобщения всего лучшего из каждой прошедшей эпохи, и синтезируя его, сформировать конструкцию управления на перспективу*. Имеется в виду общая фундаментальная база, которая могла бы служить надежным основанием для оптимальной социально-экономической системы управления, адекватной российскому обществу, *его менталитету*.

Менталитет русского народа является тем оселком, с помощью которого можно проверить, что приемлемо, а что следует отвергнуть.

1990-е гг. и дальнейший период показали, что возврат к капитализму был роковой ошибкой для страны. Раньше российские философы утверждали, что капитализм противопоказан для России. И это подтверждает порожденный при Ельцине *олигархат, ставший основателем паразитического строя, а не капиталистического, парализовавшего страну*. Олигархат стал причиной организованной преступности и широкомасштабной коррупции, охватившей все уровни управления страной и обществом. Стремление власти сменить вывеску, называя олигархов *крупным бизнесом*, вопросы не решает, а *«первородный» для этой «верхушки» «грех» в виде преступной приватизации, охватившей все направления экономики, вытравить из сознания народа не удастся*. К тому же предпринимательская деятельность в виде среднего и малого бизнеса не меньше отравлена царящим олигархическим климатом, что подтверждается безрезультатными усилиями власти по его развитию.

Малый и средний бизнес могли бы занимать некоторые ниши общественного производства, но лишь при условии отсутствия давления со стороны олигархата и его недопуска к стратегическим направлениям развития страны, которые она уже *потеряла* в частности в области космоса, транзитного транспорта, промышленного производства, аграрного сектора, а также в сферах национальной культуры, науки, образования, здравоохранении, идеологии.

Власть не имеет возможности, а может, и намерений, обуздать олигархат и заставить его служить стране и народу, а не собственным узкосубъективным целям.

Нынешние политики старательно обходят рассмотрение социалистических аспектов экономики, ссылаясь на то, что *«это мы уже проходили»*

и с помощью СМИ пытаются внедрить в сознание общества всякого рода паллиативы типа цифровой экономики, как будто она способна внести живую струю в создающуюся ситуацию.

Капиталистический строй мешает России быть политическим союзником Китая, хотя они и остаются партнерами во внешней политике. Этот же фактор препятствует и образованию союзного государства с Белоруссией, которая остается социалистическим государством.

Все перечисленные опасности могут иметь катастрофические последствия, если и далее события будут развиваться в соответствии с неolibеральной политикой, которой, правда, наш Президент недавно предрек недалекую кончину, особенно, что касается внешней политики [10, 11].

Между тем, возврат к социализму для Российского общества неминуем [12]. Только тогда восстановится социальная справедливость в обществе, будет дан стимул для развития страны в интересах всего населения, улучшится его материальное благосостояние, заработают социальные лифты, улучшится кадровая политика, и Россия вновь вернет симпатии и тягу к ней всех окружающих народов, как это было во времена СССР.

Нынешнему этапу развития кадровой политики характерны широкомасштабная некомпетентность управленцев, их безответственность, неспособность критически оценить ту или иную ситуацию, самих себя и в целом правительство. Подбор кадров осуществляется путем кумовства и по знакомству. В строй становится вторая волна олигархата — их дети. На этом фоне все громче звучат призывы к возврату монархии. Но трехвековой опыт правления Романовых показал, что и там человеческий фактор первых лиц давал сбои, в том числе и нравственные. Известны примеры: убийство императора Павла I с ведома заступающего на его место наследника Александра I; водружения на трон Екатерины I, Екатерины II (после насильственного устранения императора Петра III); измена последнему императору Николаю II со стороны ближайшего окружения. Все это может отталкивать от основ монархического управления, вряд ли при этом оно станет примером для будущего.

Формирующаяся же обстановка по всему числу факторов в перспективе не облегчает, а лишь усложняет решение проблемы управления на всех уровнях человеческой иерархии. В числе их все более острыми становятся отношения человечества и природы, а также социально-политические отношения между государствами и внутри их между богатыми и бедными, вследствие нарастающего неравенства.

Если отвлечься от отягчающих обстоятельств современности, можно насладиться необычайным разнообразием окружающего животного и

растительного мира, задуматься о его происхождении и о том механизме, который поддерживает его динамическое равновесие. Наука пока не дала исчерпывающих ответов на эти вопросы. Не дан вразумительный ответ и на вопрос о происхождении самого человека на планете Земля. Не исключается и среди ученых мнение об участии всевышнего разума, что нашло отражение в религиях, главное назначение которых сводится к нравственным отношениям между людьми и к природе.

На человека, в силу данного ему разума, возлагается весьма ответственная обязанность — сохранять полученное от природы наследство в виде биоразнообразия окружающего мира и обеспечивать надежное управление им. Но, к сожалению, выражаясь словами Ч. Байрона: *«лишь человек здесь злейший враг всего»*. Именно он является главным виновником ускоряющегося процесса сокращения биоразнообразия и деградации самого человечества, в котором доминируют не нравственные устои, а эгоизм, алчность, погоня за выгодой любой ценой. Хотя и принимаются меры по сохранению биоразнообразия путем организации национальных парков и заповедников, но это не спасает положение дел, т. к. эти выделенные «островки защитных лесов» все равно подвержены всеобщему потребительскому отношению и поэтому остро требуют более пристального внимания к себе, в частности защитные леса многоцелевого значения Московской области.

Но чтобы спасти биоразнообразие природы, прежде всего, необходимо спасти самих людей от неподобающих взглядов на способы природопользования. А пока продолжается истощительное использование ограниченных жизненно важных ресурсов, не развито воспроизводство возобновимых ресурсов и не разработаны принципы своевременной замены невозобновимых ресурсов альтернативными. Продолжается интенсивное загрязнение природной среды вследствие обработки и переработки природных ресурсов. Не проводятся мероприятия по предотвращению таких бедствий, как лесные пожары и масштабные паводки. Все это обедняет природную среду обитания человека и животных, ужесточает экологические и другие кризисы, расширяет зоны безжизненных пространств.

В складывающейся ситуации возникает вопрос о назначении человека, homo sapiens, как разумного существа на планете. Циолковский писал, что Земля — *«колыбель человечества, но человек не может, да и не сможет находиться вечно в колыбели на Земле, которую он к тому же, добавим мы, еще и опустошает. Его назначение — осваивать ближайший космос и поль-*

зоваться его ресурсами. Россия была пионером в этом направлении. Теперь она уступила свое место другим странам. В перспективе ожидается их гонка в освоении Луны и др. ближайших планет. Не надо забывать, что космические средства являются важнейшими и для влияния между странами на планете Земля. Но чтобы осваивать космос требуется особое внимание уделять развитию науки, образования и здравоохранения.

Подбор кадров должен осуществляться не только на основе современных конкурсов, но и исходя из предшествующей деятельности всех кандидатов по профилю, в котором возникает необходимость при назначении на ту или иную руководящую должность. Это поможет исключить наблюдаемую ныне некомпетентность и связанную с ней безответственность кадров. При самодержавии, например, в области лесопользования велся публичный реестр движения кадров с указанием их всего предшествующего опыта деятельности. Наряду с этим практиковался и обмен на съездах лесничих (лесоводов) о мерах по улучшению способов лесопользования. Такие съезды проводились регулярно через определенные периоды времени. Повестка их заранее оповещалась. В вырабатываемых рекомендациях совмещалось широкое мнение общественности и руководства отрасли, что способствовало успешной деятельности. *Такой опыт заслуживает внимания на перспективу.*

Однако отношения человека, общества и природы при всей первостатейной важности отступают на второй план в связи с обостряющимися политическими отношениями между государствами, особенно объединенного Запада и России. Для России эти отношения усугубляются в связи с тем, что она сама по уровню социального неравенства между богатым меньшинством и бедным большинством занимает одно из первых мест в мире. Образовавшийся после 1990-х гг. олигархат хранит свои несметные капиталы в банках Запада, по определению не может быть надежной опорой государства. Тем более, что и сама власть в лице ее бюрократической номенклатуры раздвоена в своих действиях, пытаясь совместить интересы олигархического сословия и бедствующей бедноты, что вряд ли может происходить реально, как и подтверждает практика растущих доходов у первых и падающих доходов у вторых.

Часто звучит критический вопрос: *«что делать?»* Для ответа на этот вопрос и общество, и власть должны сосредоточиться, осмыслить ситуацию и *«начать диалог, не дожидаясь общественного «взрыва»*. При этом на первое место выходит ответ на вопрос *«что строим?»* — «Демократическое, правовое государство»,

воспринимаемый оторванной от реальности декларацией, не имеющей никакого практического значения и смысла.

Чтобы не потерять доверие общества, власть должна в открытом диалоге (форма его — дело техники) вырабатывать меры общественного договора на основе главного требования — **социальной справедливости**. Только такой диалог может дать удовлетворяющий общество результат мирным путем, не допуская дальнейшего роста напряжения в отношениях.

В качестве первоочередных мероприятий, расчищающих атмосферу диалога, следует принять меры по использованию **прогрессивной системы налогообложения** и регулирования рыночной экономики со стороны государства, в первую очередь на основе стратегического планирования с обоснованием общественно значимой системы целей и путей их достижения. Именно только в такого рода планах возможно отразить неотложные проблемы и сроки их решения.

Для этого необходимо реанимировать принятый в 2014 г. Федеральный закон № 172 «О стратегическом планировании в Российской Федерации», но конкретизировав отдельные из его основных положений, учитывая особенности самого объекта: чрезвычайную обширность и неоднородность частей РФ по природным и экономическим условиям [13].

Учитывая резкое различие условий по отдельным районам РФ, важно дать оценку ситуации по отдельным **крупным экономическим регионам (КЭР), в рамках которых формируются крупные региональные рынки спроса и предложения на основные природные ресурсы для удовлетворения потребностей внутренних и внешних потребителей**. Границы таких КЭР совпадают с выделенными федеральными округами (ФО). Так, например, Дальневосточный ФО своим расположением ориентирован на удовлетворение потребностей внешних потребителей тихоокеанского внешнего рынка, учитывая ограниченный сбыт ресурсов на внутреннем рынке. Все субъекты РФ, входящие в этот КЭР должны выработать согласованную между собой политику международного сотрудничества, не допуская борьбу за сбыт продукции в угоду внешнему потребителю по демпинговым ценам.

Довольно проблематичен Сибирский ФО, который отдален и от потребителей европейской части страны и от внешних потребителей тихоокеанского международного рынка. Внутренние потребности здесь также скромны. Восточно-Сибирская часть этого региона ближе всего расположена к потребителям Китая, которые и пользуются этим выгодным для них положением.

Западно-Сибирская часть этого ФО ближе расположена к Казахстану и государствам Средней Азии, а потому организация сотрудничества с названными потребителями заслуживает внимания и на перспективу.

Северо-Западный ФО своим расположением ориентирован на сотрудничество со странами Западной Европы. При этом в его орбиту вошли и внутренние потребители за пределами его южных границ.

А вот что касается остальных федеральных округов, включая Уральский, Поволжский, Центральный, Южный, то они в общей совокупности представляют **«эпицентр внутреннего потребления»** этой части страны и должны рассматриваться особо, в отличие от вышеназванных округов, ориентированных преимущественно на внешних потребителей.

Тем не менее для каждого выделенного КЭР, отличающегося и характером потребителей, и условиями развития на федеральном уровне, с учетом общих для страны целей развития, должны быть разработаны прогнозы, а на их основе — стратегические планы на ближайшие 10–20 лет как основа для договоров с участием внешних и внутренних потребителей. Для общей координации следует определить состав координационного совета и участников разработки по каждому ФО взаимосвязанных прогнозов, планов и договоров для принятия решений по их реализации на федеральном уровне.

Такова, в общем, принципиальная схема для принятия управленческих решений на федеральном уровне. Что же касается самих субъектов РФ, входящих в каждый из федеральных округов, то их планы и меры по их реализации должны быть согласованы с принятыми решениями в том федеральном округе, в который каждый из них входит.

Важен вопрос о критериях, по которым должны приниматься решения по всем составляющим федеральную вертикаль управления.

В прошлом главным критерием обычно принимался экономический эффект принимаемых решений. В условиях капитализма он выражается в максимально возможной прибыли от реализации принимаемых мер по достижению планируемых целей. Но при этом не учитывается экологический ущерб, сопутствующий таким односторонним решениям, а также социальные и культурные аспекты развития, объединяемые этическими соображениями. Все отрицательные последствия зримо проявляются обычно через значительные промежутки времени. Принимая, например, решения по созданию гидроэлектростанций на основе возводимых плотин через главную речную Волжскую магистраль, не был учтен многосторонний риск для развития сельского, рыбного хозяйства, потеря громадных участков

плодородных земель, оказавшихся под ответственными «морями». Все эти риски проявились через десятки лет. Учитывая негативные стороны прошлого опыта хозяйствования, к настоящему времени созрело понимание, что критерий принятия решений должен обязательно представлять сочетание из трех составляющих в следующей из последовательности: вначале этические требования, затем экологические, и только при их приемлемости — заключительное — экономическое. Три «э»: этика, экология и экономика должны быть в неразрывной связи при принятии планируемых решений [13–15].

Но остается вопрос о реальности использования этого критерия — три «Э» при различных сочетаниях частного и государственного партнерства, тем более в условиях капиталистической системы хозяйствования. И тут нет другого выхода, как расширение роли общественного участия в стратегическом планировании при растущей роли гражданского общества и его влияния на власть, принуждая ее руководствоваться прежде всего общественными интересами. К этому, как известно, призывал и президент России В.В. Путин в своих посланиях Федеральному собранию. Кстати, и зарубежный опыт свидетельствует о растущем участии общественности в планировании, о чем упоминается в учебном пособии [16, стр. 332–340].

Только таким образом возможна существенная корректировка нынешнего опыта планирования на разных уровнях управления, страдающая главенством административного ресурса в узких бюрократических рамках, осуществляющих управление.

Сведения об авторе

Моисеев Николай Александрович — д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН, член Исполкома и Международного совета IUFRO, гл. науч. сотр. ВНИИЛМ, forestvniilm@yandex.ru

Список литературы

- [1] *Мудрость тысячелетий. Энциклопедия.* М.: Олма-Пресс «Красный пролетарий», 2006. 848 с.
- [2] *Кинг А., Шнайдер Б., Первая глобальная революция. Доклад Римского клуба.* М.: Прогресс, 1991. 340.
- [3] *Моисеев Н.А. Методология формирования стратегии лесоуправления и развития лесного сектора экономики // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2013. № 4 (46). С. 31–40.*
- [4] *Иллюстрированный энциклопедический словарь. М.: Большая Российская энциклопедия, 1995. 892 с.*
- [5] *Федеральный закон РФ от 28 июня 2014 г. №172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».* URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (дата обращения 16.11.2018).
- [6] *Мусиенко Н. «Я вырос на лоне крепостного права» // Правда, № 31 (30818). 22–25.03. 2019. С. 4.*
- [7] *Большаков В. Массонский заговор против России // Русский вестник, 2019, № 14. С. 8–9.*
- [8] *Большаков В. Антисионизм: от Ленина до Сталина // Русский вестник, 2019. № 4. С. 8–10.*
- [9] *Горбачев М.С. Целью моей жизни было уничтожение коммунизма // Советская Россия, спец. выпуск «Отечественные записки», №15 (213). 19.08.2010. С. 16.*
- [10] *Воронин Ю. Конец эпохи экономического либерализма // Московский комсомолец, 12.08.2019. С. 3.*
- [11] *Донцов С. Что не так с либерализмом // Московский комсомолец, 07.08.2019. С. 3.*
- [12] *Миронов С. Новый Российский социализм // Аргументы и факты, № 24 (1389). 19.06.2007. С. 4.*
- [13] *Старостин В.П. Единство и взаимосвязь трех «э»: экономика, экология, этика // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2016. № 12 (Ч. 7). С. 1340–1343.*
- [14] *Марфенин Н.Н. Устойчивое развитие человечества. М.: МГУ, 2006. С. 439.*
- [15] *Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник [Электронный ресурс]. URL: http://nashaucheba.ru/v61266/реймерс_н.ф._природопользование. (дата обращения 16.11.2018).*
- [16] *Моисеев Н.А. Экономика лесного хозяйства. М.: МГУЛ, 2012. 399 с.*

Поступила в редакцию 02.09.2019.

Принята к публикации 15.10.2019.

MANAGEMENT ISSUES IN THEORY AND IN PRACTICE

N.A. Moiseev

All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanizations of Forestry, 15, Institutskaya st., 141200, Pushkino, Moscow reg., Russia

forestvniilm@yandex.ru

The article discusses management issues that are fundamental to all types and levels of activity. At the same time, an assessment is made of their state of use in practice in a historical context, including pre-revolutionary, Soviet and post-Soviet, and based on an analysis of their application, measures are proposed to improve management. Particular attention is paid to government measures to regulate a market economy, including through strategic planning.

Keywords: management, state regulatory measures, strategic planning

Suggested citation: Moiseev N.A. *Voprosy upravleniya v teorii i na praktike* [Management issues in theory and in practice]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 6, pp. 98–104. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-98-104

References

- [1] *Mudrost' tysyacheletiy. Entsiklopediya* [The wisdom of millennia. Encyclopedia]. Moscow: Olma-Press «Krasnyy proletariy», 2006, 848 p.
- [2] King A., Shnayder B., *Pervaya global'naya revolyutsiya. Doklad Rimskogo kluba* [First Global Revolution. Report of the Roman club]. Moscow: Progress, 1991, 340 p.
- [3] Moiseev N.A. *Metodologiya formirovaniya strategii lesoupravleniya i razvitiya lesnogo sektora ekonomiki* [Methodology of forest management formation and development of forestsector of economy] *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2013, no. 4 (46), pp. 31–40.
- [4] *Ilyustrirovannyi entsiklopedicheskiy slovar'* [Illustrated Encyclopedic Dictionary]. Moscow: Bol'shaya Rossiyskaya entsiklopediya [Big Russian Encyclopedia], 1995. 892 p.
- [5] *Federal'nyy zakon RF ot 28 iyunya 2014 g. №172-FZ «O strategicheskom planirovanii v Rossiyskoy Federatsii»* [Federal Law of the Russian Federation of June 28, 2014 No. 172-ФЗ «On Strategic Planning in the Russian Federation»]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (accessed 11.16.2018).
- [6] Musienko N. «Ya vyros na lone krepostnogo prava» [«I grew up in the bosom of serfdom»]. *Pravda*, no. 31 (30818), 22–25.03.2019, p. 4.
- [7] Bol'shakov V. *Masonskiy zagovor protiv Rossii* [The Masson conspiracy against Russia]. *Russkiy vestnik* [Russian Bulletin], 2019, no. 14, pp. 8–9.
- [8] Bol'shakov V. *Antizionizm: ot Lenina do Stalina* [Anti-Zionism: from Lenin to Stalin] // *Russkiy vestnik* [Russian Bulletin], 2019, no. 4, pp. 8–10.
- [9] Gorbachev M.S. *Tsel'yu moyey zhizni bylo unichtozhenie kommunizma* [The purpose of my life was the destruction of communism] // *Sovetskaya Rossiya, spets. vypusk «Otechestvennye zapiski»* [Soviet Russia, spec. issue of «Domestic Notes»], no. 15 (213), 08.19.2010, p. 16.
- [10] Voronin Yu. *Konets epokhi ekonomicheskogo liberalizma* [End of the era of economic liberalism]. *Moskovsky Komsomolets*, 08.12.2019, p. 3.
- [11] Dontsov S. *Chto ne tak s liberalizmom* [What is wrong with liberalism]. *Moskovsky Komsomolets*, 08.07.2019, p. 3.
- [12] Mironov S. *Novyy Rossiyskiy sotsializm* [New Russian Socialism] *Argumenty i fakty* [Arguments and Facts], no. 24 (1389), 06.19.2007, p. 4.
- [13] Starostin V.P. *Edinstvo i vzaimosvyaz' trekh «e»: ekonomika, ekologiya, etika* [The unity and relationship of the three «e»: economics, ecology, ethics]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2016, no. 12 (part 7), pp. 1340–1343.
- [14] Marfenin N.N. *Ustoychivoe razvitie chelovechestva* [Sustainable development of mankind]. Moscow: Moscow State University, 2006, p. 439.
- [15] Reymers N.F. *Prirodopol'zovanie. Slovar'-spravochnik* [Nature management. Dictionary Reference]. URL: http://nashaucheba.ru/v61266/rimers_n.ph_nature (accessed 11.16.2018).
- [16] Moiseev N.A. *Ekonomika lesnogo khozyaystva* [Economics of forestry]. Moscow: MGUL, 2012, 399 p.

Author's information

Moiseev Nikolay Aleksandrovich — Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Member of the Executive Committee of IUFRO and its International Council, Chief Scientific Officer of All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanizations of Forestry (VNIILM), forestvniilm@yandex.ru

Received 02.09.2019.

Accepted for publication 15.10.2019.

УДК 630.6

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-105-116

ОБЗОР РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Н.Б. Пинягина, Н.С. Горшенина

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1
nbp50@yandex.ru

Рассмотрены возможности и пути реализации стратегических задач развития лесного комплекса России на долгосрочную перспективу. Приведена оценка общей экономической ситуации в стране на основе анализа таких результирующих показателей, как валовый внутренний продукт, валовое накопление и чистый экспорт, который дополнен динамикой индексов промышленного и обрабатывающего производств. Проанализировано современное состояние и сформулированы перспективы развития целлюлозно-бумажной промышленности не только по основным видам продукции, но и в разрезе федеральных округов. Показано влияние кредитной политики на финансовую результативность экономической деятельности предприятий отрасли. Оценено состояние инвестиционной привлекательности экспортно ориентированных предприятий отрасли и разработаны пути ее повышения на предприятиях, выпускающих продукцию с высокой добавленной стоимостью. Дана характеристика внешнеэкономической деятельности предприятий отрасли. Изложено описание резервов и путей повышения экспортного потенциала лесного комплекса России. Представлены результаты исследования, реализация которых будет способствовать решению стратегических задач развития лесного комплекса России на долгосрочную перспективу.

Ключевые слова: лесной комплекс, аналитический обзор, стратегические задачи, устойчивое развитие

Ссылка для цитирования: Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С. Обзор реализации стратегических задач развития лесного комплекса России // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 105–116.
DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-105-116

Цель работы

Цель работы заключается в разработке на основе аналитического обзора главных направлений экономической деятельности предприятий отрасли для реализации стратегических задач развития лесного комплекса России на долгосрочную перспективу, что является залогом практического внедрения модели устойчивого развития экономики Российской Федерации.

Общая экономическая ситуация

Прежде чем перейти к аналитическому обзору лесного комплекса России, его современного состояния, тенденций и стратегических перспектив развития, охарактеризуем общую экономическую ситуацию.

В 2018 г. в РФ закончился период рецессии, зафиксирован рост экономических и социальных показателей относительно 2017 г. (табл. 1, 2):

валовой внутренний продукт (ВВП) [1], млрд руб.....	103 627 (101,6 %)
индекс промышленного производства по основным видам экономической деятельности, %.....	101
оборот розничной торговли, млрд руб.....	31 548 (102,6 %)
внешнеторговый оборот за январь–ноябрь 2018 г. в фактически действующих ценах, млрд дол. США.....	629,2 (118,2 %)
в том числе:	
экспорт товаров.....	402,7 (127,4 %)
импорт товаров.....	226,6 (105,9 %)

инвестиции в основной капитал за январь–декабрь,	
млрд руб.	10 222,6 (104,1 %)
индекс потребительских цен, %.....	102,9
индекс цен производителей промышленных товаров, %.....	111,9
реально располагаемые денежные доходы, %.....	100,3
среднемесячная начисленная заработная плата:	
номинальная, руб.	43 400 (10,9 %)
реальный рост, %.....	6,8
реально располагаемые денежные доходы, %.....	99,8

Промышленное производство. В 2018 г. индекс промышленного производства по сравнению с 2017 г. составил 102,9 %, в 2018 г. по сравнению с 2017 — 102,0 % (рис. 1).

Обрабатывающие производства. Индексы обрабатывающего производства в 2018 г. к уровню 2017 г. составили 102,6 %, в 2018 г. к уровню 2017 г. — 100,0 % (рис. 2) [1, 2].

По данным из табл. 3 об общей экономической ситуации проведем исследование состояния и развития отраслей лесного комплекса России [3].

В настоящее время лесной комплекс России динамично развивается. Темпы роста его сегментов, в том числе производство OSB (ориентированно-стружечные плиты), ДСП (древесно-стружечные плиты) и топливных гранул, в последние годы значительно превысили темпы

роста всей российской экономики. Тем не менее, имеется значительный нереализованный потенциал для развития отрасли как в части ресурсного обеспечения, так и в части увеличения глубины переработки древесины. При этом инвестиции в лесной комплекс России в основном носят частный характер, и для дальнейшего опережающего роста отрасли необходимо обеспечить ее высокую инвестиционную привлекательность.

Вопросам развития отечественного лесного комплекса уделяется ныне большое внимание, поскольку он включен в перечень стратегических отраслей экономики России. Профильные министерства и ведомства, отраслевые институты разрабатывают и проводят мероприятия, направленные на повышение инвестиционной привлекательности лесной отрасли, устранение сдерживающих ее рост факторов. Правительством РФ 20 сентября 2018 г. была утверждена Стратегия развития лесного комплекса РФ до 2030 г.

Как известно, одной из ведущих отраслей лесного комплекса является целлюлозно-бумажная промышленность, что обосновано анализом перспективных сегментов лесного комплекса (рис. 3, рис. 4).

Аналитический обзор мировых рынков лесопродукции позволяет сделать вывод, что в России выделяется сегмент производства фанеры. В связи с особенностями состава лесов наибольшее распространение получило производство березовой фанеры, которая не так популярна за рубежом, вследствие чего данный вид лесопродукции не является экспортно ориентированным.

Таким образом, одним из перспективных сегментов лесного комплекса России является производство пиломатериалов, древесных пеллет и целлюлозы.

Анализ целлюлозно-бумажной продукции представляет интерес не только по видам производства, но и в разрезе федеральных округов (табл. 4–6) [2].

Во всех федеральных округах, кроме Уральского, в 2018 г. предприятия увеличили объем производства, однако незначительное снижение наблюдалось на предприятиях ЦБП Свердловской обл.

Доля сульфатной целлюлозы в общем объеме производства за 2018 г. составила 67,7 %, доля целлюлозы по сульфитному способу варки уменьшилась до 4,1 %.

Предприятия заменяют производство сульфитной целлюлозы выпуском химико-термомеханической массы (ХТММ) и термомеханической массы (ТММ), которые используются в композиции различного вида бумаг и картонов. Производство указанных видов древесной массы экономически выгодно, поскольку такой его способ существенно снижает отрицательное антропогенное воздействие производства на окружающую среду.

Ежегодное наращивание объемов выпуска сульфатной целлюлозы достигнуто за счет модернизации варочных установок, а также ввода в эксплуатацию новых мощностей на действующих промплощадках целлюлозно-бумажных предприятий. Доля древесной массы, получаемой механическим способом составляет 28,2 %. Способ ее получения позволяет использовать для производства древесины лиственных пород, лесосечные древесные отходы, устойчиво обеспечивая предприятия сырьем. В 2018 г. на экспорт было отгружено 2,1 млн т товарной целлюлозы, что составляет 108 % относительно 2017 г., в стоимостном выражении это 1,506 млрд дол. США (137,2 % относительно 2017 г.). Производство бумаги и картона в 2018 г. увеличилось на 3,98 %. По всем федеральным округам за исключением Дальневосточного — Приморского края, произведено на 363,3 тыс. т бумаги больше чем в 2017 г.

Россия занимает четвертое место в мировом производстве газетной бумаги, ее доля составляет 6 %, на Канаду приходится 14 %, Японию — 12,5, Китай — 10,6 %.

Развитие и доступность электронных средств информации привело к значительному снижению потребления газетной бумаги и, как следствие, и производства. За последние 11 лет мировое производство снизилось более чем на 16 млн т и в 2018 г. составило 58 % относительно 2007 г. В России в 2018 г. производство возросло на 6,5 % по сравнению с 2017 г. Внутреннее потребление газетной бумаги за это период снизилось до 363 тыс. т; 1,164 тыс. т отгружено на экспорт. Экспортные поставки за отчетный период увеличились в натуральном выражении на 3,4 %, в стоимостном — на 39,6 %, составив 653 млн дол. США.

Доля газетной бумаги в общем годовом выпуске бумаги и картона составила 1,68 % (в 2017 — 1,65 %)

На АО «Волга» освоено производство газетной бумаги из 100%-й термомеханической древесной массы. Ведется строительство цеха по производству 276 тыс. т ХТММ в год, что позволит увеличить производство газетной бумаги. Объем инвестиций на эти цели составляет 16 млн евро.

АО «Соликамскбумпром» на 6,2 % увеличил производство газетной бумаги за счет увеличения использования производственных мощностей бумагоделательных машин.

В 2018 г. предприятия Северо-Западного федерального округа (Архангельский ЦБК, филиал «Группы «ИЛИМ» в г. Коряжме и АО «Монди Сыктывкарский ЛПК») произвели 86,3 % общего объема производства офсетной бумаги.

Т а б л и ц а 1
Объем ВВП в рыночных ценах по отраслям экономики, в процентах к соответствующему периоду предыдущего года
GDP at market prices by industry as a percentage of the corresponding period of the previous year

Отрасль экономики	2017	2018
Сельское и лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	101,8	96,7
Обрабатывающие производства	101,3	101,9

Т а б л и ц а 2
ВВП, рассчитанный методом использования доходов, в текущих рыночных ценах
GDP calculated with the method of using income at current market prices

Экономический показатель	2017		2018	
	млрд руб.	%	млрд руб.	%
Валовой внутренний продукт	74 093,3	100,0	66 533,8	100,0
Валовое накопление	15 785,0	22,9	15 110,9	21,5
Чистый экспорт	7 084,5	5,2	3 413,2	9,7

Т а б л и ц а 3
Индексы по основным видам обрабатывающих производств, %
Indices for the main types of manufacturing, %

Виды обрабатывающего производства	В 2017 г. относительно 2016 г.	В 2018 г. относительно 2017 г.
Производство пищевых продуктов	105,6	104,9
Производство текстильных изделий	107,1	103,6
Производство одежды	103,8	104,1
Производство кожи и изделий из кожи	104,3	96,3
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	102,2	110,6
Производство бумаги и бумажных изделий	104,7	112,6
Производство мебели	108,7	105,5
Деятельность полиграфическая и копирование носителей информации	94,6	112,5
Производство кокса и нефтепродуктов	100,6	101,8
Производство химических веществ и химических продуктов	104,3	102,7
Производство металлургическое	96,4	101,7

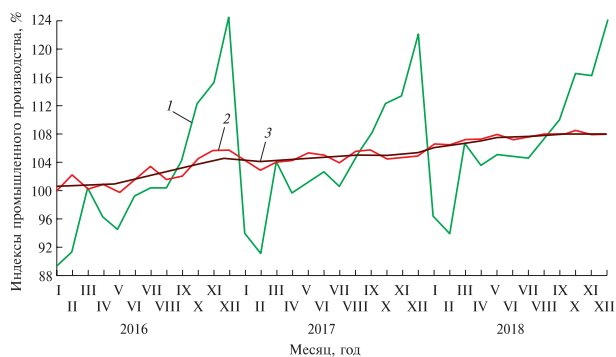


Рис. 1. Индексы промышленного производства относительно среднемесячного значения 2015 г.: 1 — по общему объему; 2 — с исключением сезонного и календарного факторов; 3 — тренд

Fig. 1. Indices of industrial production relative to the average monthly value of 2015: 1 — by total volume; 2 — with the exception of seasonal and calendar factors; 3 — trend

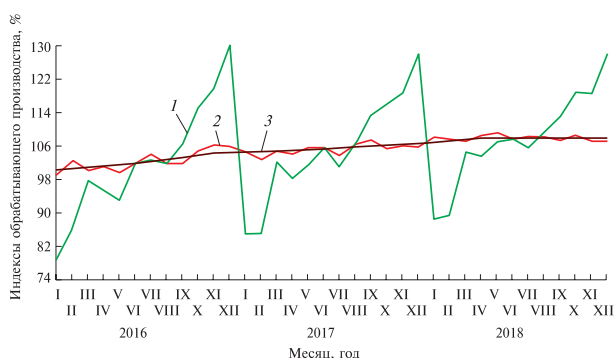


Рис. 2. Индексы обрабатывающего производства относительно среднемесячного значения 2015 г.: 1 — по общему объему; 2 — с исключением сезонного и календарного факторов; 3 — тренд

Fig. 2. Indices of manufacturing relative to the average monthly value of 2015: 1 — by total volume; 2 — with the exception of seasonal and calendar factors; 3 — trend

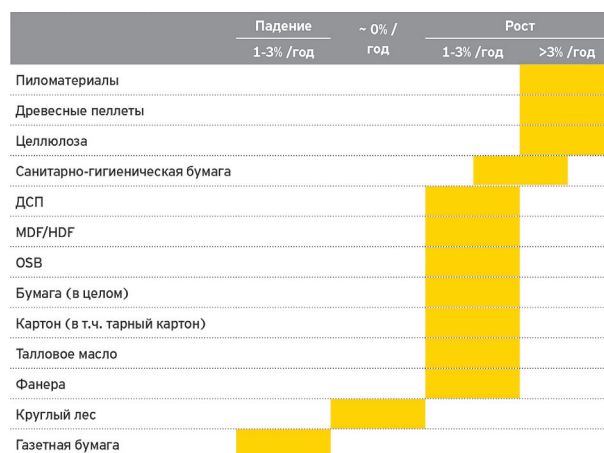


Рис. 3. Динамика развития лесного комплекса России (по данным Росстата) [1]

Fig. 3. Dynamics of development of the Russian forest complex (according to Rosstat) [1]

Т а б л и ц а 4

Производство целлюлозы — древесной и из прочих волокнистых материалов в 2017 и 2018 гг. по федеральным округам, тыс. т
Pulp production of wood and of other fibrous materials in 2017 and 2018 by federal districts, thousand tons

Федеральный округ	2017	2018	Абсолютное (+; -) и относительное (%) изменение по периодам	
			2017	2018
Северо-Западный	5030,7	5196,8	103,3	+166,6
Южный	36,0	37,6	104,4	+1,6
Приволжский	968,2	1008,2	104,1	+39,3
Уральский	34,5	30,4	88,2	-4,1
Сибирский	2172,3	2205,0	101,5	32,7
Дальневосточный	81,82	99,98	122,2	+18,16
Всего	8323,53	8577,9	103,1	+254,4

Т а б л и ц а 5

Производства целлюлозы по видам в 2017 и 2018 гг. и древесной массы, тыс. т
Pulp production by types in 2017 and 2018 and wood pulp, thousand tons

Виды целлюлозы	2017	2018	Абсолютное (+; -) и относительное (%) изменение по периодам	
			2017	2018
Целлюлоза древесная и целлюлоза из прочих волокнистых материалов, в том числе:	8323,5	8577,9	103,1	+254,4
целлюлоза сульфатная	5670,9	5809,3	102,4	+138,4
целлюлоза сульфитная	342,1	349,0	102,0	+6,9
масса древесная*	2310,5	2419,6	104,7	+109,1

Примечание. * — масса древесная получаемая механическим способом; полуцеллюлоза древесная; целлюлоза из прочих волокнистых материалов, кроме древесины.

Общее производство типографской бумаги за 2018 г. составило 31,2 тыс. т, т. е. 102,2 % относительно 2017 г., в том числе АО «Монди Сыктывкарский ЛПК» выпустил 30,6 тыс. т, или 98 % общего производства типографской бумаги.

На 10,2 % возросло в 2018 г. производство мелованной бумаги для печати, в том числе филиал «Группы «ИЛИМ» в г. Коряжме произвел 58,6 тыс. т (146,9 % относительно 2017 г.), и АО «Кама» — 35,0 тыс. т (113,6 % к 2017 г.).

Незначительно увеличилось производство писчей и тетрадной бумаги в 2018 г. на АО «Кама» и АО «Маяк».

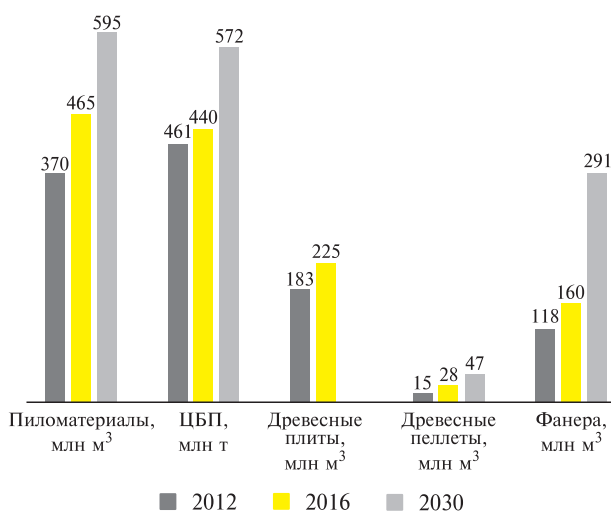


Рис. 4. Мировые темпы роста выделенных сегментов лесного комплекса (по данным Росстата) [1]

Fig. 4. World growth rates of selected segments of the forest complex (according to Rosstat) [1]

Т а б л и ц а 6

Производство бумаги и картона по федеральным округам, в 2017 и 2018 гг., тыс. т
Paper and cardboard production by federal districts in 2017 and 2018, thousand tons

Федеральный округ	2017	2018	Абсолютное (+; -) и относительное (%) изменение по периодам	
			2017	2018
Центральный	1 024,1	1 140,5	111,6	+116,4
Северо-Западный	5 070,4	5 208,9	102,7	+137,7
Южный	154,4	156,0	101,0	+1,6
Приволжский	2 027,3	2 086,9	102,9	+59,6
Уральский	46,9	55,2	117,6	+8,3
Сибирский	282,2	287,9	102,0	+5,7
Дальневосточный	106,3	122,89	115,6	+16,6
Всего	8 711,7	9 058,4	3,98	+346,7

Производство флютинга в 2018 г. возросло на 5,1 %. Доля гофробумаги из вторичного волокна составила 75,1 %.

Индекс тарифов на грузовые перевозки с средним по видам транспорта в декабре 2018 г., по предварительным данным, составил 100,5 %.

Проанализируем экономические показатели деятельности отраслей лесного комплекса и прежде всего финансовые результаты (табл. 7) [1, 4, 5].

Важным аспектом является исследование источников финансирования предприятий отрасли (табл. 8–10) [4, 6–22].

Т а б л и ц а 7

Финансовые результаты экономической деятельности крупных и средних организаций по хозяйственным видам экономической деятельности за 2017 и 2018 гг.

Financial results of economic activity of large and medium-sized organizations by economic types of economic activity for 2017 and 2018

Наименование	Количество организаций, единиц	Прибыль (убыток), млн руб.		Темп роста, в % к 2017
		2017	2018	
Лесозаготовки	144	665	2605	391,5
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки	290	9591	12 667	132,1
Производство бумаги и бумажных изделий	208	72 226	114 428	158,4
Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона	49	53 339	94 117	176,5
Производство целлюлозы и древесной массы	6	20 015	41 305	206,4
Производство целлюлозы	5	20 054	41 301	206,0
Производство бумаги и картона	42	33 324	52 812	158,5
Производство бумаги	29	23 814	38 265	160,7
Производство картона	13	9517	14 759	155,1
Производство изделий из бумаги и картона	159	18 887	20 311	107,5
Производство гофрированной бумаги и картона, бумажной и картонной тары	93	13 250	13 728	103,6
Производство бумажных изделий хозяйственно-бытового и санитарно-гигиенического назначения	21	-327	-823	-
Производство мебели	166	3 803	3 486	91,7
Обрабатывающие производства в целом по отрасли	10 608	2 488 326	3 060 7456	123,0
Всего по обследуемым видам экономической деятельности	49 239	8 698 061	11 551 557	132,8

Т а б л и ц а 8

Инвестиции в основной капитал по чистым видам экономической деятельности по предприятиям, не относящимся к субъектам малого предпринимательства за 2018 г.

Fixed capital investments in net economic activities for enterprises not related to small businesses, 2018

Обрабатывающие производства	Использовано средств, млн руб.		Индекс физического объема инвестиций в основной капитал, %	Удельный вес финансовых результатов в общем объеме инвестиций в основной капитал, %
	2017	2018		
Лесозаготовки	6032	9069	145,3	0,1
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки	35 772	30 805	83,1	0,4
Производство бумаги и бумажных изделий	30 306	52 927	168,5	0,7
Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона	19 613	37 914	188,3	0,5
Производство целлюлозы и древесной массы	8 841	11 193	123,3	0,1
Производство целлюлозы	8833	11 108	122,5	0,1
Производство бумаги и картона	10 772	26 720	241,5	0,3
Производство бумаги	8163	14 494	172,9	0,2
Производство картона	2609	12 227	456,6	0,2
Производство изделий из бумаги и картона	10 693	15 013	136,8	0,2
Производство гофрированной бумаги и картона, бумажной и картонной тары	5905	8985	148,3	0,1
Производство бумажных изделий хозяйственно-бытового и санитарно-гигиенического назначения	3172	3841	118,0	0,0
Производство мебели	2332	2317	94,7	0,0
Обрабатывающие производства в целом по отрасли	1 236 411	1 347 690	104,0	16,9
Всего по видам экономической деятельности	7 471 805	7 954 318	101,4	100,0

Т а б л и ц а 9

Дебиторская задолженность крупных и средних предприятий (за исключением объектов с численностью менее 15 чел.) по видам экономической деятельности за 2018 г.

Accounts receivable from large and medium-sized enterprises (with the exception of facilities with a number of less than 15 people) by type of economic activity for 2018

Обрабатывающие производства	Количество предприятий		Удельный вес организаций, имеющих просроченную дебиторскую задолженность, %	Дебиторская задолженность, млн руб.		Удельный вес просроченной дебиторской задолженности в общем объеме задолженности, %
	всего	в том числе, имеющих просроченную задолженность		всего	в том числе просроченная	
Лесозаготовки	144	35	24,3	22 080	214	1,0
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	290	82	28,3	109 371	3824	3,5
Производство бумаги и бумажных изделий	208	62	29,8	158 848	10 437	6,6
Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона	49	20	40,8	90 404	9260	10,2
Производство целлюлозы и древесной массы	6	3	50,0	28 498	2360	8,3
Производство целлюлозы	5	3	60,0	28 398	2360	8,3
Производство бумаги	29	12	41,4	42 351	3855	9,1
Производство картона	13	5	38,5	18 590	3046	16,4
Производство изделий из бумаги и картона	159	42	26,4	68 444	1177	1,7
Производство гофрированной бумаги и картона, бумажной и картонной тары	93	27	29,0	42 087	857	2,0
Производство бумажных изделий хозяйственно-бытового и санитарно-гигиенического назначения	21	4	19,0	9065	87	1,0
Производство обоев	12	4	33,3	8825	155	1,8
Производство прочих изделий из бумаги и картона	25	4	16,0	6000	21	0,3
Производство мебели	166	18	10,8	24 165	191	0,8
Обрабатывающие производства	10 608	2814	26,5	13 266 538	578 466	4,4
Всего по обследуемым видам экономической деятельности	49 239	13 314	27,0	45 249 487	2 694 749	6,0

Несмотря на низкий уровень инвестиционной привлекательности вследствие страновых факторов, отраслевые предприятия настроены в целом оптимистично.

Ключевые направления развития операционной деятельности и оптимизации бизнес-процессов для улучшения инвестиционного климата в отрасли, активная поддержка со стороны государства, стимулирующая рост объема инвестиций в ЛПК, дает основания ожидать ускоренного развития лесного комплекса.

В перспективе предприятия отрасли продолжат концентрироваться на обновлении изношенного оборудования и повышении эффективности имеющихся мощностей, больше внимания планируют уделять новым рынкам, а также наращиванию мощностей и ресурсной базы, росту объемов лесозаготовок и производств, а также расширению ресурсной базы за счет аренды новых лесных площадей [23–28].

Предприятия отрасли продолжают работать как над расширением бизнеса, так и над сокра-

Таблица 10

Кредиторская задолженность крупных и средних предприятий (за исключением объектов с численностью менее 15 чел.) по видам экономической деятельности за 2018 г.**Accounts payable of large and medium-sized enterprises (with the exception of facilities with a number of less than 15 people) by type of economic activity for 2018**

Обрабатывающие производства	Количество предприятий		Удельный вес организаций, имеющих просроченную кредиторскую задолженность, %	Кредиторская задолженность, млн руб.		Удельный вес просроченной кредиторской задолженности в общем объеме задолженности, %
	всего	в том числе, имеющих просроченную задолженность		всего	в том числе просроченная	
Лесозаготовки	144	19	13,2	29 065	360	1,2
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	290	48	16,6	113 990	6223	5,5
Производство бумаги и бумажных изделий	208	25	12,0	149 414	13 045	8,7
Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона	49	13	26,5	73 181	11 017	15,1
Производство целлюлозы и древесной массы	6	–	16,7	15 374	–	23,7
Производство целлюлозы	5	–	20,0	15 275	–	23,9
Производство бумаги и картона	43	12	27,9	57 806	7373	12,8
Производство бумаги	29	8	27,6	37 619	5630	15,0
Производство картона	13	4	30,8	20 013	1744	8,7
Производство изделий из бумаги и картона	159	12	7,5	76 233	2027	2,7
Производство гофрированной бумаги и картона, бумажной и картонной тары	93	9	9,7	47 932	1894	4,0
Производство бумажных изделий хозяйственно-бытового и санитарно-гигиенического назначения	21	–	9,5	16 716	–	0,8
Производство обоев	12	–	–	4673	–	–
Производство прочих изделий из бумаги и картона	25	–	4,0	5296	–	0,1
Производство мебели	166	11	6,6	27 147 866	83 524	0,3
Обрабатывающие производства	10 608	1607	15,1	15 912 849	1 273 938	8,0
Всего по обследуемым видам экономической деятельности	49 239	6992	14,2	47 417 349	3 366 533	7,1

щением издержек, что положительно сказывается на инвестиционной привлекательности отрасли. Несмотря на увеличение количества предприятий, планирующих активные инвестиции в увеличение мощностей, сырьевой базы и выход на новые рынки, основным фактором роста инвестиционной привлекательности будет снижение издержек и рост рентабельности.

Рост рентабельности ожидается в основном за счет сокращения расходов на энергоресурсы, запчасти и материалы, а также в результате снижения

долговой нагрузки (кредитов, займов, лизинга и факторинга).

Отметим, что инвестиции в отрасль осуществляются при активной поддержке государства. Правительство разработало программу приоритетных проектов, в которую на данный момент входят 148 объектов с суммарным объемом инвестиций 530 млрд руб.

Согласно данным Минпромторга РФ, на текущий момент реализовано 53 проекта с общим объемом инвестиций 129 млрд руб. Основной объем

финансирования приходится на целлюлозно-бумажное производство и деревообработку [4, 29–32].

Высокий уровень отраслевых рисков (волатильность цен, зависимость от погодных условий, колебания курса валют) и геополитические факторы негативно влияют на инвестиционную привлекательность отрасли.

Несмотря на то что заемные средства становятся более доступными, а государство субсидирует процентные ставки для приоритетных проектов, большинство участников называют высокую стоимость заемных средств как основной фактор, который ограничивает возможности по привлечению финансирования в лесной комплекс.

Удельный вес предприятий, имеющих просроченную задолженность в целлюлозно-бумажном производстве за 2018 г. составляет 8,7 %, что на 0,7 % превышает аналогичные показатели по обрабатывающим производствам в целом по стране (8,0 %).

За 2019 г. просроченная задолженность по заработной плате в производстве бумаги и бумажных изделий составила 10 млн руб. вследствие отсутствия собственных средств.

Большую работу предстоит проделать всему бизнес-сообществу, власти, экологами и общественности для создания эффективной системы сортировки макулатуры в момент утраты ею своих потребительских свойств, т. е. по воспитанию у каждого городского и сельского жителя привычки отделять бумажные и картонные от других видов отходов и помещать их в специализированные контейнеры. Цивилизованные страны уже прошли этот путь, применяя различные инструменты поощрения и взыскания, и доказали, что это возможно [34–45].

Результаты исследования

По данным Росстата [1], за 2018 г. значительно улучшились технико-экономические результаты работы предприятий по сравнению с 2017 г., экономика вышла из состояния рецессии. Так, ВВП увеличился на 2,3 %, индекс промышленного производства — на 2,9, оборот розничной торговли составил 102, относительно уровня 2017 г. Внешнеторговый оборот за январь–ноябрь составил 629 млрд дол. США (117 % относительно 2017 г.), инвестиции в основной капитал — 104,1 %.

Среднемесячная начисленная заработная плата работников предприятий увеличилась на 9,9 %, реальная — на 6,8 %.

Вместе с тем на 2,9 % возрос индекс потребительских цен, а индекс цен производителей промышленных товаров составил 111,9 % к уровню 2017 г. Реальные располагаемые денежные доходы — 100,3 %, т. е. фактически соответствуют уровню инфляции (в понимании Росстата).

Предприятия целлюлозно-бумажной отрасли на 12,6 % увеличили производство целлюлозы, бумаги, картона и изделий из них. Инвестиции в основной капитал составили 52,9 млрд руб. (168,5 % к соответствующему уровню 2017 г.). В 2018 г. выполнен значительный объем строительно-монтажных работ на приоритетных инвестпроектах развития (филиалы «Группы «Илим» городах Братск и Усть-Илимск, «АО Монди Сыктывкарский ЛПК», Архангельский ЦБК, Сегежский ЦБК и др.)

Минпромторг России совместно с Рослесхозом завершили разработку основополагающего программного документа для всего лесного сектора страны — «Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года» от 20 сентября 2018 г. № 1989-р, утвержденного Распоряжением Правительства Российской Федерации (далее — Стратегия). В соответствии со Стратегией планируется наращивание объемов выпуска продукции лесного комплекса, модернизация действующих и строительство новых предприятий, поддержка программ развития импортозамещения и наращивания объемов экспорта высокотехнологичной продукции. План мероприятий по реализации Стратегии представлен в Правительство Российской Федерации во II кв. 2019 г.

За последние годы производители целлюлозно-бумажной продукции увеличили площади лесных участков, получаемых в долгосрочную аренду, осуществили закупку современного оборудования для лесозаготовок и обеспечения лесосырьем предприятий, специализирующихся на производстве целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона и изделий из них. На арендованных участках осуществляются лесозаготовительные работы, уход за посадками лесных насаждений.

Правительством РФ ряду профильных федеральных органов исполнительной власти даны поручения по разработке проекта нового лесного кодекса, в котором будут предусмотрены меры государственной поддержки производителей. Срок внесения в Правительство предложений по новому кодексу — II кв. 2019 г.

На ведущих предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности проводятся строительно-монтажные работы и осуществляется комплекс мероприятий по переходу на наилучшие доступные технологии (НДТ), в рамках реализации Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ. 11 целлюлозно-бумажных комбинатов вошли в перечень 300 пилотных предприятий, которые начиная с 01.01.2019 г. обязаны подавать заявки на получение в 2019–2022 гг. комплексных экологических разрешений на производственную деятельность (в соответствии с Приказом

Минприроды России от 18.04.2018 г. № 154). Указанная работа ведется экологами и технологами предприятий в рамках рабочей группы по НДТ совместно с Бюро НДТ, профильными структурами Минприроды России и Минпромторга России для оперативного реагирования на возникающие проблемы в области законодательства и предотвращения конфликтных ситуаций в вопросах взаимодействия предприятий с природоохранными и надзорными органами.

В 2018 г. продолжался рост положительно-го сальдо внешнеэкономической деятельности по целлюлозно-бумажной продукции, чему способствовали курс рубля относительно основных мировых валют, глобальная политика по охране окружающей среды, решение вопросов продовольственной безопасности, рост потребления возобновляемых товаров и источников энергии в целях замещения ими традиционных продуктов на основе добычи и переработки углеводов.

Список литературы

- [1] Российский статистический ежегодник 2018 / Статистический сборник. М.: Росстат, 2018. 694 с.
- [2] Аналитический обзор РАО «Бумпром». М.: Бумпром, 2019. 54 с.
- [3] Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года (утверждена Распоряжением Правительства РФ от 20.09.2018 № 1989-р). URL: <http://static.government.ru/media/files/cA4eYSe0MObgNpm5hSavTdlxID77KCTL.pdf> (дата обращения 18.12.2018).
- [4] Федеральный закон «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» от 25.02.1999 г. № 39-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22142/ (дата обращения 18.12.2018).
- [5] Налоговый кодекс РФ, 2018 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/ (дата обращения 18.12.2018).
- [6] Моисеев Н.А., Третьяков А.Г., Трейфельд Р.Ф. Лесоустройство в России / под ред. Н.А. Моисеева. М.: МГУЛ, 2014. 268 с.
- [7] Моисеев Н.А. Методические рекомендации по определению рыночных цен древесины на корню и совершенствованию экономического механизма устойчивого управления лесами // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2018. № 2 (22). С. 35–41.
- [8] Савицкий А.А., Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С. Экономическая оценка инвестиционных проектов. М.: МГУЛ, 2014. 79 с.
- [9] Савицкий А.А., Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С. Экономическая оценка инвестиций. М.: МГУЛ, 2014. 68 с.
- [10] Савицкий А.А., Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С. Экономическая оценка инвестиционной деятельности: теория и практика. Практикум. М.: МГУЛ, 2015. 176 с.
- [11] Савицкий А.А., Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С. Инвестиционная деятельность в лесном секторе. Теория и практика. М.: МГУЛ, 2015. 196 с.
- [12] Савицкий А.А., Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С. Оценка экономической эффективности и финансовой реализуемости инвестиционных проектов. М.: МГУЛ, 2015. 80 с.
- [13] Горшенина Н.С., Пинягина Н.Б., Савицкий А.А. Перспективы развития лесного комплекса России. М.: Lambert Academic Publishing RU, 2018. 156 с.
- [14] Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С., Савицкий А.А. Формирование инвестиционной политики предприятий лесного комплекса // Экономика и предпринимательство, 2018. № 3. С. 1193–1203.
- [15] Горшенина Н.С., Пинягина Н.Б. Современное состояние лесного комплекса Архангельской области и направления его развития // Экономика и предпринимательство, 2019. № 1(102). С. 545–553.
- [16] Горшенина Н.С., Пинягина Н.Б. Приоритетные направления совершенствования лесопользования и лесопользования // Экономика и предпринимательство, 2019. № 1(102). С. 938–945.
- [17] Князева М.Д., Митрофанов Е.М., Чумаченко С.И., Шайтура С.В. Неконтролируемая классификация лесопокрытых земель на заданной территории // Автоматизированная обработка аэрокосмической информации в пакете Erdas Imagine. Бурнас: Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2018. С. 66–79.
- [18] Berglof E., Foray D., Landesmann M., Lin J. Y., Campos M. N., Sanfey P., Radosevic S., Volchkova N. Transition economics meets new structural economics // Journal of Economic Policy Reform, 2015, v. 18, no. 3, pp. 191–220.
- [19] Cimoli M., Porcile G. Technology, structural change and BOP-constrained growth: A structuralist toolbox // Cambridge Journal of Economics, 2014, v. 38, no. 1, pp. 215–237.
- [20] De Vries G., Timmer M., de Vries K. Structural transformation in Africa: Static gains, dynamic losses // The Journal of Development Studies, 2015, v. 51, no. 6, pp. 674–688.
- [21] Di Meglio G., Gallego J., Maroto A., Savona M. Services in developing economies: A new chance for catching-up? // SPRU Working Paper Series, 2015, no. 2015–32, pp. 1–33.
- [22] Felipe J., Mehta A. Deindustrialization? A global perspective // Economics Letters, 2016, v. 149, pp. 148–151.
- [23] Gouvea R., Lima G. Balance of payments constrained growth in a multisectoral framework: A panel data investigation // J. of Economic Studies, 2013, v. 40, no. 2, pp. 240–254.
- [24] Haraguchi N., Cheng C.F.C., Smeets E. The importance of manufacturing in economic development: Has this changed? // World Development, 2017, v. 93, pp. 293–315.
- [25] Herrendorf B., Rogerson R., Valentinyi A. Growth and structural transformation // Handbook of economic growth, Vol. 2. Eds. P. Aghion, S. Durlauf. Amsterdam and New York: North Holland, 2014, pp. 855–941.
- [26] Marconi N., de Borja Reis C.F., de Araújo E.C. Manufacturing and economic development: The actuality of Kaldor's first and second laws // Structural Change and Economic Dynamics, 2016, v. 37, pp. 75–89.
- [27] McMillan M., Rodrik D., Sepulveda C. Structural change, fundamentals and growth: A framework and case studies // NBER Working Paper, 2017, no. 23378. URL: <http://www.nber.org/papers/w23378> (accessed 15.03.2019).
- [28] Oreiro J. Inconsistency and over determination in balance of payments constrained growth models: A note // Review of Keynesian Economics, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 193–200.
- [29] Romano L., Trau F. The nature of industrial development and the speed of structural change // Structural Change and Economic Dynamics, 2017, v. 42, pp. 26–37.
- [30] Romero J., McCombie J. The multi-sectoral Thirlwall's law: Evidence from 14 developed European countries using product level data // International Review of Applied Economics, 2016, v. 30, no. 3, pp. 301–332.
- [31] Timmer M.P., de Vries G.J., de Vries K. Patterns of structural change in developing countries // Routledge handbook of industry and development. Eds. J. Weiss, M. Tribe. UK and New York: Routledge, 2015, pp. 65–83.

- [32] Delgado M., Porter M.E., Stern S. Defining clusters of related industries // *J. Economic Geography*, 2016, v. 16, no. 1, pp. 1–38.
- [33] Kutsenko E., Islankina E., Abashkin V. The evolution of cluster initiatives in Russia: the impacts of policy, life-time, proximity and innovative environment // *Foresight*, 2017, v. 19, no. 2, pp. 87–120.
- [34] Botrić V., Božić L., Broz T. Explaining firm-level total factor productivity in post-transition: Manufacturing vs. services sector // *J. International Studies*, 2017, v. 10, no. 3, pp. 77–90.
- [35] Timmer M., Voskoboynikov I. Is mining fuelling long-run growth in Russia? Industry productivity growth trends in 1995–2012 // *The world economy: Growth or stagnation?* Eds. Jorgenson, K. Fukao, M. Timmer. Cambridge: Cambridge University Press, 2016, pp. 281–318.
- [36] Voskoboynikov I.B. Sources of long run growth of the Russian economy before and after the global financial crisis // *Russian Journal of Economics*, 2017, v. 3, no. 4, pp. 348–365.
- [37] Andergassen R., Nardini F., Ricottilli M. Innovation diffusion, general purpose technologies and economic growth // *Structural Change and Economic Dynamics*, 2017, v. 40, no. C, pp. 72–80.
- [38] Carvalho N., Omar C., Edson C., Mateus G. Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in sustainable manufacturing // *Procedia Manufacturing*, 2018, v. 21, pp. 671–678.
- [39] Coccia M.A. Theory of the general causes of long waves: War, general purpose technologies, and economic change // *Technological Forecasting and Social Change*, 2018, v. 128, pp. 287–295.
- [40] Lu Ya. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues // *J. Industrial Information Integration*, 2017, v. 6, pp. 1–10.
- [41] Pereira A.C., Romero F. A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept // *Procedia Manufacturing*, 2017, v. 13, pp. 1206–1214.
- [42] Romano L., Traù F. The nature of industrial development and the speed of structural change // *Structural Change and Economic Dynamics*, 2017, v. 42, no. C, pp. 26–37.
- [43] Tsai D.A. The effects of dynamic industrial transition on sustainable development // *Structural Change and Economic Dynamics*, 2018, v. 44, no. C, pp. 46–54.
- [44] Zhao J., Tang J. Industrial structure change and economic growth: A China-Russia comparison // *China Economic Review*, 2018, v. 47, pp. 219–233.
- [45] Makarov I.A. Russia's participation in international environmental cooperation // *Strategic Analysis*, 2016, v. 40, no. 6, pp. 536–546.

Сведения об авторах

Пинягина Наталья Борисовна — д-р экон. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), nbp50@yandex.ru

Горшенина Наталья Станиславовна — канд. экон. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), gorshenina56@icloud.com

Поступила в редакцию 12.07.2019.

Принята к публикации 28.08.2019.

IMPLEMENTATION REVIEW OF STRATEGIC OBJECTIVES ON RUSSIAN FOREST COMPLEX DEVELOPMENT

N.B. Pinyagina, N.S. Gorshenina

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

nbp50@yandex.ru

The opportunities and patterns of implementation of the strategic objectives on Russian forest complex development for the long run were examined. In this regard, country's general economic situation was evaluated on the basis of the analysis of the primary resultant indicators, i.e. gross domestic product, gross accumulation and net export. The presented analysis is supplemented by the dynamics of industrial production and manufacturing indices. Current state of one of the leading segments of the forest complex — pulp and paper industry — was analyzed, and prospects of its development were stated. Industry state was considered not only by major types of products but also with the breakdown into federal districts. On the basis of the analytical review, impact of the credit policy on the financial performance of industry players' economic activity was shown. The state of investment attractiveness of export-oriented industry players is presented and paths for improvement of investment activity among manufacturers of products with high-added value were developed. Foreign economic activity of industry players is characterized; reserves and paths for the increase of export capacity of the Russian forest complex are described. Study results are presented; their delivery will contribute to solving strategic objectives on the long-term development of the Russian forest complex.

Keywords: forest complex, analytical review, strategic objectives, sustainable development

Suggested citation: Pinyagina N.B., Gorshenina N.S. *Obzor realizatsii strategicheskikh zadach razvitiya lesnogo kompleksa Rossii* [Implementation review of strategic objectives on Russian forest complex development]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019. T. 23. № 6. C. 105–116. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-105-116

References

- [1] *Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik 2018* [Russian Statistical Yearbook 2018]. Statisticheskiy sbornik [Statistical Digest]. Moscow: Rosstat, 2018, 694 p.
- [2] *Analiticheskiy obzor RAO «Bumprom»* [Analytical review of RAO Bumprom]. Moscow: Bumprom, 2019.
- [3] *Strategiya razvitiya lesnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda (utverzhdena Rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 20.09.2018 № 1989-r)* [The development strategy of the forest complex of the Russian Federation until 2030 (approved by Decree of the Government of the Russian Federation of September 20, 2018 No. 1989-r)]. URL: <http://static.government.ru/media/files/cA4eYSe0MOBgNpm5hSavTdIxID77KCTL.pdf> (accessed 18.12.2018).
- [4] *Federal'nyy zakon «Ob investitsionnoy deyatel'nosti v Rossiyskoy Federatsii, osushchestvlyаемой в форме капитал'nykh vlozheniy» ot 25.02.1999 g. № 39-FZ* [Federal Law «On Investment Activities in the Russian Federation in the Form of Capital Investments» dated February 25, 1999, No. 39-ФЗ]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22142/ (accessed 18.12.2018).
- [5] *Nalogovyy kodeks RF, 2018 g.* [Tax Code of the Russian Federation, 2018] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/ (accessed 18.12.2018).
- [6] Moiseev N.A., Tret'yakov A.G., Treyfel'd R.F. *Lesoustroystvo v Rossii* [Forest management in Russia]. Ed. N.A. Moiseev. Moscow: MGUL, 2014, 268 s.
- [7] Moiseev N.A. *Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu rynochnykh tsen drevesiny na kornyu i sovershenstvovaniyu ekonomicheskogo mekhanizma ustoychivogo upravleniya lesami* [Guidelines for determining the standing prices of standing timber and improving the economic mechanism for sustainable forest management] *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2018, no. 2 (22), pp. 35–41.
- [8] Savitskiy A.A., Pinyagina N.B., Gorshenina N.S. *Ekonomicheskaya otsenka investitsionnykh projektov* [Economic evaluation of investment projects]. Moscow: MGUL, 2014, 79 p.
- [9] Savitskiy A.A., Pinyagina N.B., Gorshenina N.S. *Ekonomicheskaya otsenka investitsiy* [Economic valuation of investments]. Moscow: MGUL, 2014, 68 p.
- [10] Savitskiy A.A., Pinyagina N.B., Gorshenina N.S. *Ekonomicheskaya otsenka investitsionnoy deyatel'nosti: teoriya i praktika. Praktikum* [Economic evaluation of investment activity: theory and practice. Workshop]. Moscow: MGUL, 2015, 176 p.
- [11] Savitskiy A.A., Pinyagina N.B., Gorshenina N.S. *Investitsionnaya deyatel'nost' v lesnom sektore. Teoriya i praktika* [Investment activities in the forest sector. Theory and practice]. Moscow: MGUL, 2015, 196 p.
- [12] Savitskiy A.A., Pinyagina N.B., Gorshenina N.S. *Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti i finansovoy realizuemosti investitsionnykh projektov* [Assessment of economic efficiency and financial feasibility of investment projects]. Moscow: MGUL, 2015, 80 p.
- [13] Gorshenina N.S., Pinyagina N.B., Savitskiy A.A. *Perspektivy razvitiya lesnogo kompleksa Rossii* [Prospects for the development of the forest complex of Russia]. Moscow: Lambert Academic Publishing RU, 2018, 156 p.
- [14] Pinyagina N.B., Gorshenina N.S., Savitskiy A.A. *Formirovanie investitsionnoy politiki predpriyatiy lesnogo kompleksa* [The formation of the investment policy of the enterprises of the forest complex] *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], 2018, no. 3, pp. 1193–1203.
- [15] Gorshenina N.S., Pinyagina N.B. *Sovremennoe sostoyanie lesnogo kompleksa Arkhangel'skoy oblasti i napravleniya ego razvitiya* [The current state of the forest complex of the Arkhangelsk region and the direction of its development]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], 2019, no. 1 (102), pp. 545–553.
- [16] Gorshenina N.S., Pinyagina N.B. *Prioritetnye napravleniya sovershenstvovaniya lesoupravleniya i lesopol'zovaniya* [Priority areas for improving forest management and forest management] *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], 2019, no. 1 (102), pp. 938–945.

- [17] Knyazeva M.D., Mitrofanov E.M., Chumachenko S.I., Shaytura S.V. *Nekontroliruemaya klassifikatsiya lesopokrytykh zemel' na zadannoy territorii* [Uncontrolled classification of forested lands in a given territory] *Avtomatizirovannaya obrabotka aerokosmicheskoy informatsii v pakete Erdas Imagine* [Automated processing of aerospace information in the Erdas Imagine package]. Bargas: Institute of the Humanities, Economics and Information Sciences, 2018, pp. 66–79.
- [18] Berglof E., Foray D., Landesmann M., Lin J. Y., Campos M. N., Sanfey P., Radosevic S., Volchkova N. Transition economics meets new structural economics. *Journal of Economic Policy Reform*, 2015, v. 18, no. 3, pp. 191–220.
- [19] Cimoli M., Porcile G. Technology, structural change and BOP-constrained growth: A structuralist toolbox. *Cambridge Journal of Economics*, 2014, v. 38, no. 1, pp. 215–237.
- [20] De Vries G., Timmer M., de Vries K. Structural transformation in Africa: Static gains, dynamic losses. *The Journal of Development Studies*, 2015, v. 51, no. 6, pp. 674–688.
- [21] Di Meglio G., Gallego J., Maroto A., Savona M. Services in developing economies: A new chance for catching-up?. *SPRU Working Paper Series*, 2015, no. 2015–32, pp. 1–33.
- [22] Felipe J., Mehta A. Deindustrialization? A global perspective. *Economics Letters*, 2016, v. 149, pp. 148–151.
- [23] Gouvea R., Lima G. Balance of payments constrained growth in a multisectoral framework: A panel data investigation. *J. of Economic Studies*, 2013, v. 40, no. 2, pp. 240–254.
- [24] Haraguchi N., Cheng C.F.C., Smeets E. The importance of manufacturing in economic development: Has this changed?. *World Development*, 2017, v. 93, pp. 293–315.
- [25] Herrendorf B., Rogerson R., Valentinyi A. Growth and structural transformation. *Handbook of economic growth*, Vol. 2. Eds. P. Aghion, S. Durlauf. Amsterdam and New York: North Holland, 2014, pp. 855–941.
- [26] Marconi N., de Borja Reis C.F., de Araújo E.C. Manufacturing and economic development: The actuality of Kaldor's first and second laws. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2016, v. 37, pp. 75–89.
- [27] McMillan M., Rodrik D., Sepulveda C. Structural change, fundamentals and growth: A framework and case studies. *NBER Working Paper*, 2017, no. 23378. URL: <http://www.nber.org/papers/w23378> (accessed 15.03.2019).
- [28] Oreiro J. Inconsistency and over determination in balance of payments constrained growth models: A note. *Review of Keynesian Economics*, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 193–200.
- [29] Romano L., Trau F. The nature of industrial development and the speed of structural change. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2017, v. 42, pp. 26–37.
- [30] Romero J., McCombie J. The multi-sectoral Thirlwall's law: Evidence from 14 developed European countries using product level data. *International Review of Applied Economics*, 2016, v. 30, no. 3, pp. 301–332.
- [31] Timmer M.P., de Vries G.J., de Vries K. Patterns of structural change in developing countries. *Routledge handbook of industry and development*. Eds. J. Weiss, M. Tribe. UK and New York: Routledge, 2015, pp. 65–83.
- [32] Delgado M., Porter M.E., Stern S. Defining clusters of related industries. *J. Economic Geography*, 2016, v. 16, no. 1, pp. 1–38.
- [33] Kutsenko E., Islankina E., Abashkin V. The evolution of cluster initiatives in Russia: the impacts of policy, life-time, proximity and innovative environment. *Foresight*, 2017, v. 19, no. 2, pp. 87–120.
- [34] Botrić V., Božić L., Broz T. Explaining firm-level total factor productivity in post-transition: Manufacturing vs. services sector. *J. International Studies*, 2017, v. 10, no. 3, pp. 77–90.
- [35] Timmer M., Voskoboynikov I. Is mining fuelling long-run growth in Russia? Industry productivity growth trends in 1995–2012. *The world economy: Growth or stagnation?* Eds. Jorgenson, K. Fukao, M. Timmer. Cambridge: Cambridge University Press, 2016, pp. 281–318.
- [36] Voskoboynikov I.B. Sources of long run growth of the Russian economy before and after the global financial crisis. *Russian Journal of Economics*, 2017, v. 3, no. 4, pp. 348–365.
- [37] Andergassen R., Nardini F., Ricottilli M. Innovation diffusion, general purpose technologies and economic growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2017, v. 40, no. C, pp. 72–80.
- [38] Carvalho N., Omar C., Edson C., Mateus G. Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in sustainable manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 2018, v. 21, pp. 671–678.
- [39] Coccia M.A. Theory of the general causes of long waves: War, general purpose technologies, and economic change. *Technological Forecasting and Social Change*, 2018, v. 128, pp. 287–295.
- [40] Lu Ya. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *J. Industrial Information Integration*, 2017, v. 6, pp. 1–10.
- [41] Pereira A.C., Romero F. A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 2017, v. 13, pp. 1206–1214.
- [42] Romano L., Trau F. The nature of industrial development and the speed of structural change. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2017, v. 42, no. C, pp. 26–37.
- [43] Tsai D.A. The effects of dynamic industrial transition on sustainable development. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2018, v. 44, no. C, pp. 46–54.
- [44] Zhao J., Tang J. Industrial structure change and economic growth: A China-Russia comparison. *China Economic Review*, 2018, v. 47, pp. 219–233.
- [45] Makarov I.A. Russia's participation in international environmental cooperation. *Strategic Analysis*, 2016, v. 40, no. 6, pp. 536–546.

Authors' information

Pinyagina Natal'ya Borisovna — Dr. Sci. (Economy), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), nbp50@yandex.ru

Gorshenina Natal'ya Stanislavovna — Cand. Sci. (Economy), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), gorshenina56@icloud.com

Received 12.07.2019.

Accepted for publication 28.08.2019.

К 150-ЛЕТИЮ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Г.Л. Олиференко¹, А.Н. Зарубина¹, А.В. Устюгов², А.Н. Иванкин¹

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

²Российский технологический университет, 119454, г. Москва, проспект Вернадского, д. 78

oliferenko2@inbox.ru

Представлен краткий обзор истории появления выдающегося научного открытия в области естествознания — Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, впервые сформулировавшего Периодический закон, на основании которого создана классификация элементов и предсказано существование не известных на тот момент химических элементов.

Ключевые слова: периодический закон, система элементов

Ссылка для цитирования: Олиференко Г.Л., Зарубина А.Н., Устюгов А.В., Иванкин А.Н. К 150-летию Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 117–123. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-117-123

По решению Генеральной Ассамблеи ООН 2019 г. объявлен Международным годом Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Мировое научное сообщество считает необходимым отметить 150-летие открытия Д.И. Менделеевым Периодического закона, датой которого считается 1869 г. Идея отметить юбилей Таблицы Менделеева принадлежит Российской Академии наук и Российскому химическому обществу. Она была поддержана Министерством образования и науки РФ. Эта инициатива получила одобрение ведущих организаций ученых всего мира, прежде всего Международного Союза по теоретической и прикладной химии (ИЮПАК), Международного союза по теоретической и прикладной физике, Международного астрономического союза, Международного союза истории и философии науки и технологии, Европейской ассоциации химических и молекулярных наук, а также более чем 80 национальных академий наук и научных обществ. Проведение Международного года Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева имеет особое значение для России, поскольку это событие должно подтвердить мировое признание заслуг великого русского ученого — Д.И. Менделеева, укрепить престиж и популяризировать отечественную науку за рубежом.

В создании Периодической системы химических элементов (далее Таблица Д.И. Менделеева) и формулировании Периодического закона заслуга Д.И. Менделеева неопределима, поскольку Таблица Д.И. Менделеева является общим языком, используемым во многих научных областях: в медицине, биологий, физике и астрофизике и прежде всего в химии.

Открытие Менделеевым Периодического закона имеет принципиальное значение не только

для науки, но и для России в целом, ведь 150 лет тому назад 1 марта (17 февраля по ст. ст.) 1869 г. именно русский ученый Дмитрий Иванович Менделеев завершил работу над первой реальной схемой химических элементов, которую назвал: «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве». Таблица Д.И. Менделеева была опубликована в виде отдельных оттисков и разслана им ведущим отечественным и зарубежным ученым (рис. 1). Дмитрию Ивановичу Менделееву тогда было всего 35 лет; а 8 февраля (27 января по ст. ст.) 2019 г. исполнилось 185 лет со дня его рождения [1, 2].

Фундамент современного естествознания

Необходимость систематизации химических элементов появилась в процессе работы ученого над учебником «Основы химии». В 1868 г. профессор и заведующий кафедрой общей и неорганической химии Императорского Санкт-Петербургского университета Д.И. Менделеев, приступив к работе над учебником, столкнулся с трудностями систематизации фактического материала.

В середине марта 1869 г. вышел в свет 2-й выпуск «Основ химии», к которому Менделеев уже приложил таблицу. В это же время немецкий «Журнал практической химии» также опубликовал его таблицу. Так Таблица Менделеева стала известной в Европе.

На основании предложенной систематизации элементов в 1869 г. в некоторых статьях Д.И. Менделеев уже опубликовал сформулированный им Периодический закон в виде следующих основных положений.

1. Элементы, расположенные по величине атомного веса, представляют явственную периодичность свойств.

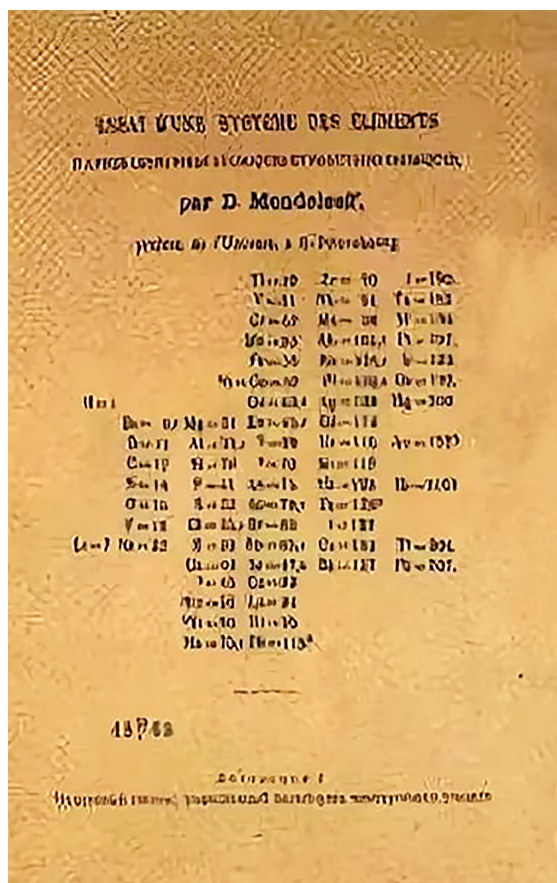


Рис. 1. Листок с «Опытом системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве» Д.И. Менделеева, на французском языке, разосланный иностранным ученым (содержит 63 химических элемента)

Fig. 1. A sheet with the «Experiment of elements system based on their atomic weight and chemical similarity» by D.I. Mendeleev in the French language to be distributed between foreign scientists (contains 63 chemical elements)

2. Должно ожидать открытия еще многих неизвестных простых тел, например, сходных с Al и Si элементов с атомным весом 65–75.

3. Величина атомного веса элемента иногда может быть исправлена, зная его аналогии.

4. Некоторые аналогии элементов открываются по величине веса их атомов.

В последующие два года Менделеев значительно усовершенствовал систему элементов, ввел представление о группах, периодах и рядах элементов. У ряда элементов были исправлены атомные веса, а для 29 еще не открытых элементов оставлены пустые места. Свойства трех из них Менделеев подробно описал и дал им названия — экабор, экаалюминий и экасилиций [3].

В 1871 г. вышел в свет последний, 4-й, выпуск первого издания «Основ химии», в котором была приведена таблица «Естественная система элементов Д. Менделеева», в значительной степени соответствовавшая современной короткой форме

периодической системы с группами и периодами. Там же появилась более знакомая нам формулировка Периодического закона: «Физические и химические свойства элементов, проявляющиеся в свойствах простых и сложных тел, стоят в периодической зависимости от их атомного веса».

Правильность этих положений, подтвержденная многими опытами в течение последующих двух десятилетий, позволила говорить о Периодическом законе как строгом законе природы.

Ранее многие исследователи предпринимали попытки систематизировать химические элементы [4–6]. Так, немецкий химик Йоганн Доберейнер в 1829 г. предложил «правило триад», согласно которому у трех сходных по свойствам элементов, например таких как хлор — бром — иод, кальций — стронций — барий, литий — натрий — калий и др. атомная масса среднего элемента приблизительно равна полусумме атомных масс двух крайних.

Французский ученый Александр де Шанкуртуа в 1862 г. расположил химические элементы в порядке возрастания атомных масс по спирали вокруг цилиндра. Каждый виток спирали содержал 16 элементов; сходные по свойствам элементы, как правило, попадали в вертикальные столбцы, хотя имели место и значительные расхождения.

Английский химик Джон Ньюлендс в 1863 г. заметил, что свойства химических элементов повторяются периодически через каждые семь номеров. Хлор похож на фтор, калий на натрий, селен на серу. Данную закономерность Ньюлендс назвал «законом октав». Ученый настаивал на том, что длина периода, равная семи, остается неизменной, поэтому его таблица содержала множество случайных пар (Co — Cl, Fe — S, C — Hg).

В 1868 г. соотечественник Ньюлендса Уильямс Одлинг опубликовал таблицу элементов в порядке возрастания атомных весов. Однако Одлинг никак не комментировал свою таблицу, и она содержала не все известные к этому времени элементы (46 из 63).

Менделеев отдавал должное предшествующим известным ему попыткам систематизации элементов, но отмечал их основной недостаток: «...сравнению подвергались только элементы, сходственные между собой. Однако мысль считать все элементы по величине их атомного веса ... была чужда общему сознанию» [3]. Серьезных выводов из своих наблюдений предшественники Менделеева не сделали.

Менделеев сопоставил все известные элементы по значениям их атомных масс, что в конечном счете позволило ему разработать действительную естественную систему элементов. Как впоследствии указывал Н.Д. Зелинский, Периодический

закон Д.И. Менделеева стал «открытием взаимной связи всех атомов в мироздании» [3].

Мировое научное сообщество в разных частях света по-разному восприняло Периодический закон и Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева [7].

Не все зарубежные химики сразу оценили значение открытия Менделеева, поскольку оно коренным образом меняло сложившиеся в мире научные представления. Крайне скептически были настроены немецкие ученые. Так, немецкий физикохимик Вильгельм Оствальд утверждал, что открыт не закон, а принцип классификации «чего-то неопределенного». Немецкий химик Роберт Бунзен, открывший в 1861 г. два новых щелочных металла — рубидий и цезий, писал, что Менделеев увлекает химиков в «надуманный мир чистых абстракций». Профессор Лейпцигского университета Герман Кольбе в 1870 г. назвал открытие Менделеева «спекулятивным» [4]. Кольбе отличался грубостью и неприятием новых теоретических воззрений в химии. В частности, он был противником теории строения органических соединений.

После того, как работы Менделеева получили известность, автор «закона октав» Ньюлендс стал претендовать на приоритет открытия Периодического закона. В 1870 г. немецкий ученый Лотар Мейер построил график зависимости атомного объема элементов от их атомной массы и обнаружил периодическую зависимость, причем длина периода оказалась переменной величиной. Этой зависимости дал достойную оценку сам Менделеев. Многие зарубежные историки считали, что Мейер вправе претендовать на соавторство в открытии Периодического закона, хотя немецкий ученый не участвовал в разработке его формулировки.

Тем не менее с каждым годом Периодический закон завоевывал все большее число сторонников, а его открыватель — все большее признание.

И пришло время триумфа. В 1875 г. французский химик Поль-Эмиль Лекок де Буабодран открыл предсказанный Менделеевым «экаалюминий», который он назвал галлием в честь своей родины. Ученый писал: «Я думаю, нет необходимости настаивать на огромном значении подтверждения теоретических выводов господина Менделеева» [3].

Через четыре года шведский ученый Ларс Нильсон открыл скандий, предсказанный Менделеевым как «экабор». «Не остается никакого сомнения, что в скандии открыт «экабор»... Так подтверждаются нагляднейшим образом соображения русского химика, которые не только дали возможность предсказать существование скандия и галлия, но и предвидеть заранее их важнейшие свойства», — так прокомментировал свое открытие нового элемента Нильсон [7].

ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ:

Рядъ	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII					
1	—	Водо-родъ H 1,008	—	—	—	—	—	—	—					
2	Гелий. He 4,0	Литий. Li 7,08	Берил-лий. Be 9,1	Боръ. B 11,0	Углеродъ. C 12,0	Азотъ. N 14,01	Кислородъ. O 16,00	Фторъ. F 19,0	—					
3	Неонъ. Ne 19,9	Натрийъ. Na 23,00	Маг-нийъ. Mg 24,26	Алю-минійъ. Al 27,1	Крем-нійъ. Si 28,2	Фос-форъ. P 31,0	Сѣра. S 32,06	Хлоръ. Cl 35,45	—					
4	Аргонъ. Ar 38	Каль-ційъ. Ca 39,15	Строн-ційъ. Sr 87,6	Ит-трийъ. Y 89,0	Цир-конійъ. Zr 90,6	Никкель. Ni 58,7	Хромъ. Cr 52,1	Мар-ганецъ. Mn 55,0	Же-лезно. Fe 55,9	Ко-бальтъ. Co 58,9	Никкель. Ni 58,7	(Cu)		
5	—	Медь. Cu 63,6	Цинкъ. Zn 65,4	Гал-лійъ. Ga 70,0	Гер-манійъ. Ge 72,5	Мыш-ьякъ. As 75	Селенъ. Se 79,2	Бромъ. Br 79,95	—	—	—	—		
6	Крипто-нъ. Kr 81,8	Рубидійъ. Rb 85,5	Строн-ційъ. Sr 87,6	Ит-трийъ. Y 89,0	Цир-конійъ. Zr 90,6	Никкель. Ni 58,7	Хромъ. Cr 52,1	Мар-ганецъ. Mn 55,0	Же-лезно. Fe 55,9	Ко-бальтъ. Co 58,9	Никкель. Ni 58,7	(Ag)		
7	—	Сере-бря. Ag 107,93	Кад-мійъ. Cd 112,4	Индійъ. In 115,0	Оло-во. Sn 119,0	Сурь-ма. Sb 120,2	Тел-луръ. Te 127	Йодъ. I 127	—	—	—	—		
8	Ксенонъ. Xe 128	Цезійъ. Cs 132,9	Барійъ. Ba 137,4	Лан-танъ. La 138,9	Цер-ийъ. Ce 140,2	—	—	—	—	—	—	—		
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
10	—	—	—	Иттер-бійъ. Yb 173	—	Та-лантъ. Ta 183	Вольф-рамъ. W 184	—	—	—	—	Ос-мійъ. Os 191	Ири-дійъ. Ir 193	Платина. Pt 194,8
11	—	Зо-лото. Au 197,2	Ртуть. Hg 200,0	Талійъ. Tl 204,1	Свин-цовъ. Pb 206,9	Вис-мутъ. Bi 208,2	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	Радійъ. Ra 226	—	Торийъ. Th 232,5	—	Уранъ. U 238,5	—	—	—	—	—	—	—

Всѣхъ солеобразныя окиси:
R R'O RO R'O² RO³ R'O⁴ RO⁵ RO⁶ RO⁷ RO⁸

Всѣхъ газообразныя водородныя соединенія:
RH⁴ RH³ RH² RH

Д. Менделѣевъ.
1869—1905.

Рис. 2. Таблица Д.И. Менделеева 1905 г. (содержит 71 элемент)
Fig. 2. View of the periodic table by 1905 (contains 71 elements)

В 1886 г. немецкий ученый Клеменс Винклер обнаружил еще один элемент — «экасилиций», предсказанный Менделеевым. Винклер назвал открытый им элемент германием в честь своей родины, но предварительно посоветовался о названии с Менделеевым.

После открытия этих элементов Периодический закон получил всеобщее признание как объективный закон природы [8].

Над усовершенствованием Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеев работал до конца жизни (рис. 2). В 1905 г. он написал: «По-видимому, периодическому закону будущее не грозит разрушением, а только надстройки и развитие обещает, хотя как русского меня хотели затереть, особенно немцы».

В рамках науки второй половины XIX в. обосновать Периодический закон было невозможно, однако сам закон и высказанные на его основе гипотезы послужили стимулом к изучению строения атома. Еще в 1871 г. Менделеев писал: «Легко предположить, что ныне пока нет еще возможности доказать ... что атомы простых тел суть сложные вещества, образованные сложением некоторых еще меньших частей... Выставленная мною периодическая зависимость, по-видимому, подтверждает такое предчувствие» [3].

Период	Ряд	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
1	1	(H)							H Водород 1,00797	He Гелий 4,0026	Обозначение элемента		Атомный номер
2	2	Li Литий 6,939	Be Бериллий 9,0122	B Бор 10,811	C Углерод 12,01115	N Азот 14,0067	O Кислород 15,9994	F Фтор 18,9984	Ne Неон 20,179	Li Литий 6,939		3	
3	3	Na Натрий 22,9898	Mg Магний 24,305	Al Алюминий 26,9815	Si Кремний 28,086	P Фосфор 30,9738	S Сера 32,064	Cl Хлор 35,453	Ar Аргон 39,948	Относительная атомная масса			
4	4	K Калий 39,102	Ca Кальций 40,08	Sc Скандий	Ti Титан 47,90	V Ванадий 50,942	Cr Хром 51,996	Mn Марганец 54,9380	Fe Железо 55,847	Co Кобальт 58,9330	Ni Никель 58,71	27	
	5	Cu Медь 63,546	Zn Цинк 65,37	Ga Галлий 69,72	Ge Германий 72,59	As Мышьяк 74,9216	Se Селен 78,96	Br Бром 79,904	Kr Криптон 83,80				
5	6	Rb Рубидий 85,47	Sr Стронций 87,62	Y Иттрий 88,905	Zr Цирконий 91,22	Nb Ниобий 92,906	Mo Молибден 95,94	Tc Технеций [99]	Ru Рутений 101,07	Rh Родий 102,905	Pd Палладий 106,4	44	
	7	Ag Серебро 107,868	Cd Кадмий 112,40	In Индий 114,82	Sn Олово 118,69	Sb Сурьма 121,75	Te Теллур 127,60	I Иод 126,9044	Xe Ксенон 131,30				
6	8	Cs Цезий 132,905	Ba Барий 137,34	La* Лантан 138,91	Hf Гафний 178,49	Ta Тантал 180,948	W Вольфрам 183,85	Re Рений 186,2	Os Осмий 190,2	Ir Иридий 192,22	Pt Платина 195,09	77	
	9	Au Золото 196,967	Hg Ртуть 200,59	Tl Таллий 204,37	Pb Свинец 207,19	Bi Висмут 208,980	Po Полоний [210]	At Астат [210]	Rn Радон [222]				
7	10	Fr Франций [223]	Ra Радий [226]	Ac** Актиний [227]	Rf Резерфордий [261]	Db Дубний [263]	Sg Сибгорий [263]	Bh Борий [263]	Hs Хасений [265]	Mt Майтнерий [266]	Ds Дармштадтий [271]	108	
	11	Rg Рентгений [272]	Cn Коперниций [285]	Nh Нихоний [286]	Fl Флеровий [286]	Mc Московский [288]	Lv Ливерморий [293]	Ts Теннессин [293]	Og Оганесон [294]				

58	Ce Церий 140,12	Pr Прометий 140,907	Nd Неодим 144,24	Pm Прометий [147]	Sm Самарий 150,36	Eu Европий 151,96	Gd Гадолиний 157,25	Tb Тербий 158,925	Dy Диспрозий 162,50	Ho Гольмий 164,930	Er Эрбий 167,26	Tm Тулий 168,934	Yb Иттербий 173,04	Lu Лютеций 174,97
90	Th Торий 232,038	Pa Протактиний [231]	U Уран 238,03	Np Нептуний [237]	Pu Плутоний [244]	Am Амерций [243]	Cm Кюрий [247]	Bk Берклий [247]	Cf Калифорний [251]	Es Эйнштейний [254]	Fm Фермий [257]	Md Менделеев [257]	No Нобелий [259]	Lr Лоуренсий [260]

Рис. 3. Современный вариант Периодической таблицы Д.И. Менделеева (содержит 118 элементов)
 Fig. 3. The modern version of the D.I. Mendeleev Periodic Table (contains 118 elements)

Разработанная в первой половине XX в. теория строения атома обосновала Периодический закон и Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева.

С точки зрения современной науки Периодический закон формулируется так: «Свойства химических элементов, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядра атома или порядкового номера элемента».

Оказалось, что Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева является естественной классификацией химических элементов по электронным структурам их атомов [5].

Период — это горизонтальная последовательность элементов, атомы которых имеют одинаковое число электронных слоев. Это число равно номеру периода. Каждый период, кроме первого, начинается активным (щелочным) металлом и заканчивается инертным газом.

С увеличением порядкового номера периодически повторяется строение внешнего электронного слоя в атомах элементов: в каждом периоде, кроме первого, число электронов на внешнем слое изменяется от одного у первого элемента до восьми у последнего. В этом заключается физический смысл Периодического закона, т. е. причина периодического изменения свойств элементов при увеличении порядкового номера элемента.

Вертикальные колонки в Таблице Д.И. Менделеева называются группами. В короткопериодном варианте таблицы восемь групп, каждая из которой

состоит из главной подгруппы (А-группы) и побочной подгруппы (В-группы). Подгруппа объединяет элементы, сходные по своим химическим свойствам. Номер группы показывает число валентных электронов для элементов данной группы.

Существует два основных варианта изображения периодической системы: короткий и длинный. Короткий вариант больше распространен в России, тогда как длинный — чаще используется за ее пределами. Короткая форма Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева содержит семь периодов и восемь групп, длинная — семь периодов и 18 групп. Основным признаком, по которому в короткопериодном варианте элементы больших периодов разделены на два ряда, является степень окисления, которая изменяется в большом периоде от +1 до +7 дважды, например в четвертом периоде от К до Mn и от Cu до Br.

Значение периодического закона и периодической системы

Открытие Периодического закона положило начало новой эпохе в развитии химии — она перестала быть описательной наукой и получила теоретическую основу, стало возможным научное прогнозирование, появилась возможность предсказывать и описывать новые элементы и их соединения. Блестящий пример тому — предсказание Д.И. Менделеевым существования еще не открытых 29 элементов, из которых для трех — Ga, Sc и Ge — он дал точное описание свойств.

Периодический закон послужил основой для исправления атомных масс элементов. Д.И. Менделеевым были исправлены атомные массы у 20-ти элементов, в том числе у Be, Ce, In, U, Ti, Th, Y, после чего эти элементы заняли свои места в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева.

На основе Периодического закона и Таблицы Д.И. Менделеева быстро развивалось учение о строении атома. Оно раскрыло физический смысл Периодического закона и объяснило расположение элементов в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева.

На основании Периодического закона были заполнены все пустые клетки Таблицы Д.И. Менделеева от № 1 до № 92 (уран), а также открыты трансурановые элементы, расположенные после урана. Один из них — элемент под номером 101, открытый в 1955 г. американскими учеными, был назван *менделевием* (Md) в знак признания заслуг великого русского ученого.

В настоящее время Периодический закон служит ориентиром для открытия или создания искусственным путем новых химических элементов. В Таблице Д.И. Менделеева 118 химических элементов (рис. 3). Элемент под номером 115 назван *московием* (Mc) в честь Московской области, где в г. Дубне, находится Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ). Элемент под номером 118 получил название *оганесон* (Og) в честь российского ученого Юрия Оганесяна, научного руководителя лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

В 2019 г. ученые ОИЯИ приступают к синтезу 119-го и 120-го элементов — первых в VIII периоде.

В последние несколько лет появились сообщения о попытках синтеза *суперактиноидов*, элементов с атомными номерами 121, 122 ... , у которых электроны заполняют 5g-подуровень.

Принципиальных ограничений на число элементов в периодической системе нет, если не принимать во внимание то обстоятельство, что время жизни сверхтяжелых элементов является очень коротким.

Периодический закон является основой современной химии и физики. С учетом Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева получают вещества с заданными свойствами, разрабатывают новые полимерные и полупроводниковые материалы, подбирают специфические катализаторы для различных химических процессов, ведут работы по использованию ядерной энергии, исследуют недра Земли и космические объекты.

Велико педагогическое значение Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева — на ее основе ведется преподавание химии в средней и высшей школе [10, 11].

Выводы

За открытие Периодического закона Дмитрия Ивановича Менделеева трижды выдвигали на Нобелевскую премию в 1905 г., 1906 г. и 1907 г. Однако в 1905 г. Нобелевская премия была присуждена немецкому химику Адольфу Байеру за работы в области органической химии, пятый год подряд входившему в списки номинантов, в то время как русский претендент появился впервые. Было принято решение перенести награждение Менделеева на следующий — 1906 г.

Так, в 1906 г. Нобелевский комитет присудил Д.И. Менделееву премию. Но Шведская королевская академия отказалась утвердить это решение под давлением шведского ученого С. Аррениуса.

Наконец, в 1907 г. предложили «поделить» Нобелевскую премию между итальянцем С. Каницаро и Д.И. Менделеевым, однако 2 февраля 1907 г. Д.И. Менделеев ушел из жизни, так и не получив высшей мировой научной награды. Тем не менее имя выдающегося россиянина — Д.И. Менделеева навсегда вошло в мировую научную летопись.

Список литературы

- [1] Мустафин Д.И. Международный год Периодической таблицы химических элементов // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского, 2018. Т. 68. № 2. С. 173–179.
- [2] Periodic law D.I. Mendeleev. URL: <https://gradestack.com/CBSE-Class-10th-Course/Periodic-Classification/Mendeleev-s-Periodic-Law/15027-2998-4597-study-wtw>. (дата обращения 14.05.2019).
- [3] Тарасова Н.П., Мустафин Д.И. Научная биография Д.И. Менделеев в контексте концепции устойчивого развития // Достижения в области химии и химической технологии, 2014. Т. 28. № 4. С. 15–18.
- [4] Добротин Р.Б., Карпило Н.Г., Керова Л.С., Трифонов Д.Н. Хроника жизни и творчества Д.И. Менделеева. Л.: Наука, 1984. 532 с.
- [5] Ахметов Н.С. Актуальные вопросы курса неорганической химии. М.: Просвещение, 1991. 224 с.
- [6] Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии. Для поступающих в вузы. М.: Лаборатория знаний, 2016. 704 с.
- [7] В.П. Мельников, Д.Н. Трифонов. Летопись важнейших открытий в химии в XVII – XIX вв. М.: Издательство «Первое сентября», 2000. 320 с.
- [8] Оганесян Ю.Т. Синтез и свойства сверхтяжелых ядер // Ядерная физика, 1995. Т. 583. № . С. 823–836.
- [9] Super actinoids. <https://lynceans.org/tag/super-actinides/> (дата обращения 14.05.2019).
- [10] Евдокимов Ю.М., Иванкин А.Н. Химия в лесу — начало всего // Энциклопедия инженера-химика, 2009. № 3. С. 52–55.
- [11] Сердюкова Ю.В., Тарасов С.М., Прошина О.П., Олиференко Г.Л., Беляков В.А., Фадеев Г.Н., Иванкин А.Н. Химическая подготовка бакалавриата для лесных специальностей. Мировой опыт в сопоставлении университетов США и России // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018, Т. 22, № 1. С. 105–111. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-1-105-111

Сведения об авторах

Олиференко Галина Львовна — канд. хим. наук, доцент кафедры химии и химических технологий в лесном комплексе МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), oliferenko2@inbox.ru

Зарубина Анжелла Николаевна — канд. техн. наук, заведующий кафедрой химии и химических технологий в лесном комплексе МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), zarubina@mgul.ac.ru

Устюгов Александр Викторович — канд. хим. наук, старший преподаватель кафедры общей химической технологии, Российский технологический университет, ustyugov.alexandr@mail.ru

Иванкин Андрей Николаевич — д-р хим. наук, профессор кафедры химии и химических технологий в лесном комплексе МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), aiivankin@mgul.ac.ru

Поступила в редакцию 15.05.2019.

Принята к публикации 16.09.2019.

ON 150TH ANNIVERSARY OF D.I. MENDELEEV PERIODIC TABLE

G.L. Oliferenko¹, A.N. Zarubina¹, A.V. Ustyugov², A.N. Ivankin¹

¹BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

²Russian University of Technology, 78, Vernadsky pr., 119454, Moscow, Russia

oliferenko2@inbox.ru

The article gives a brief review of the emergence history of an outstanding scientific discovery in the field of natural science — the Mendeleev Periodic Table. It was D.I. Mendeleev who first formulated the Periodic Law on the basis of which a classification of elements was created and the existence of chemical elements not known at that time was predicted.

Keywords: periodic law, system of elements

Suggested citation: Oliferenko G.L., Zarubina A.N., Ustyugov A.V., Ivankin A.N. *K 150-letiyu Periodicheskoy sistemy khimicheskikh elementov D.I. Mendeleeva* [On 150th anniversary of D.I. Mendeleev periodic table]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 6, pp. 117–123. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-117-123

References

- [1] Mustafin D.I. *Mezhdunarodnyy god periodicheskoy tablitsy khimicheskikh elementov* [The international year of the periodic table of chemical elements] *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet imeni V.I. Vernadskogo* [Questions of modern science and practice. University named after V.I. Vernadsky], 2018, no. 2 (68), pp. 173–179.
- [2] Periodic law D.I. Mendeleev. Available at: <https://gradestack.com/CBSE-Class-10th-Course/Periodic-Classification/Mendeleev-s-Periodic-Law/15027-2998-4597-study-wtw>. (accessed 14.05.2019).
- [3] Tarasova N.P., Mustafin D.I. *Nauchnaya biografiya D.I. Mendeleev v kontekste kontseptsii ustoychivogo razvitiya* [Scientific biography D.I. Mendeleev in the context of the sustainable development concept]. *Dostizheniya v oblasti khimii i khimicheskoy tekhnologii* [Advances in chemistry and chemical technology], 2014, vol. 28, no. 4, pp. 15–18.
- [4] Dobrotin R.B., Karpilo N.G., Kerova L.S., Trifonov D.N. *Khronika zhizni i tvorchestva D.I. Mendeleeva* [Chronicle of the life and work of D.I. Mendeleev]. Leningrad: Nauka [Science], 1984, 532 p.
- [5] Akhmetov N.S. *Aktual'nye voprosy kursa neorganicheskoy khimii* [Current issues of the course of inorganic chemistry]. Moscow: Prosveshchenie, 1991, 224 p.
- [6] Kuz'menko N.E., Eremin V.V., Popkov V.A. *Nachala khimii. Dlya postupyayushchikh v vuzy* [Beginning chemistry. For entering universities]. Moscow: Laboratory of knowledge, 2016, 704 p.
- [7] Mel'nikov V.P., Trifonov D.N. *Letopis' vazhneyshikh otkrytiy v khimii v KhVII – XIX vv.* [Chronicle of the most important discoveries in chemistry in the XVII–XIX centuries]. Moscow: Publishing house «The First of September», 2000, 320 p.
- [8] Oganessian Yu.T. *Sintez i svoystva sverkhlyazhelykh yader* [Synthesis and properties of superheavy nuclei]. *Nuclear Physics*, 1995, v. 583, no. 2, pp. 823–836.
- [9] Super actinoids. <https://lynceans.org/tag/super-actinides/>. (accessed 14.05.2019).
- [10] Evdokimov Yu.M., Ivankin A.N. *Khimiya v lesu — nachalo vsego* [Chemistry in the forest — the beginning of everything]. *Entsiklopediya inzhenera-khimika* [Encyclopedia of the Chemical Engineer], 2009, no. 3, pp. 52–55.
- [11] Serdyukova Yu.V., Tarasov S.M., Proshina O.P., Oliferenko G.L., Belyakov V.A., Fadeev G.N., Ivankin A.N. Chemical preparation of a bachelor degree for forest specialties. World experience in comparing universities of the USA and Russia. *Forestry Bulletin*, 2018, vol. 22, no. 1, pp. 105–111.
- [11] Serdyukova Yu.V., Tarasov S.M., Proshina O.P., Oliferenko G.L., Belyakov V.A., Fadeev G.N., Ivankin A.N. *Khimicheskaya podgotovka bakalavriata dlya lesnykh spetsial'nostey. Mirovoy opyt v sopostavlenii universitetov SShA i Rossii* [Chemistry preparation to get bachelor's degree in forestry. World experience in comparison of universities of the USA and Russia]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2018, vol. 22, no. 1, pp. 105–111. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-1-105-111

Authors' information

Oliferenko Galina Lvovna — Cand. Sci. (Chemistry), Associate Professor of the Department of Chemistry, BMSTU (Mytishchi branch), oliferenko2@inbox.ru

Zarubina Angella Nikolaevna — Cand. Sci. (Tech.), Head of the Department of Chemistry, BMSTU (Mytishchi branch), zarubina@mgul.ac.ru

Ustyugov Alexander Viktorovich — Cand. Sci. (Chemistry), Associate Professor, Department of General Chemical Technology, Russian University of Technology, ustyugov.alexandr@mail.ru

Ivankin Andrey Nikolaevich — Dr. Sci. (Chemistry), Professor of the Department of Chemistry, BMSTU (Mytishchi branch), aivankin@mgul.ac.ru

Received 15.05.2019.

Accepted for publication 16.09.2019.

К 90-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА Н.А. МОИСЕЕВА

13 декабря 2019 г. исполняется 90 лет со дня рождения Н.А. Моисеева, академика Российской академии наук, заслуженного деятеля науки РФ, заслуженного лесовода РСФСР, иностранного члена Шведской королевской академии наук сельского и лесного хозяйства, Финской академии наук и письменности, Итальянской лесной академии, члена Российской академии естественных наук, почетного члена Международной академии наук высшей школы, почетного доктора Дрезденского технического университета, Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета и Северного (арктического) федерального университета.

Н.А. Моисеев родился в с. Якутино Грачевского р-на Оренбургской обл. В феврале 1930 г. деда (по отцу) раскулачили, и всю семью, в том числе внука — нынешнего юбиляра, сослали в Архангельскую обл. (Черевковский р-н), поселив в глухом таежном пос. Тальцы (позднее Усть-Заруба) на р. Ерге, неподалеку от верховья р. Пинеги. Родители получили работу в созданном переселенцами Верхнеерогодском лесопункте, ныне Ерогодский леспромхоз. Там прошли первые 15 лет жизни будущего ученого.

Отец погиб в 1944 г. на Карельском фронте Великой Отечественной войны. В 1945 г., по амнистии, мать вместе с сыном вернулась в Оренбургскую обл. к сестре, работавшей учителем в д. Гавриловка Державинского р-на — бывшем имении поэта Г.Р. Державина. Н.А. Моисеев по окончании 7-го класса Державинской средней школы поступил в Бузулукский лесной техникум. Окончил его с отличием в 1949 г. и в числе пятипроцентников был принят на лесохозяйственный факультет Ленинградской ордена Ленина лесотехнической академии (ЛТА) им. С.М. Кирова (ныне Санкт-Петербургский лесотехнический университет — лесотехническая академия). На летних каникулах работал таксатором в лесоустроительных экспедициях по устройству лесов в Бузулукском лесхозе Оренбургской обл., Беломорском лесхозе Карело-Финской ССР (ныне — Беломорское Центральное лесничество Республики Карелия), а также в научной экспедиции ученых ЛТА по обследованию возобновления леса на концентрированных вырубках знаменитого Монзенского леспромхоза Вологодской обл. На III курсе Н.А. Моисеев стал председателем научного студенческого кружка по лесоводству. На заседаниях кружка выступал с докладами по результатам работ в указанных выше экспедициях.

В 1954 г. с отличием окончил ЛТА и получил предложение остаться в аспирантуре на кафедре лесоустройства. Кандидатская диссертация была посвящена организации лесного хозяйства в порослевых дубравах Куйбышевской обл. (ныне Самарская обл.). Защита диссертации успешно прошла в 1958 г.

Еще в конце 1957 г. по окончании аспирантуры Моисеева пригласил академик ВАСХНИЛ И.С. Мелехов в созданный им в Архангельске Институт леса и лесохимии АН СССР (ныне — СевНИИЛХ), где молодой специалист прошел последовательно все уровни деятельности — от младшего научного сотрудника до заведующего отделом экономики лесного хозяйства и лесной промышленности, затем и ученого секретаря, заместителя директора по научной работе. После отъезда И.С. Мелехова в Москву в связи с назначением его на должность зам. Председателя Государственного комитета СССР по лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности и лесному хозяйству, Н.А. Моисеев возглавил СевНИИЛХ, став его директором (1962–1965 гг.).

С 1965 до 1970 гг. Моисеев работал во Всесоюзном научно-исследовательском институте лесоводства и механизации лесного хозяйства и лесной промышленности (ВНИИЛМ) старшим научным сотрудником. Затем стал заведовать организованной им лабораторией прогнозирования и перспективного планирования лесного хозяйства, а с 1970 г. по 1977 г. был назначен на должность начальника Управления науки, передового опыта и внешних сношений, совмещая ее с членством в коллегии Государственного комитета СССР по лесному хозяйству. С апреля 1977 г. по декабрь 1996 г. возглавил ВНИИЛМ, став его директором. С 1997 до 2017 Н.А. Моисеев заведовал кафедрой экономики и управления Московского государственного университета леса (МГУЛ), с 2017 г. и до настоящего времени является главным научным сотрудником ВНИИЛМ.

На протяжении всей творческой работы Н.А. Моисеев успешно и органично сочетал научную, педагогическую, организаторскую, административную, общественную и международную деятельность. По своему складу Н.А. Моисеев одновременно и организатор. Именно благодаря этим способностям ему удавалось строить и собственную творческую работу, и работу творческих коллективов — от тематических рабочих групп, лаборатории, кафедры до крупных научных учреждений, таких, как, например ВНИИЛМ — головной институт лесохозяйственной отрасли, которым он руководил почти 20 лет, а также лесных НИИ отрасли всех республик бывшего СССР. В течение 25 лет Н.А. Моисеев был бессменным председателем совета директоров лесных институтов. Будучи одновременно с 1987 по 1996 гг. академиком-секретарем отделения лесного хозяйства ВАСХНИЛ, впоследствии Россельхозакадемии, он руководил Межведомственным научным советом по проблемам леса и агролесомелиорации, главной задачей которого была координация научных исследований по лесному хозяйству. По заданию руководства бывших Госкомлеса СССР и ВАСХНИЛ, ведущими учеными научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений под его руководством была разработана программа научных исследований по лесному хозяйству на 1990–2000 гг. (программа «Лес»), которая стала руководством для планирования отраслевых научных исследований в этот период. Начиная с 1996 г. ученый руководил подпрограммой «Российский лес» Федеральной целевой научно-творческой программы приоритетных исследований (раздел «Экология и природопользование»). В течение 10 лет (1976–1985 гг.) Николай Александрович был членом исполкома Международного союза лесных исследовательских

организаций (International Union of Forest Research Organizations — IUFRO), позднее (1986–1990 гг.) — членом Международного совета IUFRO, при этом его усилиями расширилось участие отечественных институтов как юридических членов в составе этой организации, что способствовало поднятию престижа отечественной лесной науки на мировом уровне. По его инициативе были организованы и проведены в России крупные международные конференции в рамках IUFRO по актуальным проблемам управления лесами в условиях рыночной экономики с широким участием ведущих ученых зарубежных стран. Труды этих конференций, опубликованные в России и за рубежом, приобрели статус ценной информации для отечественных ученых и специалистов, особенно в рамках проводимых реформ.

Основным направлением творческой деятельности Н.А. Моисеева является решение взаимосвязанных проблем экономики и организации лесного хозяйства и лесной промышленности, лесостроительства, управления лесами, вопросов государственной лесной политики и лесного законодательства с охватом первоочередных проблем развития лесного сектора России.

Докторская диссертация ученого была посвящена теоретическим основам долгосрочного прогнозирования по использованию и воспроизводству лесных ресурсов, которую он успешно защитил в 1974 г. Он разработал принципиально новую теорию воспроизводства лесных ресурсов на основе неистощительного многоцелевого лесопользования, которая стала фундаментальной основой для решения основных проблем экономики лесного хозяйства. На основе этой теории ученый разработал и выдвинул предложения по организации и планированию устойчивого лесопользования и управления лесами, экономическому обоснованию программ разного уровня управления лесами и мероприятий в их рамках, по источникам и системе финансирования лесного хозяйства. Он принимал активное участие в разработке предложений по переходу лесного хозяйства в рыночную экономику, по совершенствованию экономического механизма управления лесами и лесного законодательства. Именно он был организатором создания первой рабочей группы на общественных началах с участием ученых и специалистов разных отраслей и активным ее участником в разработке проекта «Национальная лесная политика России», подверженного обсуждению на разных уровнях и принятого за основу.

Как член оргкомитета Общенационального экологического форума по разработке ныне уже утвержденной экологической доктрины России, Н.А. Моисеев принял активное участие в формировании ее раздела по экономическому механизму



природопользования и экологической безопасности России, за что в 2003 г. был удостоен благодарности от Президента России В.В. Путина.

Н.А. Моисеев не ограничивается написанием научных трудов. К юбилею число публикаций достигло 600, в том числе около 40 книг, монографий, брошюр, учебников по экономике лесного хозяйства и лесоустройству, которые широко используются в образовательном процессе не только Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана, но и других высших учебных заведений страны лесохозяйственного направления. Ученый активно разрабатывает и представляет пути и способы решения назревших проблем в лесном секторе экономики страны, выступая на коллегиях Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Министерства промышленности, науки и технологий Российской Федерации и заседаниях Совета лесопромышленников и лесозащитников России, на всероссийских съездах лесничих (лесоводов), в Центре стратегических разработок Минэкономразвития России, на пленумах Центрального комитета профсоюза лесных отраслей, в Государственной думе,

в Совете Федерации. Несколько лет Н.А. Моисеев был членом Совета по развитию лесного комплекса при Правительстве Российской Федерации.

Н.А. Моисеев — активный участник международных лесных конгрессов и конгрессов IUFRO начиная с 1971 г., на которых многократно выступал с научными докладами. На XV конгрессе IUFRO в 1976 г. в Осло (Норвегия) он возглавил многочисленную советскую делегацию лесоводов. Также был первым председателем советско-американской рабочей группы по сотрудничеству в области лесного хозяйства.

В последние годы выдающийся ученый уделяет большое внимание подготовке будущих кадров для науки и производства. Им подготовлено более 20 кандидатов и докторов наук.

Не чужда ученому и общественная деятельность. Он выступает на всероссийском радио и телевидении, поднимая острые злободневные вопросы о взаимоотношениях леса и человека, государства и бизнеса. Его яркие риторические выступления в СМИ привлекают внимание широкой общественности и управленческого персонала к проблемам леса в стране.

За заслуги и научные достижения Н.А. Моисеев удостоен Ордена Трудового Красного знамени (1976) и ряда медалей, почетного звания Заслуженного лесовода РСФСР (1979), почетного звания Заслуженного деятеля науки РФ (1999), благодарности Президента России (2003). Постановлением Президиума Россельхозакадемии от 14.10.2003 г. за цикл работ «Основы прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов России» он был награжден золотой медалью имени проф. Г.Ф. Морозова, Минсельхоза России, золотой медалью «За вклад в развитие АПК», а также высшей наградой IUFRO — «За выдающиеся заслуги». По месту жительства Совет народных депутатов в 2001 г. избрал его «Почетным гражданином» Пушкинского р-на Московской обл.

Несмотря на почтенный возраст, юбиляр продолжает свою научно-исследовательскую деятельность, активно участвует в работах ВНИИЛМ, МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана и Российской академии наук. Коллеги и друзья желают Н.А. Моисееву творческого долголетия и дальнейших успехов на этом пути.

Коллектив редакции