

ЛЕСНОЙ ВЕСТНИК / FORESTRY BULLETIN

Научно-информационный журнал
№ 3 ' 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

Бемман 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

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 Феннадий 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 Е.Г. Купреянова

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 17.06.2019.

Тираж 600 экз.

Заказ №

Объем 15,5 п. л.

Цена свободная

LESNOY VESTNIK / FORESTRY BULLETIN

Scientific Information Journal
№ 3 ' 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
Kokh Nil's Elers, Professor, the Dr. of agronomics in the field of forest policy, the President of IUFR0, 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-Universitet, Goettingen
Leont'ev Aleksandr Ivanovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU, Moscow
Lipatkin Vladimir Aleksandrovich, Professor, Ph. D. (Biol.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow

Lukina Natalya Vasilyevna, Corresponding Member of the RAS, Director of the Center for Sub-Settlement Research RAS, Deputy Chairperson of the Forest Research Council

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; Eidgenossische Technische Hochschule Zurich)

Oblivin Aleksandr Nikolaevich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences and MANVSh, Honored worker of science and equipment of the Russian Federation, BMSTU, Moscow

Pasztor, 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 TSNIMASH, Korolev

Trichkov Neno Ivanov, professor, Dr., Vice-Rector for Research, Forestry University, Sofia, Bulgaria

Fedotov Gennadiy Nikolaevich, Dr. Sci. (Biol.), Lomonosov Moscow State University, Moscow

Assistant Editor Raseva Elena Aleksandrovna

Editor E.G. Kupreyanova

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 17.06.2019.
Circulation 600 copies
Order №
Volume 15,5 p. p.
Price free

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Бочкова И.Ю., Хохлачева Ю.А., Баева А.В.

Исследование видового состава хвойных видов растений на территории Бульварного кольца города Москвы 5

Довганюк А.И., Довганюк Е.С.

Формирование устойчивых напочвенных покровов в условиях мегаполиса 13

Левандовская Н.А., Рысин С.Л.

Опыт оценки рекреационного потенциала лесопарковых территорий в условиях сложного рельефа на примере Горского парка (Братислава, Словацкая Республика) 21

ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА

Меер Т.П., Гущина Е.А., Бабаева Е.Ю., Трусов Н.А.

Оценка декоративности представителей рода *Crataegus* L. в коллекции дендрария Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН и перспективы их использования в озеленении мегаполисов 29

Дормидонтова В.В., Белкин А.Н.

Новое или «нехорошо» забытое старое в ландшафтной архитектуре XX и начала XXI века 37

Фролова В.А., Чернышенко О.В., Сафиуллин И.Ш.

Оценка и перспективы использования архивных коллекций Валентиновского питомника МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал) 44

Попова А.А.

Современное состояние насаждений и пространственная структура парковой части усадьбы А.Н. Крафта (г. Королёв) 52

Гревцова В.В., Леонова В.А.

Изучение травянистой растительности Свято-Спасского женского монастыря в селе Костомарово Воронежской области 64

Варламова М.В.

Исторический аспект развития ландшафтно-экологического каркаса города Пущино Московской области 72

ЛЕСОИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО

Карпачев С.П., Запруднов В.И., Быковский М.А.

Моделирование работы мобильной рубительной машины с мягкими контейнерами 79

ДЕРЕВООБРАБОТКА И ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Колесников Г.Н., Кантышев А.В., Зайцева М.И., Гаврилов Т.А., Никонова Ю.В.

Конвективная сушка осинового заготовок малой толщины: модель и эксперименты 87

Пастори Э., Хорват Н., Борчок Э., Санаев В.Г., Горбачева Г.А.

Изменение теплопроводности древесины ели и тополя при термической обработке 95

Мартынова О.С., Говязин И.О.

Сравнение марок-аналогов поливинилового спирта и влияние его на свойства бумаги для печати 101

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Ветошкин А.М., Шум А.А.

Матричные выражения, задающие косоугольный проектор 107

Ласковая Т.А., Рыбников К.К., Чернобровина О.К.

О некоторых возможностях сопровождения чтения классического курса алгебры реальными приложениями из области криптографии (для студентов младших курсов технических университетов) 114

ЭКОНОМИКА

Аминова Г.А., Солодова А.Д.

Роль малого и среднего бизнеса в обрабатывающей промышленности 121

CONTENTS

BIOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FORESTRY

- Bochkova I.Yu., Khokhlacheva Yu.A., Bayeva A.V.**
Coniferous species composition study in the Boulevard Ring, Moscow 5
- Dovganyuk A.I., Dovganyuk E.S.**
Stable ground cover formation in a metropolis 13
- Levandovskaya N.A., Rysin S.L.**
Experience of recreational potential evaluation of forest-park territories in complex relief conditions
on example of Mountain park (Bratislava, Slovak Republic) 21

LANDSCAPE ARCHITECTURE

- Meer T.P., Gushchina E.A., Babaeva E.Yu., Trusov N.A.**
Evaluation on ornamental characteristics of genus *Crataegus* L. in the N.V. Tsitsin arboretum Main Botanical Garden of RAS
and selection of promising species in greenining in conditions of metropolis 29
- Dormidontova V.V., Belkin A.N.**
The new or wrong forgotten original in landscape architecture of XX and the beginning of XXI century 37
- Frolova V.A., Chernyshenko O.V., Safullin I.Sh.**
Assessment and prospects for the use of archival collections Valentinovsky nursery of Mytishchi department
of Bauman Moscow State Technical University 44
- Popova A.A.**
Current condition of planting and the parking zone spatial structure of A.N. Kraft's manor in Korolev city 52
- Grevtsova V.V., Leonova V.A.**
Studying of grassland vegetation of Sacred and Spassky Convent in Kostomarovo Voronezh region 64
- Varlamova M.V.**
Historical aspect of development of the landscape and environmental framework of the city of Pushchino, Moscow region 72

FORESTRY MECHANIZATION

- Karpachev S.P., Zaprudnov V.I., Bykovskiy M.A.**
The simulation of mobile chippers with soft containers 79

CHEMICAL PROCESSING OF WOOD

- Kolesnikov G.N., Kantyshev A.V., Zaitseva M.I., Gavrilov T.A., Nikonova Yu.V.**
Convective seasoning of small thickness aspen workpieces: model and experiments 87
- Pasztory Z., Horvath N., Borcsok Z., Sanaev V.G., Gorbacheva G.A.**
Thermal conductivity change in spruce and poplar wood after heat treatment 95
- Martiyanova O.S., Govyazin I.O.**
Analogues-grades of polyvinyl alcohol comparison and its effect on print paper properties 101

MATH MODELING

- Vetoshkin A.M., Shum A.A.**
Matrix expressions defining the oblique projector 107
- Laskovaya T.A., Rybnikov K.K., Chernobrovina O.K.**
On some possibilities of supporting the reading of the classical course of algebra with real applications
in the field of cryptography for students of junior courses of technical universities 114

ECONOMY

- Aminova G.A., Solodova A.D.**
Role of small business in manufacturing industry 121

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА ХВОЙНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БУЛЬВАРНОГО КОЛЬЦА ГОРОДА МОСКВЫ

И.Ю. Бочкова¹, Ю.А. Хохлачева², А.В. Баева¹

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

²ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук» (ГБС РАН), 127276, Москва, Ботаническая ул., д. 4

frog-flower@yandex.ru

Зеленые насаждения всегда играли очень важную роль в жизни людей. Но в городских условиях зеленые насаждения испытывают сильные неблагоприятные воздействия от всех видов человеческой деятельности. Поэтому на объектах ландшафтной архитектуры должны произрастать те виды и культивары, которые были бы устойчивыми к этим неблагоприятным воздействиям. На сегодняшний день среди деревьев и кустарников, произрастающих на объектах озеленения в городе Москве (и в других городах России), преобладают лиственные породы. Но для обогащения ассортимента с целью повышения декоративности этих объектов необходимо включать в номенклатуру хвойные деревья и кустарники. Хвойные породы, как правило, более чувствительны к неблагоприятным воздействиям, поэтому основная задача — отобрать наиболее устойчивые виды и культивары хвойных деревьев и кустарников, которые оказались бы перспективными для использования их на городских объектах ландшафтной архитектуры. Чтобы решить эту задачу, были проведены исследования, в ходе которых был проанализирован ассортимент хвойных деревьев и кустарников, произрастающих на территории Центрального административного округа города Москвы. В результате был предложен ассортимент видов и сортов хвойных деревьев и кустарников, которые можно использовать на объектах ландшафтной архитектуры. Было проведено обследование 10 бульваров, входящих в Бульварное кольцо города Москвы, а также были обследованы Новодевичинский и Устьинский скверы на предмет выявления существующего ассортимента и определения категории состояния хвойных деревьев и кустарников, произрастающих на этих объектах. Итогом работы стало составление списка хвойных деревьев и кустарников, которые можно использовать на городских объектах ландшафтной архитектуры. Этот список включает в себя 10 видовых хвойных растений и 26 культиваров, которые будут перспективны для выращивания в условиях городской среды.

Ключевые слова: Бульварное кольцо, озеленение города, древесно-кустарниковые насаждения, Москва, бульвар

Ссылка для цитирования: Бочкова И.Ю., Хохлачева Ю.А., Баева А.В. Исследование видового состава хвойных видов растений на территории Бульварного кольца города Москвы // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 5–12. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-5-12

В Москве, как и в других крупных городах России, остро стоит проблема дифференцированного использования древесных растений различных экологических свойств в зависимости от экологической специфики объектов озеленения (микrokлимата, техногенной загрязненности, эдафических условий, рекреационной нагрузки) [1, 2].

Цель работы

Городские посадки растений, включающие в себя деревья и кустарники, произрастающие в скверах, на бульварах и улицах, подвержены сильному влиянию различных антропогенных факторов [3]. Изучение жизнедеятельности растений в таких условиях является актуальной задачей, так как растения выполняют важные санитарно-гигиенические и эстетические функции в современной урбанизированной среде [4]. В настоящее время научных данных, посвященных исследованиям жизненного состояния посадок хвойных растений в городе, недостаточно, поэтому необходимы исследования, которые позволят пополнить ассортимент хвойных деревьев и кустарников для городского озеленения [5].

Материалы и методы

Видовой состав зеленого фонда Москвы представлен в основном 24 видами древесно-кустарниковых растений [6]. Наиболее часто в линейных посадках, а также во внутриворонных насаждениях встречается липа (32 %). К числу популярных для использования в озеленении пород также можно отнести тополь (11,7 %), клен ясенелистный (13,9 %), ясень пенсильванский (14,1 %) и клен остролистный (9,2 %) [4, 7].

Весьма неоднороден видовой состав озеленительных посадок в различных административных округах. Наиболее богат он в Центральном округе — здесь выявлено 19 основных видов древесно-кустарниковых растений, преобладающими среди которых являются, также как и в целом по Москве, липа, ясень пенсильванский и клен ясенелистный. Существенно реже, чем по всей Москве, здесь встречается тополь [4]. Хвойных деревьев и кустарников на объектах озеленения практически нет.

В ходе исследования были проведены обследования территории 10 бульваров, которые входят в Бульварное кольцо города Москва [8–10].

Показатели ассортимента бульварных посадок хвойных
Indicators range of boulevard conifer plantings

Бульвары и скверы	Площадь под озеленение, м ²	Общее количество деревьев, шт.	Количество хвойных деревьев, шт. (%)	Общее количество кустарников, шт.	Количество хвойных кустарников, шт. (%)	Ассортимент
Гоголевский	21750	573	7 (1,2%)	1471	1 (0,07%)	Ель колючая, туя западная, можжевельник казацкий
Никитский	14310	226	–	507	–	Лиственница сибирская, ель колючая, туя западная
Тверской	29625	1068	18 (1,7%)	746	–	Лиственница сибирская, ель колючая, туя западная
Страстной	30200	555	20 (3,6%)	1601	1 (0,06%)	Ель колючая, ель колючая Glauca, ель обыкновенная, можжевельник казацкий, сосна горная, сосна обыкновенная
Петровский	8625	214	–	255	–	–
Рождественский	5400	172	–	462	–	–
Сретенский	3852	302	–	719	–	–
Чистопрудный	17400	869	6 (0,7%)	1328	36 (2,7%)	Ель колючая, ель колючая Glauca
Покровский	8850	419	–	228	–	–
Яузский	5050	131	–	45	–	–
Устьинский сквер	17500	301	52 (17,2%)	1623	73 (4,5%)	Ель колючая, ель колючая Glauca, лиственница сибирская, сосна Веймутова, можжевельник казацкий
Новопушкинский сквер	5903	150	6 (4%)	92	–	Лиственница сибирская

Выявлено, что на территории обследованных объектов озеленения преобладают лиственные деревья и кустарники в различных типах насаждений (рядовая и одиночная посадки, аллеи, группы).

В 2014 г. сотрудниками Московского государственного университета леса Н.К. Беловой и Д.А. Беловым была проведена оценка состояния древесно-кустарниковых насаждений, произрастающих на территории бульваров, расположенных на Бульварном кольце. Результаты были изложены в статье [11]. Особое внимание в ходе исследования уделялось выявлению заболеваний [12].

В ходе проведенного исследования были получены данные, которые позволяют утверждать, что состояние растений можно признать удовлетворительным. Однако, несмотря на то, что большая часть исследуемых растений можно отнести к категориям состояния 1 и 2, экземпляров, которые можно было бы отнести к категории состояния 0, — нет.

В 2016–2017 гг. на территории бульваров, расположенных на Бульварном кольце, было проведено натурное обследование территории с целью выявления состояния существующих хвойных деревьев и кустарников (их количество, ассортимент, категория состояния, возраст) [13].

Результаты и обсуждение

По результатам проведенного обследования для каждого из выбранных объектов было проанализировано соотношение хвойных деревьев к общему количеству деревьев, соотношение хвойных кустарников к общему количеству кустарников, были рассмотрены и учтены типы посадок, в которых присутствуют хвойные растения. В результате были обобщены полученные данные, которые свели в единую таблицу.

Из таблицы видно, что в озеленении Бульварного кольца используется очень ограниченный ассортимент хвойных деревьев и кустарников и состоит он из 7 видов деревьев (ель обыкновенная, ель колючая, сосна Веймутова, сосна обыкновенная, сосна горная, лиственница сибирская, туя западная), одного сорта ели колючей Glauca и одного вида кустарников (можжевельник казацкий) [14].

В ходе исследования была проведена комплексная оценка состояния хвойных деревьев и кустарников на территории Бульварного кольца. Результат оценки представлен на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что большая часть хвойных растений относится к категориям состояния «Ослабленные» и «Сильно ослабленные» и толь-

ко на территории Устьинского сквера наблюдаются растения в достаточном количестве — 28,8% от общего количества хвойных деревьев и 37,0% от общего количества хвойных кустарников, которые можно отнести к категории состояния «Без признаков ослабления».

Городские бульварные посадки растений, включающие в себя деревья и кустарники, произрастающие в скверах, на бульварах и улицах, подвержены сильному влиянию различных антропогенных факторов. Изучение жизнедеятельности растений в таких условиях является актуальной задачей, так как растения выполняют важные санитарно-гигиенические и эстетические функции в современной урбанизированной среде. В настоящее время научных данных, посвященных исследованиям жизненного состояния бульварных посадок хвойных, недостаточно, поэтому необходимы исследования, которые помогут восполнить сведения и позволят сформулировать и обосновать меры по повышению устойчивости хвойных пород, а также повысить эффективность городского озеленения.

Общие визуальные наблюдения за современным состоянием бульварных посадок хвойных в Москве позволяют отметить значительное количество ослабленных (102 экземпляра) и сильно ослабленных деревьев (38 экземпляров). Часть деревьев имеет сухие и отмирающие ветви, механические повреждения, пожелтевшую хвою. В ряде случаев у деревьев отмечено искривление стволов, суховершинность, изреживание и однобокость крон. На многих объектах хвоя покрыта густым налетом пыли. Газоны, на которых произрастают деревья, покрыты слоем пыли; не везде присутствует живой напочвенный покров. В некоторых местах он загрязнен различным мусором.

На основании проведенного анализа изученные породы на территории Бульварного кольца по степени устойчивости к воздействию среды можно разделить на:

– среднеустойчивые (сосна горная, ель колючая, ель колючая *Glauca*, лиственница сибирская, можжевельник казацкий);

– слабоустойчивые (сосна обыкновенная, сосна горная, туя западная).

Сосна Веймутова, которая высажена в Устьинском сквере, из-за малого количества экземпляров не позволяет отнести ее к какой-либо категории устойчивости даже условно.

В целом устойчивость хвойных следует признать относительно слабой, так как почти половина деревьев находится в неудовлетворительном состоянии, а здоровыми являются около трети от общего числа.

В условиях современных городов растениям

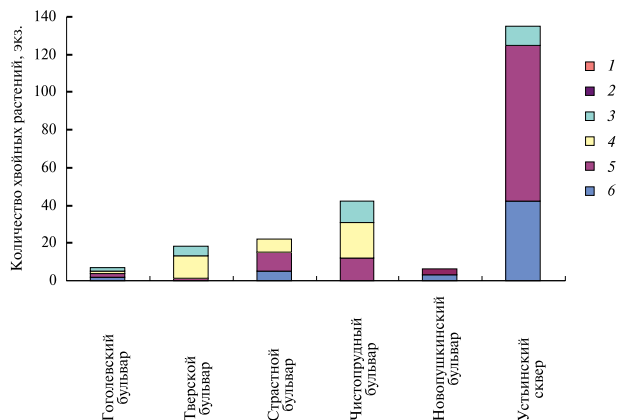


Рис. 1. Распределение хвойных растений по категориям состояния: 1 — сухой прошлой года (отсутствует); 2 — сухой текущего года; 3 — усыхающие; 4 — сильно ослабленные; 5 — ослабленные; 6 — без признаков ослабления

Fig. 1. The distribution of coniferous plants by state categories: 1 — last year's dead wood (absent); 2 — current year dead wood; 3 — drying out; 4 — strongly weakened; 5 — weakened; 6 — no signs of weakening

становится все сложнее проявлять свои защитные свойства, поскольку им приходится бороться за собственное выживание под давлением внешних неблагоприятных факторов, усиливающихся в связи с урбанизацией и с увеличением в городах транспортных потоков.

Основными причинами болезней и гибели растений в городе, не считая механических повреждений стволов и корней, являются недостаток влаги, недостаточная освещенность, неблагоприятные почвенные условия, засоление и загрязнение почвы тяжелыми металлами и избыточное загрязнение атмосферы, но в первую очередь — переуплотнение почвы и вследствие этого уменьшение порозности почвы.

Часто взрослые деревья не выдерживают резкого изменения условий, в которых они росли всю свою жизнь, например, возникшего затенения из-за построенного высотного здания или резкого понижения уровня грунтовых вод, связанного с рытьем котлована на расстоянии 100–200 м либо с уплотнением почвы от возникшей под деревьями стихийной парковки автомобилей. Молодые экземпляры, как правило, лучше приспособляются к переменам.

А вот при замене погибших насаждений необходимо в первую очередь подбирать устойчивые к городским условиям породы. Вопрос этот изучался с тех пор, как возникли первые города. И теперь известно, что в городе не стоит сажать капризную ель обыкновенную, требовательную к почвенным условиям и влаге, не переносящую загазованного воздуха. Негазостойкая и сосна обыкновенная, хотя нетребовательна к почвенным условиям и является очень морозостойкой

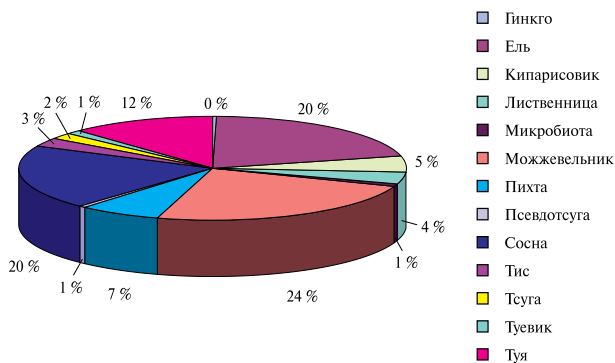


Рис. 2. Распределение ассортимента по количеству видов и сортов хвойных пород

Fig. 2. The distribution of the range by the number of species and varieties of conifers

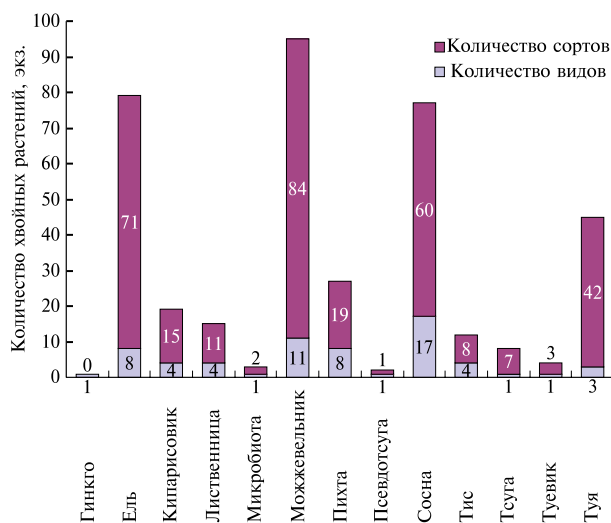


Рис. 3. Виды и сорта, представленные Ассоциацией производителей посадочного материала

Fig. 3. Species and varieties presented by the Nurserystock Association

породой. Возле оживленных магистралей и в центре города не ее место.

Туя западная и ель колючая переносят задымленность и загазованность городской атмосферы лучше других вечнозеленых хвойных пород, очень морозостойки; ель колючая также засухоустойчива, но требовательна к свету; туя же, наоборот, одна из самых теневыносливых пород, но не любит пересыхания почвы [15]. А вот лиственница сибирская и европейская — чемпион по выживанию в городских условиях. Недаром она одна из всех хвойных выживает на вечной мерзлоте. Ее засухоустойчивости, дымо- и газоустойчивости способствует осенний сброс хвои. Вместе с хвоей растение ежегодно расстается с накопленными в тканях хвоинок вредными веществами. У вечнозеленых хвойных растений накопление в хвое загрязнителей идет столько лет, сколько живет хвоя. Это, конечно, оказывает негативное влияние

на жизнь растения. При выборе места для посадки лиственницы необходимо учесть ее исключительное светолюбие. Довольно устойчивы к городской среде и можжевельники, особенно можжевельник казацкий. Плохо переносит загазованность можжевельник обыкновенный [7].

Был проанализирован ассортимент хвойных растений, представленных отечественными питомниками, и систематизирован в издании «Каталог древесных растений, выращиваемых АППМ» [16, 17].

Всего в Каталоге представлено 13 родов (гинкго, ель, кипарисовик, лиственница, микробиота, можжевельник, пихта, псевдотсуга, сосна, тис, тсуга, туя), 64 вида и 323 сорта (в соответствии с рис. 2, 3).

Как видно из представленных диаграмм (в соответствии с рис. 2 и 3) видно, что большее количество видов и сортов наблюдается у представителей таких родов, как можжевельник (11 видов, 84 сорта), ель (8 видов, 71 сорт), а также туя (3 вида, 42 сорта) и сосна (17 видов, 60 сортов). Наименьшее количество видов и сортов обнаруживается у таких родов, как гинкго (1 вид), туевик (1 вид, 3 сорта), тсуга (1 вид, 7 сортов), псевдотсуга (1 вид, 1 сорт), лиственница (4 вида, 11 сортов), кипарисовик (4 вида, 15 сортов), микробиота (1 вид, 2 сорта).

Из ассортимента, представленного Ассоциацией производителей посадочного материала, был отобран ассортимент хвойных деревьев и кустарников, перспективных для выращивания в условиях города. На основе предложенного ассортимента были разработаны древесно-кустарниковые группы, которые можно использовать на объектах озеленения города.

В результате проведенной работы был выбран ассортимент, включающий 10 видовых хвойных растений и 26 культиваров хвойных растений, которые являются перспективными для выращивания в условиях городской среды: ель колючая и ее культивары Bialobok, Baby Blue Eyes, Glauca Globosa, Maigold, Montgomery, Procumbens; ель сибирская и ее культивар Glauca; лиственница европейская, лиственница сибирская и ее культивар Diana; можжевельник казацкий и его культивары Femina, Rockery Gem, Variegata; пихта одноцветная и ее культивар Violaceae; сосна горная и ее культивары Carsten Wintergold, Humpy, Gnom, Mops, Varella, Winter Gold, Mugo, Pumila; сосна румелийская; туя западная и ее культивары Brabant, Golden Globe, Smaragd, Spiralis, Stolwijk, Sunkist.

На основе выбранного ассортимента хвойных деревьев и кустарников, которые (по мнению авторов статьи) можно использовать на объектах городского озеленения, были разработаны 3 древесно-кустарниковые группы. Их можно использовать не только на территории Бульварного

кольца (ЦАО, г. Москва), но и на других объектах ландшафтной архитектуры.

Анализ хвойных деревьев и кустарников в Москве (на территории Бульварного кольца) показал, что на объектах ландшафтной архитектуры преобладают такие типы посадок, как одиночные и групповые. Опираясь на натурные исследования, было принято решение разработать модули древесно-кустарниковых групп с включением древесных хвойных деревьев и кустарников 3 величины и карликовых видов и культиваров, отличающихся разным цветом хвои. При создании древесно-кустарниковых композиций учитывались:

1) *размер композиции*, учитывая, что каждая композиция должна быть ориентирована на определенную точку обзора (одну или несколько);

2) *оптимальное расстояние от наблюдателя*, рассчитанное на основе общепринятых правил садово-паркового строительства;

3) *точка восприятия композиции* с одной стороны, со всех сторон или угловая.

Древесно-кустарниковая композиция 1

Эта композиция может располагаться как около дороги или мест отдыха, так и на некотором удалении, например, на фоне газона. Композиция обладает высокими декоративными качествами и остается декоративной в течение всего года (рис. 4). В центре располагают сосну горную Carsten Wintergold с подушкообразной формой кроны. Хвоя длиной 3–5 см, летом зеленая, осенью приобретает ярко-желтую окраску. Это центр композиции. Далее размещают вокруг сосны можжевельник казацкий Femina (кустарник с приподнятыми и лежащими на земле побегами), а между можжевельником — сосну горную Varella. Это компактный сорт с округлой формой кроны и необычной, подкрученной хвоей.

Экологические особенности: требуется посадка в хорошо освещенном месте; используемые растения не выносят избыточного увлажнения.

Декоративные особенности: это древесно-кустарниковая композиция кругового обзора.

Общая площадь группы: 160 м².

Оптимальное расстояние для обзора: 1–10 м.

Древесно-кустарниковая композиция 2

Центр композиции — две ели колючие примерно одной высоты, но разной формы кроны и разной по цвету хвои (рис. 5). В самом центре располагают культивар Bialobok, медленно растущий, с нерегулярной формой кроны. Хвоя толстая, жесткая, колючая, длиной до 3 см, серебристо-голубая; молодые приросты кремово-желтые. Чуть правее культивар Maigold с нерегулярной конической формой кроны и золотисто-желтыми молодыми приростами, которые постепенно зеленеют. Наибольшей декоративности эти культивары приобретают весной, когда

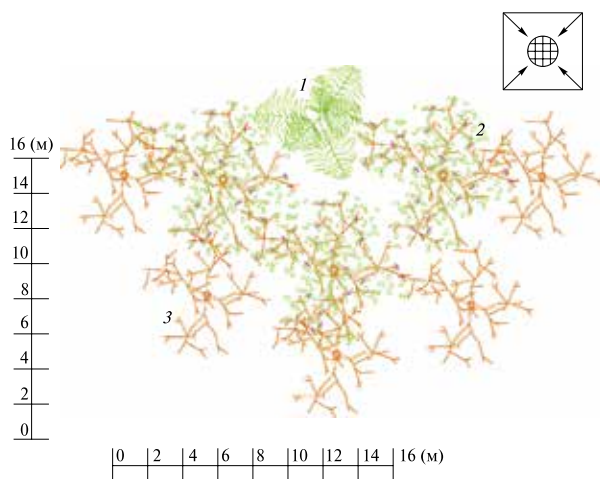


Рис. 4. Древесно-кустарниковая композиция 1: 1 — сосна горная Carsten Wintergold; 2 — можжевельник казацкий Femina; 3 — сосна горная Varella

Fig. 4. Wood-shrub composition 1: 1 — mountain pine Carsten Wintergold; 2 — savin Femina; 3 — mountain pine Varella

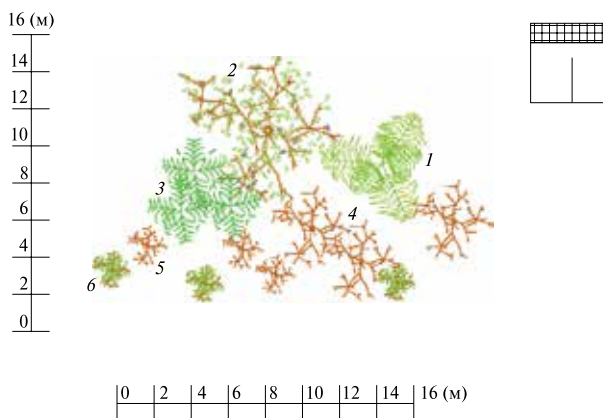


Рис. 5. Древесно-кустарниковая композиция 2: 1 — ель колючая Maigold; 2 — ель колючая Bialobok; 3 — пихта одноцветная Violaceae; 4 — барбарис оттавский; 5 — можжевельник казацкий Rockery Gem; 6 — сосна горная Varella

Fig. 5. Wood-shrub composition 2: 1 — blue spruce Maigold; 2 — spruce spiny Bialobok; 3 — common fir Violaceae; 4 — Ottawa barberry; 5 — savin Rockery Gem; 6 — mountain pine Varella

их хвоя окрашена в золотисто-желтые цвета. Около ели Bialobok размещают пихту одноцветную Violaceae: очень декоративный культивар с голубоватой хвоей, которая контрастно будет выделяться на фоне елей и в высоту во взрослом возрасте достигает до 2 м. На среднем плане размещают лиственный кустарник — барбарис оттавский с ярко-пурпурной листвой, чтобы разбавить монотонность хвойных растений. По краю распределяют сосну горную Varella с округлой формой кроны и можжевельник Rockery Gem с густой равномерной плоской кроной и голубовато-зеленой хвоей.

Экологические особенности: требуется посадка на хорошо освещенном участке; используемые растения не выносят избыточного увлажнения.

Декоративные особенности: это древесно-кустарниковая композиция одностороннего обзора.

Общая площадь группы: 360 м².

Оптимальное расстояние для обзора: 1–20 м.

Древесно-кустарниковая композиция 3

На заднем плане размещают тую западную Sunkist с плотной конической формой кроны и золотисто-желтой хвоей. Между туями находится видовой можжевельник казацкий, который резко выделяется на фоне золотистой туи. На переднем плане располагают карликовую сосну горную Humpry с очень компактной формой кроны и зеленой хвоей и сосну горную Varella (рис. 6).

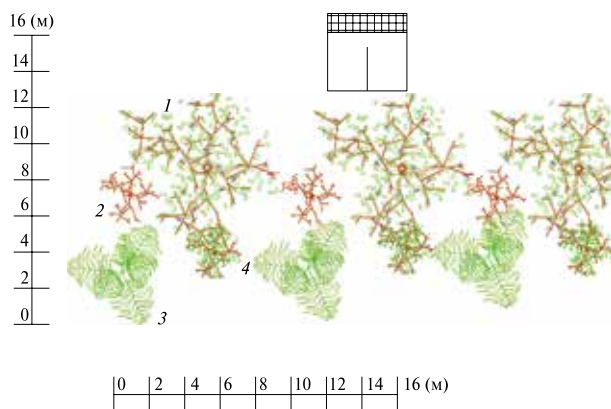


Рис. 6. Древесно-кустарниковая композиция 3: 1 — туя западная Sunkist; 2 — можжевельник казацкий; 3 — сосна горная Varella; 4 — сосна горная Humpry

Fig. 6. Wood-shrub composition 3: 1 — thuja occidentalis Sunkist; 2 — savin; 3 — mountain pine Varella; 4 — Humpry Mountain Pine

Экологические особенности: требуется посадка на хорошо освещенном участке; используемые растения не выносят избыточного увлажнения.

Декоративные особенности: это ритмичная группа одностороннего обзора.

Общая площадь группы: 270 м².

Оптимальное расстояние для обзора: 1–15 м.

Выводы

В озеленении Бульварного кольца используется очень ограниченный ассортимент хвойных деревьев и кустарников и составляет 7 видов деревьев (ель обыкновенная, ель колючая, сосна Веймутова, сосна обыкновенная, сосна горная, лиственница сибирская, туя западная), один сорт (ель колючая Glauca) и всего один вид кустарников (можжевельник казацкий).

Большая часть хвойных растений относится к категориям состояния «Ослабленные» и «Сильно ослабленные», и только на территории Устьинского сквера наблюдаются растения в

достаточном количестве — 28,8 % от общего количества хвойных деревьев и 37,0 % от общего количества хвойных кустарников, которые можно отнести к категории состояния «Без признаков ослабления».

На территории Бульварного кольца хвойные растения высажены в соответствии с тремя типами посадок: рядовой, одиночный и групповой. Преобладает групповой тип посадки и составляет 47 %. Далее отмечается одиночный тип посадки и занимает 43 %. На третьем месте — рядовая посадка; такой тип посадок хвойных занимает 10 %.

На основании проведенного анализа изученные породы на территории Бульварного кольца по степени устойчивости к воздействию среды можно разделить на:

- среднеустойчивые (сосна горная, ель колючая и ель колючая Glauca, лиственница сибирская, можжевельник казацкий);
- слабоустойчивые (сосна обыкновенная и сосна горная, туя западная).

В результате проведенной работы был выбран ассортимент, включающий 10 видовых хвойных растений и 26 культиваров хвойных растений, которые являются перспективными для выращивания в условиях городской среды.

На основе выбранного ассортимента хвойных деревьев и кустарников, которые (по мнению авторов статьи) можно использовать на объектах городского озеленения, были разработаны 3 древесно-кустарниковые группы. Их можно использовать не только на территории Бульварного кольца (ЦАО, г. Москва), но и на других объектах ландшафтной архитектуры.

Список литературы

- [1] Якушина Э.И. Древесные растения в озеленении Москвы. М.: Наука, 1982. 336 с.
- [2] Рысин С.Л., Кобяков А.В. Новый подход к проектированию рекреационных искусственных насаждений для урбанизированных территорий // Древесные растения: фундаментальные и прикладные исследования / отв. ред. А.С. Демидов. М.: Экслибрис-Пресс, 2013. С. 83–92.
- [3] Герасимов А.О. Устойчивость хвойных пород в уличных посадках Санкт-Петербурга: дисс. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 2003. 181 с.
- [4] Состояние зеленых насаждений в Москве. URL: http://www.dpioos.ru/eco/ru/green_planting/n_270?change (дата обращения 01.12.2018).
- [5] Таран С.С., Колганова И.С. Методологические аспекты оценки результатов интродукции древесных растений для целей озеленения // Фундаментальные исследования, 2013. № 11–9. С. 1892–1896.
- [6] Аксенов Е.С., Аксенова Н.А. Декоративные растения // Энциклопедия природы России. Т. 1: Деревья и кустарники. М.: АЕО/АВФ, 1997. С. 425–430.
- [7] Зайтова И.Л. Декоративные древесные группы. Альбом для садового дизайнера. М.: Глобус, 2005. 49 с.

- [8] Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение, 1989. № 4. С. 51–57, 97.
- [9] Митрофанов А.Г. Прогулки по старой Москве. Бульварное кольцо. М.: Ключ-С, 2015. 256 с.
- [10] Скрыпник Л. Бульварное кольцо. М.: Изд. дом «Фома», 2014. 24 с.
- [11] Белов Д.А., Белова Н.К. Состояние древесных насаждений на территории Бульварного кольца // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2015. Т. 19. № 1. С. 152–161.
- [12] Бульвар. Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B0%D1%80> (дата обращения 30.10.2018).
- [13] Булыгин Н.Е. Дендрология. Л.: Агропромиздат, 1991. 352 с.
- [14] Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / отв. ред. А.С. Демидов. М.: Наука, 2005. С. 451–468.
- [16] Каталог древесных растений, выращиваемых в питомниках АППМ. М.: АППМ, 2017. 432 с.
- [15] Любавская А.Я., Виноградова О.Н. Селекционная оценка древесных растений, применяемых для озеленения г. Москвы. М.: МГУЛ, 2006. 126 с.
- [17] Муратова Д.А. Изучение состояния цветочного оформления Бульварного кольца Москвы: дисс. ... магистра ландшафтной архитектуры. М., 2017. 66 с.

Сведения об авторах

Бочкова Ирина Юрьевна — канд. с.-х. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), frog-flower@yandex.ru

Хохлачева Юлия Анатольевна — научный сотрудник, ФГБУН «Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН», jusic-la@yandex.ru

Баева Анжелика Валерьевна — магистрант МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), frog-flower@yandex.ru

Поступила в редакцию 09.01.2019.

Принята к публикации 25.04.2019.

CONIFEROUS SPECIES COMPOSITION STUDY IN THE BOULEVARD RING, MOSCOW

I.Yu. Bochkova¹, Yu.A. Khokhlacheva², A.V. Bayeva¹

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

²The N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, 4, Botanicheskaya st., 127276, Moscow, Russia

frog-flower@yandex.ru

Green spaces have always played a very important role in people's lives. But in urban areas the green areas are experiencing adverse effects from all kinds of human activity. Therefore, the objects of landscape architecture, primarily and for the most part, should grow those species and cultivars that would be resistant to these most adverse effects. Today among the trees and bushes growing at the gardening objects in Moscow (and in other cities of Russia), the deciduous breeds prevail. But for enrichment of the range, for the purpose to increase a decorative effect of these objects, it is necessary to include coniferous trees and bushes in the range. But conifers are usually more sensitive to the adverse effects of all human activities, so our task is to select the most sustainable species and cultivars of coniferous trees and shrubs that would be promising for use in urban landscape architecture. To solve this problem, a study was conducted, during which the range of coniferous trees and shrubs growing in the territory of the Central administrative district of Moscow was analyzed. As a result, an assortment of species and varieties of coniferous trees and shrubs that can be used on the objects of landscape architecture was proposed. We conducted a survey of 10 boulevards included in the Boulevard ring of Moscow, as well as that we examined Novopushkinsky and Ustyinsky squares to identify the existing range and determine the category of coniferous trees and shrubs growing in these sites. As a result of the work carried out, an assortment of coniferous trees and shrubs growing on the selected objects was identified. The result of our work was the compilation list of coniferous trees and shrubs that can be used in urban objects of landscape architecture. This list includes 10 species of coniferous plants and 26 cultivars, which will be promising for cultivation in an urban environment.

Keywords: Boulevard Ring, city landscaping, trees and shrubs, Moscow, boulevard

Suggested citation: Bochkova I.Yu., Khokhlacheva Yu.A., Bayeva A.V. *Issledovanie vidovogo sostava khvoynnykh vidov rasteniy na territorii Bul'varnogo kol'tsa goroda Moskvy* [Coniferous species composition study in the Boulevard Ring, Moscow]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 5–12.

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-5-12

References

- [1] Yakushina E.I. *Drevesnyye rasteniya v ozelenenii Moskvy* [Woody plants in the greening of Moscow]. Moscow: Nauka, 1982, 336 p.
- [2] Rysin S.L., Kobayakov A.V. *Novyy podkhod k proektirovaniyu rekreatsionnykh iskusstvennykh nasazhdeniy dlya urbanizirovannykh territoriy* [New approach to the design of recreational artificial plantations for urbanized areas]. *Drevesnye rasteniya: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya* [Woody plants: basic and applied research]. Ed. A.S. Demidov. Moscow: Exlibris-Press, 2013, pp. 83–92.

- [3] Gerasimov A.O. *Ustoychivost khvoynykh porod v ulichnykh posadkakh Sankt-Peterburga. Diss. ... kand. biol. nauk* [Stability of coniferous species in street plantings of St. Petersburg. Diss. ... Cand. Sci. (Biol.)]. Sankt-Peterburg, 2003, 181 p.
- [4] *Sostoyaniye zelenykh nasazhdeniy v Moskve* [State of green spaces in Moscow]. Available at: http://www.dpioos.ru/eco/ru/green_planting/n_270?change (accessed 01.12.2018).
- [5] Taran S.S., Kolganova I.S. *Metodologicheskiye aspekty otsenki rezultatov introduktsii drevesnykh rasteniy dlya tseley ozeleneniya* [Methodological aspects of evaluation of the results of introduction of woody plants for landscaping purposes]. *Fundamentalnyye issledovaniya* [Fundamental research], 2013, no. 11–9, pp. 1892–1896.
- [6] Aksenov E.S., Aksenova N.A. *Dekorativnyye rasteniya* [Ornamental plants]. *Entsiklopediya prirody Rossii. T. 1: Derevia i kustarniki* [Encyclopedia of Russian nature. T. 1. Trees and shrubs]. Moscow: AEO/ABF, 1997, pp. 425–430.
- [7] Zaitova I.L. *Dekorativnyye drevesnyye gruppy. Al'bom dlya sadovogo dizaynera* [Decorative wood panel. Album for garden designer]. Moscow: Globus, 2005, 49 p.
- [8] Alekseyev V.A. *Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derevyev i drevostoyev* [Diagnostics of the state of life of trees and tree stands]. *Lesovedeniye* [Forest Science], 1989, no. 4. pp. 51–57, 97.
- [9] Mitrofanov A.G. *Progulki po staroy Moskve. Bulvarnoye koltso* [Walking through the old Moscow. Boulevard ring]. Moscow: Klyuch-S, 2015, 256 p.
- [10] Skrypnik L. *Bulvarnoye koltso* [Boulevard ring]. Moscow: Izd. dom «Foma», 2014, 24 p.
- [11] Belov D.A., Belova N.K. *Sostoyaniye drevesnykh nasazhdeniy na territorii Bulvarnogo koltsa* [Condition of tree plantations on the territory of the Boulevard ring]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2015, t. 19, no. 1, pp. 152–161.
- [12] *Bulvar. Vikipediya* [Boulevard. Wikipedia]. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B0%D1%80> (accessed 30.10.2018).
- [13] Bulygin N.E. *Dendrologiya* [Dendrology]. Leningrad: Agropromizdat, 1991, 352 p.
- [14] *Drevesnyye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN: 60 let introduktsii* [Woody plants Of the main Botanical garden. N.V. Tsitsina RAS: 60 years of introduction] / Ed. A.S. Demidov. Moscow: Nauka, 2005, pp. 451–468.
- [15] Lyubavskaya A.Ya., Vinogradova O.N. *Selektsionnaya otsenka drevesnykh rasteniy. primenyayemykh dlya ozeleneniya g. Moskvy* [Selection evaluation of woody plants used for landscaping in Moscow]. Moscow: MGUL, 2006, 126 p.
- [16] *Katalog drevesnykh rasteniy, vyrashchivaemykh v pitomnikakh APPM* [Catalog of woody plants grown in APPM nurseries]. Moscow: APPM, 2017, 432 p.
- [17] Muratova D.A. *Izucheniye sostoyaniya tsvetochnogo oformleniya Bulvarnogo koltsa Moskvy. Diss. ... magistr land. arh.* [Study of the state of floral design of the Boulevard ring of Moscow. Diss. ... Master of Landscape Arch.]. Moscow, 2017, 66 p.

Authors' information

Bochkova Irina Yur'yevna, — Cand. Sci. (Agricultural), Assoc. Prof. BMSTU (Mytishchi branch), frog-flower@yandex.ru

Khokhlacheva Yuliya Anatol'yevna — Researcher, The N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, jusic-la@yandex.r

Bayeva Anzhelika Valer'yevna — Master graduand of BMSTU (Mytishchi branch), frog-flower@yandex.ru

Received 09.01.2019.

Accepted for publication 25.04.2019.

ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВЫХ НАПОЧВЕННЫХ ПОКРОВОВ В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА

А.И. Довганюк, Е.С. Довганюк

ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 127550, Москва, Тимирязевская ул., д. 49

alexadov@mail.ru

Представлены предложения по использованию культур сныти обыкновенной и яснотки белой для формирования устойчивых напочвенных покровов в условиях мегаполиса. Эти культуры по результатам лабораторных опытов обладают высокой аллелопатической активностью. Они угнетают рост и развитие проростков клевера (белого и красного), а также райграса пастбищного — культур, которые часто используются при формировании луговых газонов.

Ключевые слова: аллелопатия, напочвенный покров, биотест, мегаполис, стратегия роста, ценотические взаимодействия

Ссылка для цитирования: Довганюк А.И., Довганюк Е.С. Формирование устойчивых напочвенных покровов в условиях мегаполиса // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 13–20.
DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-13-20

В современном мегаполисе присутствует большое количество территорий и объектов, классическое озеленение которых осложнено. Это связано в первую очередь с наличием густой тени (теневые колодцы дворов, старовозрастные насаждения и т. д.), а также с негативным влиянием урбанизированной среды в целом [1, 2].

Для формирования напочвенных покровов таких территорий рекомендуют к использованию ряд дикорастущих видов, которые давно и успешно произрастают в этих сложных экологических условиях.

Данные виды обладают определенными конкурентными преимуществами, что позволяет им успешно конкурировать с другими дикоросами, а также вытеснять классические декоративные растения, в том числе газонные травы. Взаимоотношения растений при совместном произрастании относятся к одним из самых сложных явлений природы. Они обусловлены сочетанием ряда абиогенных и биотических факторов, действующих в данный момент. Кроме того, эти взаимоотношения осложнены длительным последствием других факторов, которые вовсе могут отсутствовать в момент наблюдения. Одним из возможных вариантов взаимодействия между растениями является химическое взаимодействие, и этот вариант наиболее сложный.

Аллелопатия, как химическое взаимодействие растений, считается широко распространенным явлением, потому что каждое растение создает в своем окружении определенную биохимическую среду, благоприятную для одних и вредную для других видов. Именно за счет этой измененной биохимической среды в корневой зоне происходит получение конкурентного преимущества.

Вместе с тем эти дикорастущие многолетники обладают выраженным декоративным эффектом и образуют устойчивый травянистый напочвенный покров. Таким образом, аллелопатические взаимодействия в ценозе являются одним из факторов, обеспечивающих поддержание равновесия в экологических системах. Аллелопатия описывает закономерности взаимодействия растений посредством физиологически активных веществ [3].

Проблема аллелопатических взаимодействий в ценозах привлекает исследователей новыми возможностями, которые открывают использование конкурентных видов не только в луговых агроценозах, но и в разных видах цветочного оформления, в том числе за рубежом [4–7]. В вопросе формирования устойчивых напочвенных покровов подбор растений, обладающих как выраженными декоративными свойствами, так и поступательным развитием в ценозе, позволит сформировать в сложных городских условиях малоуходный и устойчивый напочвенный покров.

Цель работы

Целью работы было выявить ассортимент растений с наиболее выраженными аллелопатическими свойствами для использования их в целях озеленения затененных мест на дворовых территориях.

Материалы и методы

Одной из задач работы был поиск растений, обладающих выраженным патентным типом развития. Пациенты это крайне выносливые растения, они агрессивны в борьбе за существование. Этим растениям свойственен

физиолого-биохимический ответ на любые стресс-факторы. В первую очередь это связано с выделением веществ, обладающих токсическим действием, — кобинов [8, 9]. Крайне редко в естественной среде встречаются представители «первичных стратегий» [10–13]. У первичных типов стратегий существует множество переходных типов, которые называются вторичными стратегиями.

Для использования в устойчивых напочвенных покровах в городе необходим поиск растений, обладающих конкурентно-рудеральными свойствами. Такие растения обладают высокой продуктивностью, что связано с азотным статусом и интенсивным дыханием [14].

Объектами исследования являются следующие теневыносливые и тенелюбивые растения: сныть обыкновенная, будра плющелистная, яснотка белая, вербейник монетчатый (*Lysimachia nummularia*).

Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*) является гемикриптофитом. По типу стратегии виолент-рудерал или виолент-пациент. Многолетнее травянистое растение высотой 50–90 см. У него ползучее корневище с множеством подземных побегов. Стебли растения бороздчатые, полые, имеют разветвления в верхней части.

Будра плющелистная (*Glechoma hederacea*) — корневищный травянистый многолетник. Побег длиной до 60 см, стелющийся, укореняющийся в узлах стебель. Будра является геофитом и гемикриптофитом. Тип жизненной стратегии по Раменскому-Грайму виолент-пациент.

Яснотка белая (*Lamium album*) — травянистый многолетник, высотой до 50 см. Стебель растения прямостоячий, простой или ветвистый. Отличается длинными подземными побегами и плотным четырехгранным стеблем, который опушен шелковистыми волнистыми волосками. Весь стебель сизоватый. Тип жизненной стратегии виолент-рудерал.

Вербейник монетчатый (*Lysimachia nummularia*) — многолетнее травянистое растение с ползучими побегами до 60 см, укореняющимися в узлах. По типу жизненных стратегий — виолент-пациент [15].

В лабораторных опытах изучалась аллелопатическая активность вытяжек из сорных растений.

В качестве тест-объекта были взяты семена газонных трав: райграс пастбищный *Goalkeeper* (*Lolium perenne* L. *Goalkeeper*), клевер ползучий (белый) (*Trifolium repens*), клевер луговой (красный) (*Trifolium pratense*).

Подбор тест-объектов был связан с необходимостью выявления действия кобинов на ряд культур, уже произрастающих в искусственных ценозах в городе.

Экстрагирование физиологически активных веществ проводили по модифицированной методике А.М. Гродзинского [3] и А.Ф. Бухарова [9].

Для этого измельчали надземную часть растений (стебли, листья и соцветия) и настаивали в течение 24 часов при комнатной температуре в разных концентрациях в соотношениях навески и воды 1:10 (100 г сорняков на 1 л воды), 1:20 (50 г сорняков на 1 л воды), 1:40 (25 г сорняков на 1 л воды), 1:200 (5 г сорняков на 1 л воды).

В чашки Петри с фильтровальной бумагой раскладывали по 50 семян тест-культур. Фильтровальную бумагу увлажняли одинаковым количеством экстрактов из сорных растений (10 мл). В качестве контроля служили семена, прорастаемые на увлажненной водой фильтровальной бумаге. Повторность опыта — двукратная. Учет проводился на седьмые сутки. Лабораторную всхожесть семян, длину надземной и подземной части растений определяли согласно ГОСТ 12038–84 [16].

Результаты и обсуждение

В результате опыта установлено, что экстракты из сорных растений снижают лабораторную всхожесть семян в разной степени. Это обуславливается как видом сорного растения и тест-культуры, так и концентрацией раствора.

Сныть обыкновенная проявляет высокую аллелопатическую активность по отношению ко всем тест-культурам, однако наибольшее воздействие она имеет на клевера. У клевера белого и красного всходов не наблюдается во всех концентрациях, кроме концентрации раствора 1:200. По отношению к семенам райграса пастбищного сныть также проявляет высокую аллелопатическую активность, однако всходы все же наблюдаются во всех концентрациях, это дает нам вывод о том, что райграс наиболее устойчив к воздействию кобинов сныти из данных тест-культур.

Лабораторная всхожесть семян райграса пастбищного снижается на 91 % в концентрации экстракта сныти 1:10; на 60 % в концентрации 1:20; на 26 % в концентрации 1:40 и на 1 % в концентрации 1:200 по сравнению с контролем. Всхожесть семян клевера белого в концентрации экстракта сныти 1:200 снижается относительно контроля на 12 %. Всхожесть семян клевера красного в концентрации 1:200 уменьшается на 22 % по сравнению с контролем.

Экстракты из надземной части яснотки белой также отрицательно влияют на прорастание семян тест-культур. Клевер красный и клевер белый не прорастают в экстрактах яснотки, кроме минимальной концентрации 1:200. Их всхожесть снижается относительно всхожести семян в воде

**Аллелопатическое влияние сорных растений на лабораторную
всхожесть семян газонных трав**

Allelopathic effect of weeds on the laboratory germination of lawn grass seeds

Лабораторная всхожесть семян, %						
Тест-культура	Экстракт	Концентрация раствора				
		1:10	1:20	1:40	1:200	H ₂ O
Райграс пастбищный	Вербейник монетчатый	35	72	92	87	98
	Будра плющелистная	0	8	77	90	
	Сныть обыкновенная	7	38	72	97	
	Яснотка белая	0	8	27	87	
Клевер белый	Вербейник монетчатый	13	30	58	80	97
	Будра плющелистная	0	0	25	83	
	Сныть обыкновенная	0	0	0	85	
	Яснотка белая	0	0	0	88	
Клевер красный	Вербейник монетчатый	38	53	77	83	92
	Будра плющелистная	0	0	18	83	
	Сныть обыкновенная	0	0	0	70	
	Яснотка белая	0	0	0	78	

на 14 % у клевера красного и на 9 % у клевера белого соответственно. Влияние на райграс пастбищный менее выражено — всходы наблюдаются в трех минимальных концентрациях. Показатели всхожести семян райграса снижаются на 90 % в концентрации 1:20; на 71 % в концентрации 1:40 и на 11 % в концентрации 1:200 по сравнению с контролем.

Вытяжка из побегов будры плющелистной уменьшает лабораторную всхожесть семян клевера красного на 74 % в концентрации с соотношением 1:40 и на 9 % в соотношении 1:200 и клевера белого аналогично на 72 % в 1:40 и на 14 % в концентрации 1:200. При более высоких концентрациях экстракта из побегов будры плющелистной всходов тест-культур не наблюдается. В то же время у райграса пастбищного данный показатель снижается в трех концентрациях относительно контроля. На 90 % в растворе 1:20; на 21 % в 1:40 и на 8 % в 1:200.

Колины вербейника монетчатого проявляют наименьшую агрессивность относительно всех используемых в опыте культур. Показатели всхожести достаточно высоки и можно легко отследить динамику снижения всхожести. Процентное соотношение лабораторной всхожести тест-объектов на экстрактах вербейника и других культур представлено в табл. 1.

На всхожесть семян райграса пастбищного вербейник монетчатый оказывает минимальное воздействие. В концентрации раствора 1:10 всхожесть уменьшается на 63 %, в концентрации 1:20 на 26 %, 1:40 на 6 % и 1:200 на 11 % по сравнению с контролем.

На клевер белый экстракт вербейника монетчатого оказывает более ощутимое влияние, уменьшая значения всхожести на 84, 67, 39 и 17 % с уменьшением концентраций его экстракта. Аналогичная ситуация и с клевером красным, значения всхожести уменьшаются на 54, 39, 15 и 9 % по сравнению с контролем.

В результате данного исследования были сделаны промежуточные выводы:

- наиболее устойчив в ценозе райграс пастбищный по сравнению с клевером луговым и ползучим;
- из изученных объектов вербейник монетчатый (колины вербейника монетчатого) обладает наименьшим воздействием на тест-объекты;
- наиболее подавляющим эффектом обладают вытяжки из сныти обыкновенной и яснотки белой.

Результаты сочетаются с характером роста и развития данных растений. Сныть и яснотка вытесняют соседей, обладая характеристикой виолента-рудерала, а вербейник и будра способны развиваться в ценозе по стратегии рудерала-пациента.

Был проведен анализ морфологических показателей проростков тест-культур. Все экстракты во всех использованных концентрациях достоверно повлияли на показатели длины надземной части проростков, что видно из табл. 2. Для анализа достоверности использовался интервальный метод оценки.

Средние значения длины побега райграса пастбищного в экстракте вербейника монетчатого в концентрации 1:10 уменьшаются на 8,4 мм по сравнению с контролем. В концентрации 1:20

Т а б л и ц а 2

Длина надземной части тест-культур в экстрактах, мм
The top part length of the test cultures in extracts, mm

Тест-культура	Экстракт	Варианты опыта				
		Концентрация раствора				
		1:10	1:20	1:40	1:200	H ₂ O
Райграс пастбищный	Вербейник монетчатый	14,9 ± 2,5	16,9 ± 1,9	21,9 ± 0,4	27,1 ± 1,5	20,3 ± 1,1
	Будра плющелистная	0	5,4 ± 2,5	14,9 ± 1,5	18,4 ± 0,7	
	Сныть обыкновенная	8,5 ± 2,5	5,2 ± 1,3	13,4 ± 1,3	24,9 ± 1,3	
	Яснотка белая	0	1,8 ± 1,1	3,4 ± 1,2	25,6 ± 1,7	
Клевер белый	Вербейник монетчатый	2,6 ± 1,7	1,8 ± 0,5	10,1 ± 0,7	14,8 ± 0,8	12,5 ± 1,2
	Будра плющелистная	0	0	1,8 ± 0,6	9,2 ± 1,0	
	Сныть обыкновенная	0	0	0	4,8 ± 0,7	
	Яснотка белая	0	0	0	6,9 ± 1,1	
Клевер красный	Вербейник монетчатый	7,7 ± 1,5	8,2 ± 1,7	22,4 ± 1,4	24,7 ± 0,9	18 ± 1,7
	Будра плющелистная	0	0	5,4 ± 1,5	25,7 ± 1,8	
	Сныть обыкновенная	0	0	0	10,0 ± 1,5	
	Яснотка белая	0	0	0	20,5 ± 0,5	

показатели уменьшаются на 3,4 мм. Но в концентрациях 1:40 и 1:200 средние значения длины побега увеличиваются на 1,6 и 6,8 мм соответственно по сравнению с контролем.

В экстракте будры плющелистной длина побега уменьшается пропорционально увеличению концентрации раствора. В экстракте с концентрацией 1:20 средние значения уменьшаются на 14,9 мм, в концентрации 1:40 на 5,4 мм, а в 1:200 на 1,9 мм.

В экстракте сныти обыкновенной с концентрацией 1:10 длина побега уменьшается на 11,8 мм, с концентрацией 1:20, а с концентрацией 1:40 на 6,9 мм. Однако в концентрации 1:200 показатели увеличиваются на 4,6 мм.

Средние значения побега райграса пастбищного в экстракте яснотки белой в концентрации 1:40 уменьшаются на 16,9 мм, а в концентрации 1:200 увеличиваются на 5,3 мм.

Средние значения длины побега клевера красного в экстракте вербейника монетчатого в концентрации 1:10 уменьшаются на 9,9 мм по сравнению с контролем. В концентрации 1:20 показатели уменьшаются на 10,7 мм, в концентрации 1:40 на 2,4 мм. В 1:200 средние значения длины побега увеличиваются на 2,3 мм по сравнению с контролем.

В экстракте будры плющелистной длина побега уменьшается пропорционально увеличению концентрации раствора. В экстракте с концентрацией 1:40 средние значения уменьшаются на 10,7 мм, а в 1:200 на 3,3 мм.

В экстракте сныти обыкновенной с концентрацией 1:200 средние значения длины побега

уменьшаются на 7,7 мм относительно контроля, а в экстракте яснотки той же концентрации показатели уменьшаются на 5,6 мм.

Показатели длины побега клевера белого в экстракте вербейника в концентрации 1:10 уменьшаются на 10,3 мм по сравнению с контролем. В концентрации 1:20 показатели уменьшаются на 9,8 мм. В концентрации 1:40 и 1:200 средние значения длины побега увеличиваются на 4,3 и 6,7 мм соответственно по сравнению с контролем.

В экстракте будры плющелистной с концентрацией 1:40 длина побега уменьшается на 12,6 мм, а в концентрации 1:200 увеличиваются на 7,7 мм.

В экстракте сныти обыкновенной с концентрацией 1:200 средние значения длины побега уменьшаются на 8 мм относительно контроля, а в экстракте яснотки той же концентрации показатели увеличиваются на 2,5 мм.

По аналогии с длиной побегов были проведены измерения длины корней тест-культур и оценены данные значения (табл. 3). Также как и на надземную часть, экстракты во всех использованных концентрациях достоверно повлияли на показатели длины корневой системы проростков.

Показатели длины корня райграса пастбищного в экстракте вербейника в концентрации 1:10 уменьшаются на 9,5 мм по сравнению с контролем. В концентрации 1:20 значения уменьшаются на 2,5 мм. Но в концентрациях 1:40 и 1:200 средние значения длины побега увеличиваются на 5 и 13,2 мм соответственно по сравнению с контролем.

Длина корневой системы тест-культур в экстрактах, мм
The root system length of test cultures in extracts, mm

Тест-культура	Экстракт	Варианты опыта				
		Концентрация раствора				
		1:10	1:20	1:40	1:200	H ₂ O
Райграс пастбищный	Вербейник монетчатый	1,8 ± 0,5	8,8 ± 1,8	16,3 ± 1,6	24,5 ± 1,6	11,3 ± 0,3
	Будра плющелистная	0	0,6 ± 0,5	2,0 ± 0,4	10,2 ± 0,7	
	Сныть обыкновенная	1,5 ± 0,6	1,3 ± 0,8	1,1 ± 0,2	13,8 ± 0,9	
	Яснотка белая	0	0	0,2 ± 0,2	11,9 ± 0,2	
Клевер белый	Вербейник монетчатый	1,3 ± 0,7	0,7 ± 0,4	6,5 ± 1,0	9,4 ± 0,3	8,4 ± 0,3
	Будра плющелистная	0	0	0,4 ± 0,4	4,9 ± 0,5	
	Сныть обыкновенная	0	0	0	3,8 ± 0,4	
	Яснотка белая	0	0	0	4,3 ± 0,4	
Клевер красный	Вербейник монетчатый	2,4 ± 0,6	2,4 ± 0,5	2,5 ± 1,3	18,7 ± 1,8	8,2 ± 0,4
	Будра плющелистная	0	0	0,7 ± 0,5	13,3 ± 1,7	
	Сныть обыкновенная	0	0	0	9,5 ± 0,7	
	Яснотка белая	0	0	0	12,7 ± 1,7	

В экстракте будры плющелистной длина корня уменьшается пропорционально увеличению концентрации. В экстракте с концентрацией 1:20 средние значения уменьшаются на 10,7 мм, в концентрации 1:40 на 9,3 мм, а в 1:200 на 1,1 мм.

В экстракте сныти обыкновенной с концентрацией 1:10 показатели длины корня райграса уменьшаются на 9,8 мм, с концентрацией 1:20 на 10 мм, а с концентрацией 1:40 на 10,2 мм. Однако в концентрации 1:200 показатели увеличиваются на 2,5 мм.

Средние значения длины корня райграса в экстракте яснотки в концентрации 1:40 уменьшаются на 11,1 мм, а в концентрации 1:200 увеличиваются на 0,6 мм.

Показатели длины корня клевера белого в экстракте сныти с концентрацией 1:10 уменьшаются на 7,1 мм, с концентрацией 1:20 уменьшаются на 7,7 мм, а в 1:40 на 2,1 мм, а в растворе 1:200 увеличиваются на 1 мм.

В экстракте будры плющелистной длина корня клевера белого в концентрации 1:40 уменьшается на 8 мм по сравнению с контролем, а в концентрации 1:200 также уменьшается, только на 4,6 мм.

Семена клевера белого, обработанного экстрактами сныти и яснотки, взошли только при минимальной концентрации раствора 1:200. Значения длины корня уменьшаются на 4,6 мм в сныти по сравнению с контрольным образцом и на 4,1 мм в экстракте яснотки соответственно. Аналогично оценивали и показатели длины корневой системы клевера красного.

В экстракте вербейника монетчатого наблюдалось уменьшение длины во всех концентраци-

ях раствора 1:10 и 1:20 на 5,8 мм, 1:40 на 8 мм, кроме концентрации 1:200 — здесь наблюдалось резкое увеличение длины на 10,5 мм.

Семена, обработанные экстрактом будры плющелистной, показали всходы только в двух минимальных концентрациях. Уменьшение длины корневой части на 7,5 мм наблюдается в концентрации 1:40, а в концентрации 1:200 — увеличение длины на 5 мм.

Раствор сныти с концентрацией 1:200 увеличивает показатели длины корня клевера красного на 1,4 мм. Аналогичная концентрация раствора яснотки увеличивает эти показатели на 4,5 мм по сравнению с контрольными образцами.

В итоге можно сделать вывод, что с увеличением концентрации экстракта длина биометрических показателей уменьшается, но при самом большом разведении раствора наблюдается резкое увеличение длины стебля по сравнению с контролем. Можно предположить, что данное явление является проявлением преадаптации семян в ценозе.

Преадаптация — это фундаментальное свойство живых систем, определяющее их способность к опережающему отражению. Существует классификация преадаптаций. В ее основу положен принцип взаимодействия особи и факторов среды в экологической нише. Собраны многочисленные примеры преадаптации растений. В работах авторов [17–20] были получены экспериментальные доказательства преадаптации на овощных культурах. Приобретение растениями неспецифической устойчивости под воздействием стресс-фактора имеет преадаптивное значение.

Выводы

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Все экстракты во всех концентрациях уменьшают всхожесть тест-культур. В большей степени экстракт сныти, в меньшей степени — вербейника. Самой устойчивой тест-культурой к воздействию экстрактов был райграс.

2. Все экстракты во всех концентрациях достоверно повлияли на изменение морфологических показателей проростков.

3. При увеличении концентрации экстракта длина надземной системы уменьшалась у всех тест-объектов. Однако в концентрации 1:200, иногда в 1:40, наблюдалось резкое увеличение показателей.

4. При увеличении концентрации экстракта длина корневой системы также уменьшалась, кроме концентрации 1:200 и иногда 1:40.

5. Наиболее неустойчивым к колинам изучаемых культур оказался клевер белый.

6. Наиболее сильное влияние по изменению морфологических показателей на тест-культуры оказали яснотка и сныть, однако по отношению к райграсу колины сныти не проявили явных подавляющих свойств.

7. Наблюдаемое увеличение морфологических показателей (длины корня и надземной части) при низких концентрациях экстрактов, по мнению авторов статьи, является проявлением такого ценотического взаимодействия растений, как преадаптация.

Таким образом, в условиях города для озеленения придомовых территорий представляет интерес ряд дикорастущих многолетников, например яснотка белая и сныть обыкновенная. Они способны подавлять рост и развитие прочих растений и формировать одновидовые устойчивые сообщества.

Список литературы

- [1] Горелов А.М. Особенности освещения во внутри-крановом пространстве древесных растений // Известия Самарского научного центра РАН, 2013. № 3. С. 135–140.
- [2] Ганаба Д.В. Влияние экологических факторов на рост растений в городских агломерациях // Естественные и технические науки, 2015. № 5. С. 5.
- [3] Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почво-томление: Избранные труды. Киев: Наукова думка, 1991. 431 с.

- [4] Комарова Е.М. Аллелопатические свойства растительных доминант в оптимизированных высокопродуктивных луговых агроценозах Нижнего Дона: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2006. 23 с.
- [5] Сухова Е.С., Довганюк А.И. Использование «сорных» растений в специализированных цветочных композициях // Вестник ландшафтной архитектуры, 2013. № 2. С. 97–100.
- [6] Волкова Т.Ю., Довганюк А.И., Калашников Д.В. Теоретические основы создания цветников из аборигенных растений // Вестник ландшафтной архитектуры, 2015. № 5. С. 28–32.
- [7] Крючкова А.А., Пирогова К.И. Использование мавританских газонов в городском озеленении // Вестник ландшафтной архитектуры, 2015. № 6. С. 89–92.
- [8] Грюммер Г. Взаимное влияние высших растений. Аллелопатия. М.: ИНФ, 1957. 261 с.
- [9] Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Методика биологического тестирования аллелопатической активности овощных сельдерейных культур. М.: РГАЗУ, 2012. 48 с.
- [10] Раменский Л.Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии // Советская ботаника, 1935. № 4. С. 25–42.
- [11] Работнов Т.А. Фитоценология. М.: МГУ, 1978. 384 с.
- [12] Работнов Т.А. Условия проявления аллелопатии в фитоценозах // Известия АН СССР, 1974. № 6. С. 811–820.
- [13] Миркин Б.М. О типах эколого-ценотических стратегий у растений // Журнал общей биологии, 1983. № 5. С. 603–613.
- [14] Маслова С.П., Табаленкова Г.Н., Головки Т.К. Физиология корневищных растений в связи с ростом и реализацией разных адаптивных стратегий // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2011. № 7–8. С. 38–43.
- [15] Флора СССР. В 30 т. / Гл. ред. акад. В. Л. Комаров; Ред. тома Б. К. Шишкин и Е. Г. Бобров. М.-Л.: АН СССР, 1952. Т. XVIII. С. 257–258.
- [16] ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями № 1, 2). М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 30 с.
- [17] Георгиевский А.Б. Проблема преадаптации. Историко-теоретическое исследование. Л.: Наука, 1974. 146 с.
- [18] Гуревич А.С. Преадаптация растений // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: Материалы научной конференции, Санкт-Петербург, 12–15 декабря 1995 г. СПб.: Изд-во БИН им. В.Л.Комарова, 1995. С. 104.
- [19] Довганюк А.И. Особенности синдрома избегания затенения у различных биоморф томата: дисс. ... канд. биол. наук. М., 2005. 195 с.
- [20] Тараканов И.Г. Феномен опережающего отражения действительности в адаптивных стратегиях растений [Адаптивность растений к неблагоприятным условиям (на примере реакции на изменение освещенности в процессе онтогенеза)] // Доклады ТСХА, 007. Вып. 279. Ч. 1. С. 165–168.

Сведения об авторах

Довганык Александр Иванович — канд. биол. наук, доцент, заведующий кафедрой ландшафтной архитектуры РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, alexadov@mail.ru

Довганык Евгения Сергеевна — магистр ландшафтной архитектуры, старший преподаватель кафедры ландшафтной архитектуры РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, lpx09@mail.ru

Поступила в редакцию 09.01.2019.

Принята к публикации 15.04.2019.

STABLE GROUND COVER FORMATION IN A METROPOLIS

A.I. Dovganyuk, E.S. Dovganyuk

Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49, Timiryazevskaya st., 127550, Moscow, Russia

alexadov@mail.ru

This article presents the proposals for using of crops of *Aegopodium podagraria* and *Lamium album* to form a stable ground cover in a metropolis conditions. According to the results of laboratory experiments these crops have high allelopathic activity. They inhibit the growth and development of *Trifolium repens* and *Trifolium pratense*, as well as *Lolium perenne* — crops that are often used in the formation of meadow lawns.

Keywords: allelopathy, ground cover, biotest, metropolis, growth strategy, cenotic interactions

Suggested citation: Dovganyuk A.I., Dovganyuk E.S. *Formirovanie ustoychivyykh napochvennykh pokrovov v usloviyakh megapolisa* [Stable ground cover formation in a metropolis]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 13–20. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-13-20

References

- [1] Gorelov A.M. *Osobennosti osveshcheniya vo vnutrikronovom prostranstve drevesnykh rasteniy* [Features of illumination in the intracrown space of woody plants] *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2013, no. 3, pp. 135–140.
- [2] Ganaba D.V. *Vliyaniye ehkologicheskikh faktorov na rost rasteniy v gorodskikh aglomeratsiyakh* [The influence of environmental factors on plant growth in urban agglomerations] *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and Technical Sciences], 2015, no. 5, 5 p.
- [3] Grodzinskiy A.M. *Allelopatiya rasteniy i pochvoutomlenie: Izbrannye trudy* [Allelopathy plants and soil strain: Selected Works]. Kiev: Naukova dumka, 1991, 431 p.
- [4] Komarova E.M. *Allelopaticheskie svoystva rastitel'nykh dominant v optimizirovannykh vysokoproduktivnykh lugovykh agrocenozakh Nizhnego Dona* [Allelopathic properties of plant dominants in optimized highly productive meadow agrocenoses of the Lower Don]. Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk [Abstract Cand. Sci. (Biological)]. Rostov-na-Donu, 2006, p. 23.
- [5] Suhova E.S., Dovganyuk A.I. *Ispol'zovanie «sornykh» rasteniy v specializirovannykh cvetochnykh kompozitsiyakh* [Using the «weeds» of plants in specialized flower compositions] *Vestnik landshaftnoy arkhitektury* [Bulletin of Landscape Architecture], 2013, no. 2, pp. 97–100.
- [6] Volkova T.Yu., Dovganyuk A.I., Kalashnikov D.V. *Teoreticheskie osnovy sozdaniya cvetnikov iz aborigennykh rasteniy* [Theoretical foundations of creating flower beds from native plants] *Vestnik landshaftnoy arkhitektury* [Bulletin of Landscape Architecture], 2015, no. 5, pp. 28–32.
- [7] Kryuchkova A.A., Pirogova K.I. *Ispol'zovanie mavritanskih gazonov v gorodskom ozelenenii* [Using of Moorish lawns in urban landscaping] *Vestnik landshaftnoy arkhitektury* [Bulletin of Landscape Architecture], 2015, no. 5, pp. 89–92.
- [8] Gryummer G. *Vzaimnoye vliyaniye vysshikh rasteniy. Allelopatiya* [Mutual influence of higher plants. Allelopathy] Moscow: INF, 1957, 261 p.
- [9] Buharov A.F., Baleev D.N., Buharova A.R. *Metodika biologicheskogo testirovaniya allelopaticheskoy aktivnosti ovoshchnykh sel'dereynykh kul'tur* [Method for biological testing of allelopathic activity of vegetable celery crops]. Moscow: RGAZU, 2012, 48 p.
- [10] Ramenskiy L.G. *O principial'nykh ustanovkakh, osnovnykh ponyatiyakh i terminakh proizvodstvennoy tipologii zemel', geobotaniki i ehkologii* [On the fundamental principles, basic concepts and terms of the production typology of lands, geobotany and ecology] *Sovetskaya botanika* [Soviet botany], 1935, no. 4, pp. 25–42.
- [11] Rabotnov T. A. *Fitocenologiya* [Phytocenology]. Moscow: MGU, 1978, 384 p.
- [12] Rabotnov T.A. *Usloviya proyavleniya allelopatii v fitocenoze* [Conditions of manifestation of allelopathy in phytocenoses] *Izvestiya AN SSSR* [News of the USSR Academy of Sciences] 1974, no. 6, pp. 811–820.
- [13] Mirkin B.M. *O tipakh ehkologo-cenoticheskikh strategiy u rasteniy* [On the types of ecological-coenotic strategies in plants] *Zhurnal obshchey biologii* [Journal of General Biology]. 1983, no. 5, pp. 603–613.
- [14] Maslova S.P., Tabalenkova G.N., Golovko T.K. *Fiziologiya kornevishchnykh rasteniy v svyazi s rostom i realizatsiey raznykh adaptivnykh strategiy* [The physiology of rhizome plants in connection with the growth and implementation of various adaptive strategies] *Vestnik instituta biologii Komi nauchnogo centra Ural'skogo otdeleniya RAN* [Bulletin of the Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences], 2011, no. 7–8, pp. 38–43.

- [15] *Flora SSSR. V 30 tomah* [Flora of the USSR in 30 volumes]. Ed. V.L. Komarov. Moscow, Leningrad: AN SSSR, 1952, t. XVIII, pp. 257–258.
- [16] *GOST 12038–84. Semena sel'skohozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti (s Izmeneniyami № 1, 2)* [State Standart 12038-84 Crop seeds. Methods for determining the germination (with Changes № 1, 2)]. Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov, 2004, 30 p.
- [17] Georgievskiy A.B. *Problema preadaptacii. Istoriko-teoreticheskoe issledovanie* [Preadaptation problem. Historical and theoretical research]. Leningrad: Nauka, 1974, 146 p.
- [18] Gurevich A.S. *Preadaptaciya rasteniy* [Preadaptation of plants] *Biologicheskoe raznoobrazie. Introdukciya rasteniy* [Biological diversity. Plant introduction]. St. Petersburg: Izd-vo BIN im. V.L.Komarova, 1995, 104 p.
- [19] Dovganyuk A.I. *Osobennosti sindroma izbeganiya zateneniya u razlichnykh biomorf tomata* [Peculiarities of shading avoidance syndrome in different tomato biomorphs] Diss. kand. biol. nauk [Diss. Cand. Sci. (Biological)]. Moscow, 2005, 195 p.
- [20] Tarakanov I.G. *Fenomen operezhayushchego otrazheniya deystvitel'nosti v adaptivnykh strategiyyah rasteniy (Adaptivnost' rasteniy k neblagopriyatnym usloviyam (na primere reakcii na izmenenie osveshchennosti v processe ontogeneza))* [The phenomenon of advanced reflection of reality in adaptive strategies of plants (Adaptability of plants to adverse conditions (for example, the response to changes in light in the process of ontogenesis))]. *Doklady TSKHA* [Reports of the Timiryazev Agriculatural Academy], 2007, v. 279, part 1, pp. 165–168.

Authors' information

Dovganyuk Aleksandr Ivanovich — Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, head of the Department of Landscape Architecture in RSAU–MTAA named after K.A. Timiryazev, alexadov@mail.ru

Dovganyuk Evgeniya Sergeevna — Master of Landscape Architecture, Senior Lecturer of the Department of Landscape Architecture in RSAU–MTAA named after K.A. Timiryazev, lynx09@mail.ru

Received 09.01.2019.

Accepted for publication 15.04.2019.

ОПЫТ ОЦЕНКИ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА НА ПРИМЕРЕ ГОРСКОГО ПАРКА (БРАТИСЛАВА, СЛОВАЦКАЯ РЕСПУБЛИКА)

Н.А. Левандовская¹, С.Л. Рысин²

¹ Университет им. Т.Г. Масарика, Чешская Республика, 60200, г. Брно, ул. Котларска, д. 2

² ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина» Российской академии наук (ГБС РАН), 127276, Москва, Ботаническая ул., д. 4

nata99967@inbox.ru

В основе реализации принципа неистощительного лесопользования на урбанизированных территориях должна находиться объективная оценка рекреационного потенциала насаждений. Рекреационный потенциал — это мера возможности выполнения лесом рекреационных функций, обусловленная его природными свойствами и результатами деятельности человека. На примере Горского парка (Horský park, Братислава, Словацкая Республика) описан опыт оценки рекреационного потенциала лесопарковых насаждений на урбанизированных территориях со сложным рельефом. Установлено, что с течением времени без проведения комплекса хозяйственных мероприятий парк может потерять свое значение как зеленая зона для кратковременного отдыха населения. Показано, что парк может стать более привлекательным и комфортным для посетителей в результате комплексного развития территории — благоустройства дорожно-тропиночной сети и прибрежных зон, устройства видовых площадок, создания посадок декоративных водных растений и др. Для повышения устойчивости насаждений необходимы регулирование потоков посетителей, проведение санитарных рубок, уборка мусора и захламливания на участках, восстановление нарушенных участков.

Ключевые слова: рекреационный потенциал, лесопарк, парк, оценка

Ссылка для цитирования: Левандовская Н.А., Рысин С.Л. Опыт оценки рекреационного потенциала лесопарковых территорий в условиях сложного рельефа на примере Горского парка (Братислава, Словацкая Республика) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 21–28. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-21-28

Одним из важнейших факторов реализации принципа неистощительного лесопользования на урбанизированных территориях является объективная оценка рекреационного потенциала насаждений. Рекреационный потенциал — это мера возможности выполнения лесом рекреационных функций, обусловленная его природными свойствами и результатами деятельности человека. В начале 1990-х гг. была предложена методика экспертной оценки рекреационного потенциала лесов, в рамках которой рассматривались три группы показателей: привлекательность леса, его комфортность для отдыхающих и устойчивость к рекреационному воздействию. Эта методика прошла успешную апробацию на различных объектах, в числе которых особо охраняемые территории города Москвы, а также рекреационные леса в Московской области, Болгарии и Швеции [1–5]. За прошедшие десятилетия, по мере накопления практического опыта, система показателей для оценки рекреационного потенциала насаждений неоднократно корректировалась, однако в целом методический подход остался практически неизменным.

Цель работы

Цель работы — изучение возможности применения методики оценки рекреационного потенциала для исследования небольших по площади лесопарковых насаждений на урбанизированных территориях со сложным рельефом.

Объектом исследований стали лесопарки Братиславы — столицы Словацкой Республики, главного экономического и культурного центра страны. Большая часть города расположена на берегу Дуная, у подножия Малых Карпат, в окружении обширной зеленой зоны. До настоящего времени на территории города и в его ближайших окрестностях сохраняются фрагменты естественных дубово-грабовых лесов, характерных для региона (Горский парк (Horský park), Кальвария (Kalvária), лес в Млинской долине (les v Mlynskej doline), лес Ситина (Sitina) и др.) [6]. Эти лесные массивы традиционно используются населением для кратковременного отдыха и подвергаются высоким рекреационным нагрузкам. В настоящей статье рассмотрены результаты изучения рекреационного потенциала насаждений Горского парка (Horský Park).

Горский парк (старое название Студенческий лес) — небольшой лесопарковый массив площадью 21,29 га; расположен на северо-западе центральной части Братиславы в окружении жилой застройки (рис. 1, 2).

Идея создания городского парка (в нашем понимании — лесопарка) в ландшафтном стиле на территории естественного лесного массива возникла в 1868 г. у председателя Братиславского окружного союза Генриха фон Юсти (Heinrich von Justi). Построенная здесь в 1872 г. дорога с названием «Глубокая», сделала доступными



Рис. 1. Территориальное расположение объекта исследований: 1 — Горский парк; 2 — граница городской части Братиславы

Fig. 1. Location of the research object: 1 — Horský Park; 2 — border of Bratislava



Рис. 2. Схематический план Горского парка: 1 — территория парка; 2 — городская застройка; 3 — городские зеленые насаждения

Fig. 2. Schematic map of Horský Park: 1 — park territory; 2 — urban development; 3 — green areas



Рис. 3. Домик сторожа
Fig. 3. Park Ranger's house



Рис. 4. Памятник Генриху фон Юсти, основателю Горского парка
Fig. 4. Monument to Heinrich von Justi, founder of Horský Park

отдаленные уголки леса и позволила местным жителям использовать его для рекреационных целей [7]. Для удобства посетителей был выполнен комплекс работ по благоустройству территории: создана дорожно-тропиночная сеть с видовыми площадками, в разных частях парка установлены 50 скамеек, построен дом для сторожа (рис. 3), сооружены детская площадка, два колодца-накопителя и система полива длиной 1250 м [8]. Рядом с аборигенными видами растений проводились посадки интродуцентов. Так возник Горский парк, до сих пор являющийся своеобразным дендрологическим и ботаническим музеем, а также выполняющий научно-образовательные функции [9].

В 1909 г. городскими властями Братиславы на самом высоком месте Горского парка, в его композиционном центре, был установлен памятник Генриху фон Юсти (рис. 4).

После Второй мировой войны парк постепенно стал приходить в упадок: была нарушена его объемно-пространственная структура, изменился видовой состав насаждений, выпали наиболее старовозрастные деревья. Под пологом древостоя сформировался густой подрост клена остролистного (*Acer platanoides* L.), нехарактерный для дубово-грабовых лесов [10].

Характеристика территории

Город Братислава стоит на Марианской возвышенности, относящейся к отрогу Малых Карпат. Рельеф Горского парка, расположенного на водоразделе между руслами двух ручьев, можно охарактеризовать как сложный: пологие склоны юго-западной и северо-восточной экспозиций плавно спускаются к водотокам; высота местности варьирует в пределах от 185 до 260 м над уровнем моря. Экспозиция склонов оказывает

заметное влияние на микроклиматические условия территории, несмотря на относительно небольшую площадь объекта. В нижней части склонов имеются участки, для которых характерно переувлажнение, особенно в осенне-весенний период (рис. 5). Центральная возвышенная часть парка в жаркие летние месяцы испытывает дефицит влаги. Отмеченные различия в условиях произрастания сказываются на характере растительности.

За полуторавековую историю существования парка здесь сложилась густая сеть дорог и троп, в ряде случаев образовавшихся стихийно, которые разрезают территорию на множество больших и малых участков (рис. 6). Сегодня это становится проблемой для обеспечения сохранности насаждений, требующей обязательного решения.

Изучению дендрофлоры Горского парка посвящены работы целого ряда исследователей: Бенчат, 1968, 1982; Гошталкова, 1973; Решовска, Клучарова, 1988; Голанска, 1998 (Benčat, 1968, 1982; Hošťálková, 1973; Rešovská, Klučárová, 1988; Holanská, 1998) и др. Установлено, что здесь произрастают представители 165 видов деревьев, из них 42 вида хвойных, 8 видов вечнозеленых, 115 видов лиственных [11]. Наряду с аборигенными растениями встречаются экзотические насаждения для местной флоры: *Abies balsamea* (L.) Mill., *A. lasiocarpa* (Hook.) Nutt., *A. procera* Rehder, *Berberis microphylla* G.Forst., *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don, *Diospyros lotus* L., *D. virginiana* L., *Fontanesia phillyreoides* Labill., *Phellodendron japonicum* Maxim., *Picea likiangensis* var. *montigena* (Mast.) W.C.Cheng и др. Исследователи отмечают, что внедрение интродуцентов не нарушило облик естественного лесного ландшафта [12].

В 1994 г. Правительство Словацкой Республики включило Горский парк в список ООПТ 4 степени охраны, регламентировав виды разрешенной рекреационной деятельности на его территории [13]. Тем не менее современное состояние парка вызывает тревогу не только у ботаников и дендрологов, но и у широкой общественности (рис. 7). В настоящее время парк напоминает естественный лес, нуждающийся в проведении комплекса хозяйственных мероприятий. Можно предположить, что с течением времени дендрологическая ценность парка будет утрачена [8].

Методика исследований

Для оценки насаждений Горского парка была использована усовершенствованная методика оценки рекреационного потенциала (табл. 1) [3–5].

Оценка каждого из перечисленных 19 показателей проводилась по трехбалльной шкале (от 0 до 2 баллов). При обработке результатов рассчи-



Рис. 5. Переувлажненный участок парка
Fig. 5. The wetlands area of the Park



Рис. 6. Дорожка в парке
Fig. 6. Path in the Park



Рис. 7. Современный облик парка
Fig. 7. Modern look of Park

тывали коэффициенты, позволяющие оценить привлекательность (КП), комфортность (КК) и устойчивость к рекреационным нагрузкам (КУ) каждого участка, по формуле

$$K = \frac{SB}{SB_{\max}},$$

где K — вычисляемый коэффициент (КП, КК, КУ), SB — сумма баллов, SB_{\max} — максимально возможная сумма баллов по каждой группе показателей.

На следующем этапе в зависимости от полученного значения коэффициента делали заключение о качестве обследованного насаждения по каждой группе показателей (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

Система показателей оценки рекреационного потенциала насаждений
System of indicators for assessing the recreational potential of stands

Привлекательность	Комфортность	Устойчивость к рекреационному воздействию
Возраст древостоя, лет	Рельеф участка	Рекреационная нарушенность (стадия дигрессии)
Породный состав	Влажность местообитания	Санитарное состояние (поврежденность вредителями и / или пораженность болезнями)
Смешение пород	Наличие дорожно-тропиночной сети	Наличие жизнеспособного подроста
Средняя высота древостоя	Доступность (расстояние до остановок общественного транспорта и / или жилых массивов)	Наличие подлеска
Вертикальная структура (ярусность)	Расстояние до ближайшего рекреационного водоема	Устойчивость нижних ярусов растительности
Горизонтальная структура (мозаичность)	Наличие шума	Гранулометрический состав почвы
Замусоренность и / или захламленность участка		

Т а б л и ц а 2

Оценка качества насаждения по значению коэффициентов привлекательности, комфортности и устойчивости
Quality assessment of tree stands by the value of the coefficients of attractiveness, comfort and sustainability

Значение коэффициента	Качество насаждения по каждой группе показателей
Менее 0,33	Низкое
0,34–0,66	Среднее
0,67 и более	Высокое

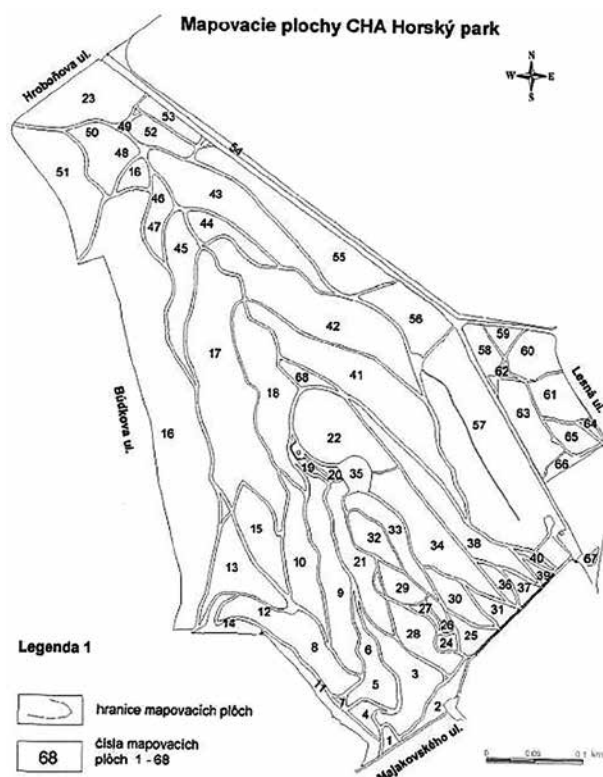


Рис. 8. Картографическая основа исследований
Fig. 8. Cartographic basis of research

Для итоговой оценки насаждения подразделяли на три класса рекреационной ценности (КРЦ):
 – если значения каждого из коэффициентов превышают 0,67, оцениваемое насаждение относится к I КРЦ и является перспективным для рекреационного использования;
 – если значение хотя бы одного из коэффициентов находится в пределах от 0,34 до 0,66,

а величина остальных превышает 0,33, насаждение относится ко II КРЦ, допускающему ограниченное рекреационное использование леса;
 – если значение хотя бы одного из коэффициентов не превышает 0,33, насаждение относится к III КРЦ и его рекреационное использование нежелательно до проведения комплекса мероприятий по повышению устойчивости.

Описанная методика дополняет и совершенствует традиционный метод ландшафтной таксации лесов, применяемый в России при лесоустройстве по 1а разряду.

Полевые исследования проводились осенью 2017 г. В качестве картографической основы для изучения насаждений Горского парка был использован план дорожно-тропиночной сети, выполненный студентами геодезической школы (рис. 8) [14]. Для удобства работы план был переведен в цифровой вид.

В связи с тем, что в нашем распоряжении не было плана насаждений Горского парка, оценка их рекреационного потенциала осуществлялась

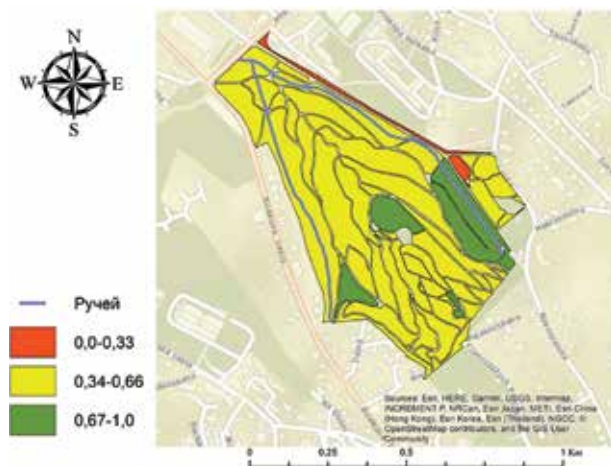


Рис. 9. Распределение территории парка по показателю привлекательности
Fig. 9. Distribution of the territory of the Park in terms of attractiveness

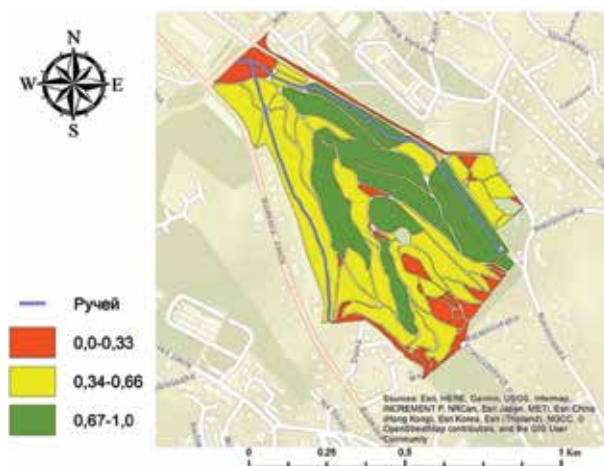


Рис. 10. Распределение территории парка по показателю комфортности
Fig. 10. Distribution of the territory of the Park in terms of comfort

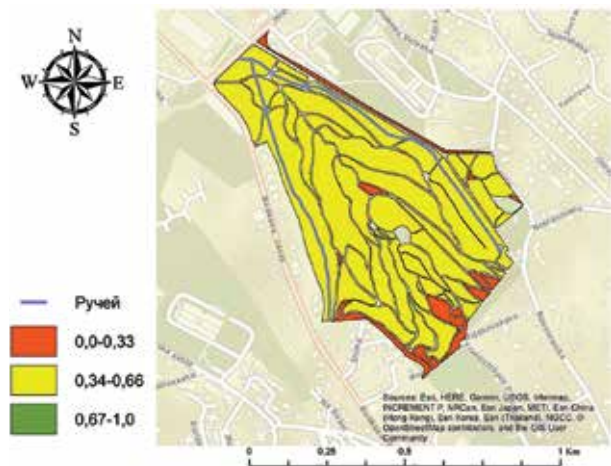


Рис. 11. Распределение территории парка по показателю устойчивости
Fig. 11. Distribution of the territory of the Park in terms of sustainability

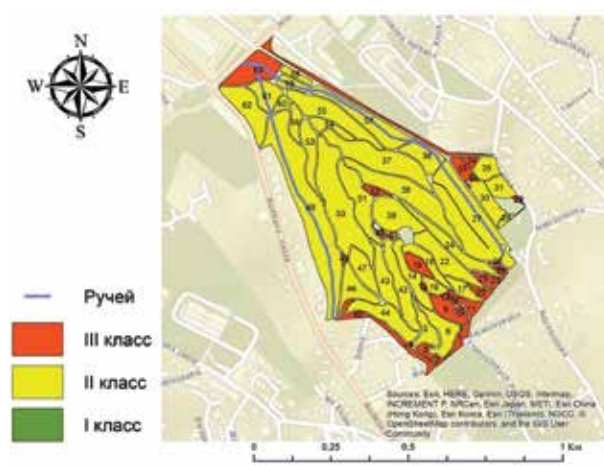


Рис. 12. Результаты оценки рекреационного потенциала насаждений Горского парка
Fig. 12. Results of the assessment of recreational potential of stands of Gorsky Park

с привязкой к участкам, ограниченным по контуру дорогами и тропами (общее число обследованных участков — 62). На этапе камеральных работ обработка собранных материалов производилась с использованием программы MS Excel. Впоследствии для анализа и визуализации полученных результатов использовалась программа ArcMap.

Результаты и обсуждение

Привлекательность насаждений Горского парка находится на достаточно высоком уровне, среднее значение коэффициента их привлекательности $KP_{cp} = 0,51$. Это связано с весьма разнообразным породным составом и значительным возрастом древостоев (величественные старые деревья создают особую эмоциональную атмосферу), а также благодаря сложившейся за

прошедшее столетие горизонтальной структурой насаждений, дающих летом прозрачную тень. Необходимо подчеркнуть, что для жителей прилегающих кварталов парк является единственным зеленым оазисом в центре города. Наиболее привлекательными для посетителей являются участки парка, расположенные вблизи главного входа и центральной аллеи, рядом с памятником Генриху фон Юсти, музеем и кафе в домике сторожа (рис. 9).

Комфортность насаждений получила среднюю оценку; среднее значение коэффициента их комфортности $KK_{cp} = 0,47$. Постоянный шум от расположенных поблизости автодорог, сложный рельеф, отсутствие рекреационного водоема (ручьи на территории парка не выполняют эту функцию) снижают комфортность территории парка для отдыхающих. Вместе с тем близкое рас-

положение к жилой застройке и хорошо развитая тропиновая сеть привлекают сюда посетителей (рис. 10).

Устойчивость парковых насаждений относительно невысока, среднее значение коэффициента их устойчивости $KU_{cp} = 0,41$. Причинами этого являются значительный возраст и ветровальность древостоев, далеко не лучшее их санитарное состояние, полное отсутствие подроста главных пород и жизнеспособного подлеска, малая устойчивость к антропогенным нагрузкам нижних ярусов растительности и почв. В результате значительная часть насаждений Горского парка отнесена к IV и V стадиям рекреационной дигрессии. Наиболее низкую оценку получили участки, расположенные в юго-восточной части парка, где перемещаются основные потоки посетителей (рис. 11).

На основании анализа полученных результатов было сделано заключение о том, что большая часть парка (73,16 %) относится ко II КРЦ, около 1/4 его территории (26,84 %) — к III КРЦ (рис. 12).

Выводы

Анализ полученных результатов позволил объективно оценить перспективы рекреационного использования насаждений Горского парка в Братиславе, выявить причины, обуславливающие снижение их качества, а также конкретизировать пути устранения выявленных недостатков. Установлено, что с течением времени без проведения комплекса хозяйственных мероприятий парк может потерять свое значение как зеленая зона для кратковременного отдыха населения. Показано, что парк может стать более привлекательным и комфортным для посетителей в результате комплексного развития территории — благоустройства дорожно-тропиночной сети и прибрежных зон, устройства видовых площадок, создания посадок декоративных водных растений и др. Для повышения устойчивости насаждений необходимы регулирование потоков посетителей, проведение санитарных рубок, уборка мусора и захламленности на участках, восстановление нарушенных участков.

Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№118021490111-5).

Список литературы

- [1] Рысин С.Л. Рекреационный потенциал лесопарковых ландшафтов и методика его изучения // Лесохозяйственная информация, 2003. № 1. С. 17–27.
- [2] Рысин С.Л., Лепешкин Е.А. Опыт оценки рекреационного потенциала лесов на урбанизированных территориях // Лесные экосистемы и урбанизация. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. С. 183–208.
- [3] Рысин С.Л., Кобяков А.В. Совершенствование методики оценки рекреационного потенциала лесов на урбанизированных территориях // Вопросы ландшафтной архитектуры. Научные труды. Вып. 369. М.: МГУЛ, 2014. С. 97–101.
- [4] Рысин С.Л., Кобяков А.В., Кутилин В.А., Лопатин А.В. Полевая и дистанционная оценка рекреационного потенциала территорий национальных парков // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: материалы VI Междунар. науч. конф. Белгород, БелГУ, 12–16 октября 2015 г. / Отв. за выпуск Голуев П.В. Белгород: Политекра, 2015. С. 298–303.
- [5] Рысин С.Л., Кобяков А.В., Кутилин В.А. Оценка рекреационного потенциала лесов: эволюция методического подхода // Лесные экосистемы в условиях меняющегося климата: проблемы и перспективы: материалы Международной научно-технической юбилейной конференции. Воронеж, ВГЛТУ, 21–22 мая 2015 г. / Отв. редактор Матвеев С.М. Воронеж: ВГЛТУ, 2015. С. 163–166.
- [6] Reháčková, T. Lehotská, B. Nevrellová, M. Paudítšová, E. Ružičková, J. Fragmenty lesov v zastavanom území Bratislavy. Bratislava: Cícero, s.r.o., 2007, 176 p.
- [7] Hošťálková, B. Bratislavské parky. Bratislava: Obzor, 1996, 100 p.
- [8] Reháčková, T. Cudzokrajné druhy drevín v historických parkoch. Bratislava: Cícero, s. r. o., 2009, 138 p.
- [9] Ortvaý, I. Pozsonyváros utcái és terei, 1905. Slovenský preklad. Bratislava: Albert Marenčin-PT, 2003, 137 p., 2006, 214 p., 2006, 144 p., 2007, 176 p.
- [10] Rešovská, Z. Klučárová, Z. Revízia a evidencia historických parkov a záhrad na území Bratislavy // Manuskript depon. in Mestský úrad pamiatkovej starostlivosti [Manuscript depon. of the Municipal department of protection of natural historical sites]. Bratislava: Zares, 1988.
- [11] Benčať, F. Náčrt systematicko-fytogeografickej analýzy dendroflóry rastúcej v parkoch Záposdoslovenského kraja // Pre prírodu a človeka / Ed. Borovský Š. Bratislava: Slavín 1968, pp. 182–276.
- [12] Steinhubel G. Slovenské parky a záhrady. Bratislava: Osveta, 1990. 141 p.
- [13] Štátny zoznam osobitne chránených častí prírody SR. URL: <http://uzemia.enviroportal.sk/main/detail/cislo/48> (accessed 10.09.2017).
- [14] Deaková, A. GIS jako nástroj v územnom manažmente na príklade Horského parku v Bratislavě. Diplomová práca, PrF, UK [Master's Thesis, Faculty of Science, Komenius University]. Bratislava, 1998, 98 p.

Сведения об авторах

Левандовская Наталья Анатольевна — докторант кафедры региональной географии факультета естественных наук Университета им. Т.Г. Масарика, город Брно, Чешская Республика, nata99967@inbox.ru

Рысин Сергей Львович — канд. биол. наук, заведующий лабораторией дендрологии Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук, ser-gysin@yandex.ru

Поступила в редакцию 03.12.2018.

Принята к публикации 25.04.2019.

EXPERIENCE OF RECREATIONAL POTENTIAL EVALUATION OF FOREST-PARK TERRITORIES IN COMPLEX RELIEF CONDITIONS ON EXAMPLE OF MOUNTAIN PARK (BRATISLAVA, SLOVAK REPUBLIC)

N.A. Levandovskaya¹, S.L. Rysin²

¹Masaryk University, 2, Kotlarska st., 60200, Brno, Czech republic

²The N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, 4, Botanicheskaya st., 127276, Moscow, Russia
nata99967@inbox.ru

An objective evaluation of plants' recreational potential is based on the principle of realization of sustainable forest exploitation at urban territories. The recreational potential is the ability of a forest to cope with recreational functioning, depending on its natural abilities and results of human activity. The evaluation of recreational potential of forest stands at urban territories with complex terrain is described on the Horský Park example (Bratislava, Slovak Republic). It is proven that in time the Park may lose its importance as a green zone for short-term vacations if no set of economic activities takes place. It is revealed that the attractiveness of the Park and its comfort for the visitors can be increased by a comprehensive development of the territory: the improvement of roads and paths, coastal zones, set of viewing points, usage of decorative water plants, etc. For the advancement of the stability of the plantings, it is necessary to control the flow of visitors, conduct sanitary felling, cleaning of garbage, and restoration of the damaged areas.

Keywords: recreational potential, forest park, park, assessment

Suggested citation: Levandovskaya N.A., Rysin S.L. *Opyt otsenki rekreatsionnogo potentsiala lesoparkovykh territoriy v usloviyakh slozhnogo rel'efa na primere Gorskogo parka (Bratislava, Slovatskaya Respublika)* [Experience of recreational potential evaluation of forest-park territories in complex relief conditions on example of Mountain park (Bratislava, Slovak Republic)]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 21–28. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-21-28

References

- [1] Rysin S.L. *Rekreatsionnyy potentsial lesoparkovykh landshaftov i metodika yego izucheniya* [Recreational potential of forest-park landscapes and methods of its study]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya*, 2003, no. 1, pp. 17–27.
- [2] Rysin S.L., Lepeshkin E.A. *Opyt otsenki rekreatsionnogo potentsiala lesov na urbanizirovannykh territoriyakh* [Experience in assessing the recreational potential of forests in urban areas]. *Lesnyye ekosistemy i urbanizatsiya*. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2008, pp.183–208.
- [3] Rysin S.L., Kobyakov A.V. *Sovershenstvovaniye metodiki otsenki rekreatsionnogo potentsiala lesov na urbanizirovannykh territoriyakh* [Improving the methodology for assessing the recreational potential of forests in urbanized areas]. *Voprosy landshaftnoy arkhitektury*. Nauch. tr., v. 369 [Landscaping Architecture Issues. Scientific works. Iss. 369.]. Moscow: MGUL, 2014, pp. 97–101.
- [4] Rysin S.L., Kobyakov A.V., Kutilin V.A., Lopatin A.V. *Polevaya i distantsionnaya otsenka rekreatsionnogo potentsiala territoriy natsional'nykh parkov* [Field and remote assessment of the recreational potential of the territories of national parks]. *Problemy prirodopol'zovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Yevropeyskoy Rossii i sopredel'nykh stranakh: Materialy VI Mezhdunar. nauch. konf. 12–16 oktyabrya 2015 g. Otv. za vypusk Goleusov P.V.* [Problems of environmental management and the environmental situation in European Russia and neighboring countries: materials of the VI Intern. scientific conf. Belgorod, BelSU, October 12–16, 2015 / Ed. for release Goleusov P.V.] Belgorod: Politerra, 2015, pp. 298–303.
- [5] Rysin S.L., Kobyakov A.V., Kutilin V.A. *Otsenka rekreatsionnogo potentsiala lesov: evolyutsiya metodicheskogo podkhoda* [Assessment of the recreational potential of forests: the evolution of the methodological approach]. *Lesnye ekosistemy v usloviyakh menyayushchegosya klimata: problemy i perspektivy: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy yubileynoy konferentsii*. Voronezh, VGLTU, 21–22 maya 2015 g. / Otv. redaktor Matveev S.M. [Forest ecosystems in a changing climate: problems and prospects: materials of the International Scientific and Technical Anniversary Conference. Voronezh, VGLTU, May 21–22, 2015 / Ed. Editor SM Matveev]. Voronezh: VGLTU, 2015, pp. 163–166.
- [6] Reháčková, T. Lehotská, B. Nevrelová, M. Pauditšová, E. Ružičková, J. *Fragmenty lesov v zastavanom území Bratislavy* [Fragments of forests in Bratislava urban areas]. Bratislava: Cícero, s.r.o., 2007, 176 p.

- [7] Hošťálková, B. Bratislavské parky [Parks of Bratislava]. Bratislava: Obzor, 1996, 100 p.
- [8] Reháčková, T. Cudzokrajné druhy drevín v historických parkoch [Introduced tree species in historical parks in Bratislava]. Bratislava: Cícer, s. r. o., 2009, 138 p.
- [9] Ortvas, I. Pozsonyváros utcái és terei, 1905. Slovenský preklad [Slovak translates]. Bratislava: Albert Marenčin - PT, 2003, 137 s., 2006, 214 s., 2006, 144 s., 2007, 176 p.
- [10] Rešovská, Z. Klučárová, Z. Revízia a evidencia historických parkov a záhrad na území Bratislavy [Revision and record of historical parks and gardens at the territory of Bratislava]. Manuskript depon. in Mestský úrad pamiatkovej starostlivosti [Manuscript depon. of the Municipal department of protection of natural historical sites]. Bratislava: Zares, 1988.
- [11] Benčat, F. Náčrt systematicko-fytogeografickej analýzy dendroflóry rastúcej v parkoch Západoslovenského kraja [The scheme of systematic and phytogeographical analysis of dendroflora in the parks of Slovak Eastern region]. Pre prírodu a človeka [For nature and man]. Ed. Borovský Š. Bratislava: Slavín, 1968, pp. 182–276.
- [12] Steinhubel, G. Slovenské parky a záhrady [Slovak parks and gardens]. Bratislava: Osveta, 1990, 141 p.
- [13] Štátny zoznam osobitne chránených častí prírody SR [State list of specially protected areas of nature in Slovak Republic]. Available at: <http://uzemia.enviroportal.sk/main/detail/cislo/48> (accessed 10.09.2017).
- [14] Deaková, A. GIS jako nástroj v územnom manažmente na príklade Horského parku v Bratislavě [GIS as a tool of territorial management on the example of the Horský park in Bratislava]. Diplomová práca, PrF, UK [Master's Thesis, Faculty of Science, Comenius University]. Bratislava, 1998, 98 p.

Authors' information

Levandovskaya Natalia Anatol'evna — pg., Masaryk University, Faculty of Science, Department of regional geography, nata99967@inbox.ru

Rysin Sergey Lvovich — Cand. Sci. (Biology), Head of the Department of Dendrology of the N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the RAS, ser-rysin@yandex.ru

Received 03.12.2018.

Accepted for publication 25.04.2019.

ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *CRATAEGUS* L. В КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРАРИЯ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. Н.В. ЦИЦИНА РАН И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОЗЕЛЕНЕНИИ МЕГАПОЛИСОВ

Т.П. Меер^{1,3}, Е.А. Гущина², Е.Ю. Бабаева³, Н.А. Трусов^{1,4}

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

²Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

³Российский университет дружбы народов, RUDN University, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

⁴ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина» Российской академии наук (ГБС РАН), 127276, г. Москва, Ботаническая ул., д. 4

meer-miit@yandex.ru

Рассмотрен вопрос оценки степени декоративности растений *Crataegus* в коллекции дендрария Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина» Российской академии наук (ГБС РАН) в качестве перспективных растений для зеленого строительства. Проведена комплексная оценка декоративности боярышников. Использована методика, позволяющая оценить растения по 30 критериям, в том числе: по габитусу растения; архитектонике кроны; цвету и текстуре коры; окраске, форме и величине листьев; размеру цветков, окраске венчика и пыльников; привлекательности внешнего вида плодов, их размеру, форме и окраске. Широкую комплексную оценку декоративности получили 19 видов и одна разновидность рода *Crataegus*. Результаты исследования позволяют рекомендовать к использованию в условиях мегаполиса 12 таксонов *Crataegus*, обладающих наилучшими декоративными качествами: *C. ambigua*, *C. crus-galli*, *C. horrida*, *C. laurentiana* var. *brunetiana*, *C. monogyna*, *C. orientobaltica*, *C. pinnatifida*, *C. punctata*, *C. songarica*, *C. submollis*, *C. turcomanica*, *C. wattiana*. Использование в зеленом строительстве данных видов повысит эстетические качества древесной растительности и улучшит архитектурно-художественный облик мегаполиса.

Ключевые слова: боярышник, декоративность, декоративные признаки, городское озеленение

Ссылка для цитирования: Меер Т.П., Гущина Е.А., Бабаева Е.Ю., Трусов Н.А. Оценка декоративности представителей рода *Crataegus* L. в коллекции дендрария Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН и перспективы их использования в озеленении мегаполисов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 29–36. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-29-36

Декоративность зеленых насаждений является очень важным аспектом формирования эстетического облика городской среды. Для создания гармоничных ландшафтных композиций в условиях мегаполиса использование древесных растений, в том числе из рода Боярышник (*Crataegus* L.), обладающих определенным комплексом декоративных качеств, позволяет решить данную задачу.

Боярышники широко применяются в зеленом строительстве: их размещают группами, куртинами или одиночно. Они весьма декоративны в периоды цветения и плодоношения; многие виды имеют яркую окраску листьев осенью. Высокоствольные и штамбовые боярышники, особенно махровые обильно цветущие формы, являются прекрасными аллеями деревьями и солитерами. Густые заросли боярышников, разрастающиеся с годами в непроходимую чащу, создают в садах и парках хорошие условия для гнездования птиц. В городской обстановке выносливы, особенно виды, обладающие кожистыми, блестящими листьями. Они прекрасно поддаются формовке и стрижке, являются незаменимыми растениями для создания живых изгородей [1–7].

Цель работы

Цель данной работы — расширить и уточнить методику оценки степени декоративности древесных пород для зеленого градостроительства применительно к боярышникам и выделить наиболее перспективные таксоны для озеленения в условиях мегаполиса.

Объектом исследования послужила коллекция представителей рода *Crataegus* из дендрария Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина» Российской академии наук (ГБС РАН).

Материалы и методы

Для оценки декоративных качеств боярышников были исследованы 19 видов и одна вариация рода *Crataegus* из коллекции дендрария ГБС РАН (табл. 1). Растения этих таксонов зарекомендовали себя как весьма устойчивые к неблагоприятным условиям среды [8].

Существующие методики оценки декоративных качеств красивоцветущих и декоративно-лиственных растений [9–21] и предлагаемые шкалы

Т а б л и ц а 1

Виды и вариация рода *Crataegus*
Types and variation of the *Crataegus* genus

Таксон					
№ п/п	Латинский	Русский	№ п/п	Латинский	Русский
1	<i>C. ambigua</i> C.A.Mey ex A.Beck.	Боярышник сомнительный	11	<i>C. orientobaltica</i> Cinovskis	Боярышник восточно-балтийский
2	<i>C. chrysocarpa</i> Lenne & Koch	Боярышник желтоплодный	12	<i>C. palmstruchii</i> Lindm.	Боярышник Пальмструха
3	<i>C. crus-galli</i> L.	Боярышник петушья шпора	13	<i>C. pinnatifida</i> Bunge	Боярышник перистонадрезанный
4	<i>C. faxonii</i> Sarg.	Боярышник Факсона	14	<i>C. pringlei</i> Sarg.	Боярышник Прингля
5	<i>C. heldrichii</i> Boiss.	Боярышник Гельдрейха	15	<i>C. punctata</i> Jacq.	Боярышник точечный
6	<i>C. horrida</i> Medik.	Боярышник страшный	16	<i>C. songarica</i> K.Koch	Боярышник сонгарский
7	<i>C. kyrtostila</i> auct.	Боярышник согнутостолбиковый	17	<i>C. submollis</i> Sarg.	Боярышник мягковатый
8	<i>C. laurentiana</i> var. <i>brunetiana</i> (Sarg.) Kruschke	Боярышник лаврентийский Брюне	18	<i>C. turcomanica</i> Pojark.	Боярышник туркменский
9	<i>C. maximowiczii</i> C.K.Schneid.	Боярышник Максимовича	19	<i>C. turkestanica</i> Pojark.	Боярышник туркестанский
10	<i>C. monogyna</i> Jacq.	Боярышник однопестичный	20	<i>C. wattiana</i> Hemsl. & J.H.Lace	Боярышник Уатта

Т а б л и ц а 2

Совокупность признаков для оценки декоративности видов *Crataegus*
The set of features to assess the decorative value for representatives of *Crataegus* genus

№ п/п	Признак	№ п/п	Признак	№ п/п	Признак
1	Жизненная форма	10	Форма листовой пластины	19	Прилистники
2	Высота растения, м	11	Длина листовой пластины, см	20	Длина черешка, см
3	Форма кроны	12	Ширина листовой пластины, см	21	Диаметр цветка, см
4	Плотность кроны	13	Форма края листовой пластины	22	Окраска лепестков
5	Текстура коры	14	Форма верхушки листовой пластины	23	Окраска пыльников
6	Цвет коры	15	Форма основания листовой пластины	24	Форма плода
7	Опушение побега	16	Цвет верхней стороны листка	25	Диаметр плода, мм
8	Окраска побега	17	Цвет нижней стороны листка	26	Цвет плода
9	Колючки побега	18	Опушение листка	27	Наличие чашелистиков

не учитывают ряд признаков декоративности боярышников, и поэтому требуют корректировки.

Результаты и обсуждение

Предложенный в работе подход в оценке декоративности представителей рода *Crataegus* учитывает 27 отдельных характеристик декоративности: габитус насаждений; форму, размеры и строение крон; фактуру и окраску коры; декоративные качества листьев, цветков и плодов и др. (табл. 2).

Результаты исследования показали, что каждый из изученных таксонов имеет свои морфологические особенности. Было подсчитано распределение изученных таксонов по категориям внутри каждой из описываемых характеристик, при этом максимальное число категорий составило четыре.

Анализ декоративности видов *Crataegus* по их жизненной форме и габитусу представлены на рис. 1. Жизненные формы, являясь единицами экологической классификации, характеризуют растения со сходными приспособительными структурами.

Исходя из данных диаграмм, наблюдается следующее распределение растений *Crataegus* по форме роста: деревья — 7 таксонов; кустарники — 2; как деревья, так и кустарники — 11 (рис. 1, а). По высоте растений преобладают таксоны ниже 6,0 м — 9; от 6,1 до 8,0 м — 7; от 8,1 до 10,0 м и выше — по 2 (рис. 1, б). Диаметр ствола у наблюдаемых представителей большинства изученных таксонов находится в пределах 10,1–14,1 см, и только у одного таксона превышает 18,2 см (рис. 1, в).

Данные характеристик формы и плотности кроны представлены на рис. 2. Крона у большинства исследованных таксонов (11) вариабельна по форме: овальная, яйцевидная, обратнойцевидная, зонтичная (рис. 2, а) и имеет среднюю плотность (рис. 2, б).

Анализ декоративности коры *Crataegus* представлен на рис. 3. По цвету преобладает серо-коричневая кора — 14 таксонов (рис. 3, а). По текстуре коры наблюдается следующее распределение: пластинчатая — 12, трещиноватая — 8 (рис. 3, б).

При анализе декоративных качеств представителей рода *Crataegus* в коллекции ГБС РАН учитывались такие характеристики побегов, как цвет, опушение и наличие колючек. Побеги в основном зелено-коричневые или зелено-бурые (9 таксонов), зеленые (7), слабо опушенные (7), редко опушенные или голые (9) (рис. 4, а, б). По наличию колючек наблюдается следующее распределение: у 8 таксонов колючки немногочисленные, у 7 — многочисленные, у 5 — редкие или отсутствуют (рис. 4, в).

В оценке декоративности листьев растений вида *Crataegus* учитывались следующие характеристики: форма листовой пластинки (соотношение длины и ширины или расчленение) (рис. 5); ее длина и ширина (рис. 6); форма края, верхушки и основания листовой пластинки (рис. 7); цвет и опушение листовой пластинки (рис. 8); длина черешка и наличие прилистников (рис. 9).

Анализ показал, что форма листовой пластинки от яйцевидной до овальной характерна для 8 таксонов; яйцевидная форма, от округлой до эллиптической, от эллиптической до обратнойцевидной — для 4 таксонов (рис. 5, а). По расчленению листовой пластинки преобладают раздельные (8 таксонов), лопастные (6) и цельные (5) (рис. 5, б).

Длина листовой пластинки большей частью колеблется в пределах 4,2–5,8 см (8 таксонов) и 5,9–7,5 см (7) (рис. 6, а); ширина — 3,5–4,6 см (8) (рис. 6, б).

Край листовой пластинки у представителей 11 таксонов пильчатый и двоякопильчатый, у 9 — листья цельнокрайние и пильчатые около верхушечных долей (рис. 7, а). У большинства изученных таксонов верхушка заостренная, а основание — клиновидное (рис. 7, б, в).

Листовая пластинка с верхней стороны темно-зеленая (11 таксонов) или зеленая (9) (рис. 8, а), с нижней — зеленая (13) или светло-зеленая (7) (рис. 8, б); опушение чаще с нижней стороны (11) или отсутствует (6) (рис. 8, в).

Длина черешка у большинства исследованных таксонов (10) колеблется в пределах 1,64–2,52 см (рис. 9, а). Прилистники отсутствуют у 14 таксонов (рис. 9, б).

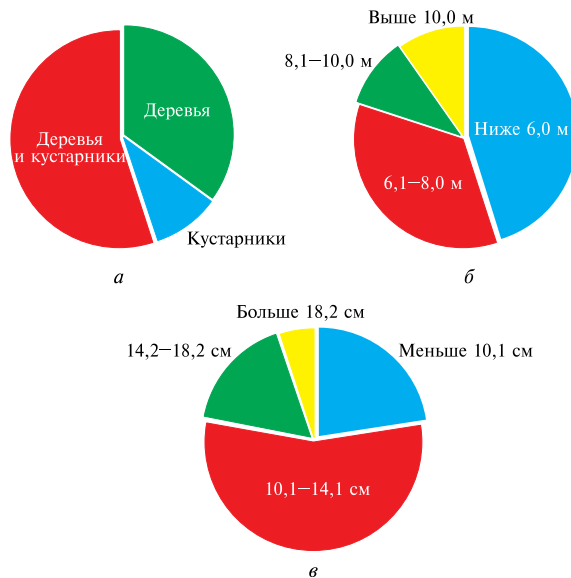


Рис. 1. Анализ декоративности по общему облику растений рода *Crataegus*: а — распределение изученных таксонов *Crataegus* по форме роста; б — по высоте растений; в — по диаметру ствола

Fig. 1. The decorative value analysis according to the *Crataegus* plant general appearance: а — distribution of the studied *Crataegus* taxa according to the growth form; б — according to the plant height; в — according to the diameter of trunk

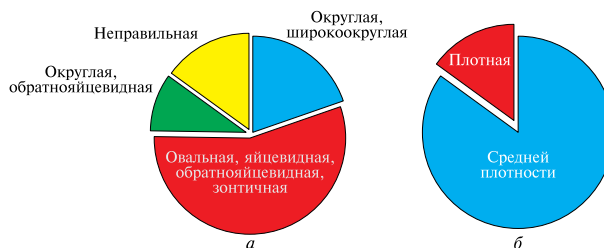


Рис. 2. Анализ декоративности кроны таксонов *Crataegus*: а — распределение изученных таксонов *Crataegus* по форме кроны; б — по плотности кроны

Fig. 2. The decorative value analysis of the crown of the *Crataegus* taxa: а — the distribution of the studied *Crataegus* taxa according to the shape of the crown; б — according to crown density

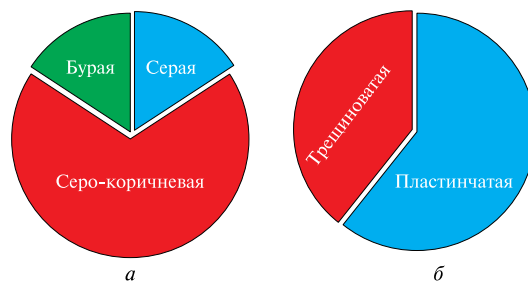


Рис. 3. Анализ декоративности коры таксонов *Crataegus*: а — распределение изученных таксонов *Crataegus* по цвету коры; б — по текстуре коры

Fig. 3. The decorative value analysis of the *Crataegus* taxa bark: а — distribution of the studied *Crataegus* taxa by the color of the bark; б — by the texture of the bark

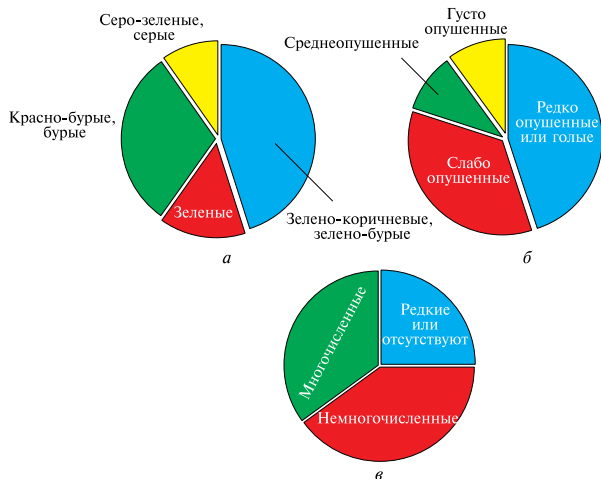


Рис. 4. Анализ декоративности побегов у представителей рода *Crataegus*: *a* — распределение изученных таксонов *Crataegus* по цвету побегов; *б* — по опушению; *в* — по наличию колючек
Fig. 4. The decorative value analysis of shoots of the genus *Crataegus*: *a* — distribution of the studied *Crataegus* taxa by the color of the shoots; *б* — by pubescence; *в* — by the presence of thorns

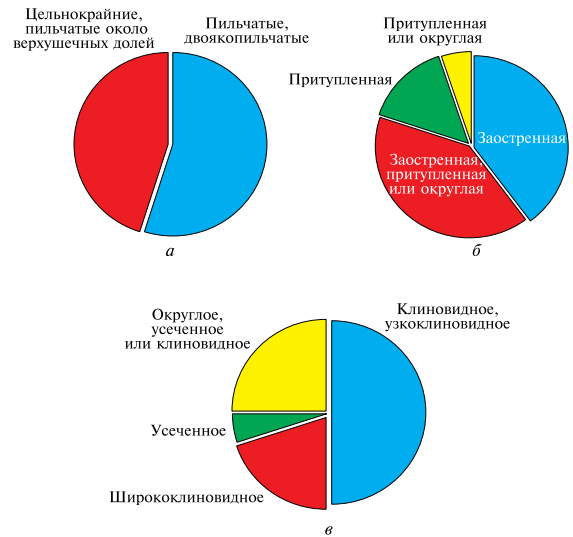


Рис. 7. Анализ декоративности листовой пластинки таксонов *Crataegus*: *a* — распределение изученных таксонов *Crataegus* по форме края листовой пластинки; *б* — по форме верхушки; *в* — по форме основания
Fig. 7. The decorative value analysis of the leaf plate of the *Crataegus* taxa: *a* — by the distribution of the studied *Crataegus* taxa according to the shape of the edge of the leaf plate; *б* — by the shape of the top; *в* — by the shape of the basis

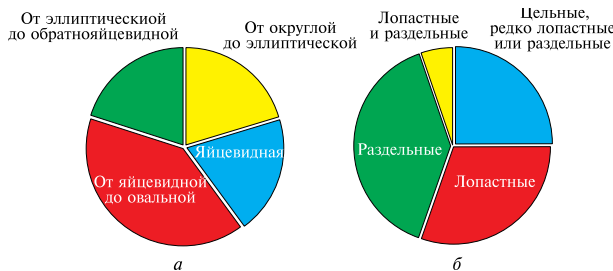


Рис. 5. Распределение изученных таксонов *Crataegus* по форме листовой пластинки: *a* — по соотношению длины и ширины; *б* — по расчленению
Fig. 5. Distribution of the studied *Crataegus* taxa according to the form of a leaf blade: *a* — according to the ratio of length and width; *б* — by dismemberment

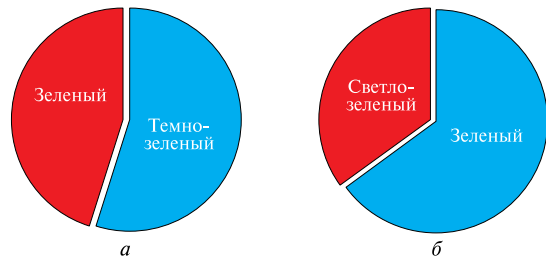


Рис. 8. Анализ декоративности листовой пластинки у представителей рода *Crataegus*: *a* — распределение изученных таксонов *Crataegus* по цвету верхней стороны листовой пластинки; *б* — по цвету нижней стороны; *в* — по опушению
Fig. 8. The decorative value analysis of the leaf blade in the genus *Crataegus*: *a* — the distribution of the studied *Crataegus* taxa by the color of the upper side of the leaf blade; *б* — according to the color of the lower side; *в* — by pubescence

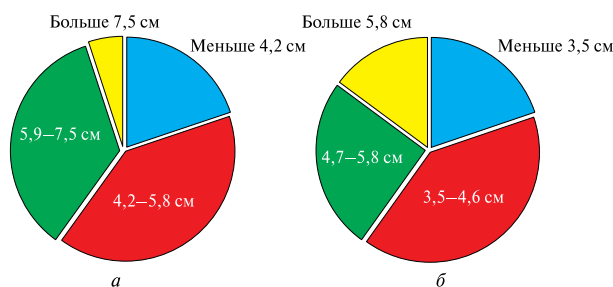


Рис. 6. Распределение таксонов *Crataegus* по длине листовой пластинки (*a*) и по ее ширине (*б*)
Fig. 6. Distribution of *Crataegus* taxa along the length of the leaf blade (*a*) and across its width (*б*)



В оценке декоративных свойств цветков представителей *Crataegus* рассматривались диаметр цветка, окраска лепестков и окраска пыльников (рис. 10). Цветки у большинства изученных

таксонов диаметром 1,36–1,71 см (10 таксонов) (рис. 10, *a*); лепестки белые (18) (рис. 10, *б*); пыльники белые или бледно-желтые (8), розовые (7) (рис. 10, *в*).

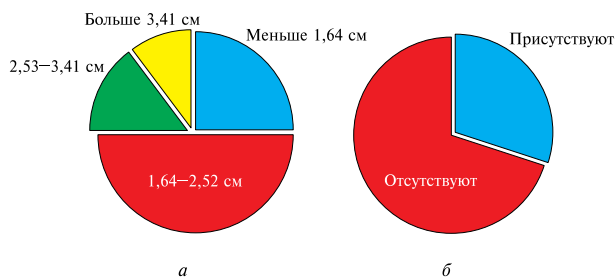


Рис. 9. Распределение изученных таксонов *Crataegus* по длине черешка (а) и по наличию прилистников (б)
Fig. 9. Distribution of the studied *Crataegus* taxa by the stem (a) length and by the presence of stipules (б)

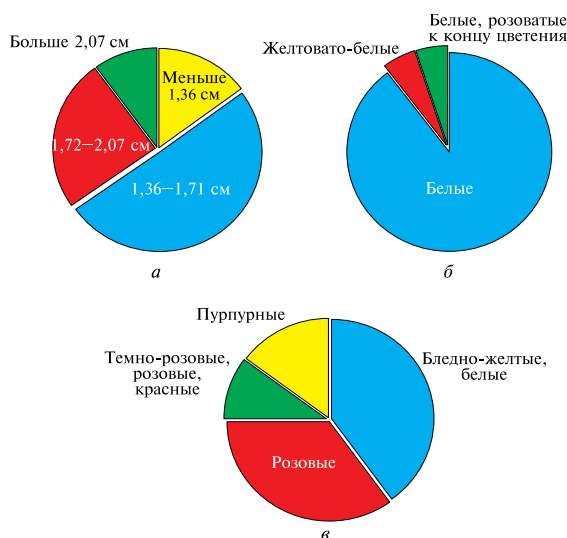


Рис. 10. Анализ декоративности свойств цветков представителей *Crataegus*: а — распределение изученных таксонов *Crataegus* по диаметру цветка; б — по окраске лепестков; в — по окраске пыльников
Fig. 10. The decorative value analysis of the flowers of *Crataegus*: а — the distribution of the studied *Crataegus* taxa by flower diameter; б — by the color of the petals; в — by coloring anthers

При анализе декоративных качеств плодов представителей *Crataegus* учитывались их диаметр, форма, окраска, а также признаки болезни (наличие и цвет точек на плодах боярышников) (рис. 11). У 7 таксонов диаметр плода колеблется в размерах 1,1–1,4 см, у 8 — менее 1,1 см, у 5 — более 1,4 см (рис. 11, а). По форме плоды могут быть эллипсоидальные — 7 таксонов, шаровидные — 3 либо переходных форм: шаровидные или удлиненные — 7, яйцевидные или эллипсоидальные — 3 (рис. 11, б). У большинства таксонов плоды имеют красную (10) или более темную (8) окраску (рис. 11, в). Изображение диаграммы на рис. 11, г показывает, что поражения (точки) на плодах у большинства выделенных таксонов *Crataegus* отсутствуют.

Таким образом, исходя из визуальной оценки признаков и распределению их среди изученных растений, перспективными декоративными

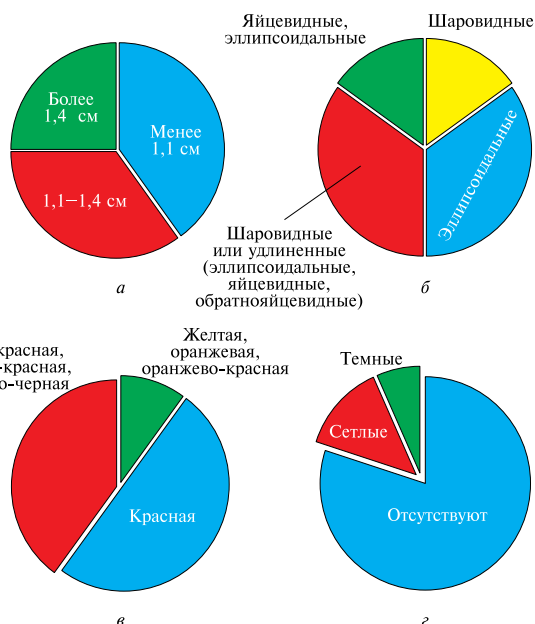


Рис. 11. Анализ декоративности плодов представителей *Crataegus*: а — распределение изученных таксонов *Crataegus* по диаметру плодов; б — по форме плодов; в — по окраске плодов; г — по наличию и цвету точек на плодах
Fig. 11. The decorative value analysis of the fruits of *Crataegus*: а — distribution of the studied *Crataegus* taxa by diameter of fruits; б — by the form of fruits; в — by coloring the fruit; г — by the presence and color of points on the fruit

растениями являются представители 12 таксонов *Crataegus* из коллекции ГБС РАН: *C. ambigua*, *C. crus-galli*, *C. horrida*, *C. laurentiana* var. *brunetiana*, *C. monogyna*, *C. orientobaltica*, *C. pinnatifida*, *C. punctata*, *C. songarica*, *C. submollis*, *C. turcomanica*, *C. wattiana*.

Выводы

При оценке декоративности растений *Crataegus* коллекции дендрария ГБС РАН учитывались следующие признаки декоративности: жизненная форма, высота растения, диаметр ствола(ов) на высоте 1,3 м, форма и плотность кроны, цвет и текстура коры, цвет коры побегов и их опушение, наличие колючек, форма, длина и ширина листовой пластинки, форма листовой пластинки — края, верхушки и основания листовой пластинки, цвет верхней и нижней стороны листовой пластинки, опушение листовой пластинки, длина черешка, наличие прилистников, диаметр цветков, окраска лепестков и пыльников, форма, диаметр и цвет плодов, наличие на них точек, наличие чашелистиков при зрелом плоде.

Для повышения эстетических свойств городских посадок и обогащения визуальной среды в целом рекомендуется выделить 12 таксонов из кол-

лекции дендрария ГБС РАН: *C. ambigua*, *C. crus-galli*, *C. horrida*, *C. laurentiana* var. *brunetiana*, *C. monogyna*, *C. orientobaltica*, *C. pinnatifida*, *C. punctata*, *C. songarica*, *C. submollis*, *C. turcomanica*, *C. wattiana*.

Изученные виды боярышников могут быть рекомендованы для создания солитерных и групповых посадок, аллей, живых изгородей в решении задач зеленого строительства и ландшафтной архитектуры в условиях современного мегаполиса.

Список литературы

- [1] Казарова С. О боярышниках – с уважением // Цветоводство, 2007. № 3. С. 44–47.
- [2] Кузнецов Р.В. Эколого-физиологические аспекты устойчивости растений рода боярышник в городских насаждениях лесостепи Среднего Поволжья: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2009. 20 с.
- [3] Меженский В.Н., Меженская Л.А. Интродукция и селекция нетрадиционных плодовых культур // Садоводство и виноградарство, 2002. № 5. С. 21–23.
- [4] Плотникова Л. Боярышники // В мире растений, 2002. № 11. С. 18–23.
- [5] Храповицкий С.С., Семенютин А.В. Адаптационные возможности боярышников и перспективы их использования в агролесомелиоративных насаждениях // Материалы Научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых «Агролесомелиоративное обустройство агроландшафтов», Волгоград, 18–20 сентября 2007 г. Волгоград: ВНИ агролесомелиоративный институт, 2007. С. 95–98.
- [6] Жидехина Т.В. Сравнительная характеристика интродуцированных видов боярышников в условиях Тамбовской области // Материалы VIII Международной научно-методической конференции «Интродукция нетрадиционных и редких растений», Т. 1. Плодовые, ягодные, редкие и нетрадиционные садовые культуры. Мичуринск, Мичуринский гос. аграрный ун-т, 08–12 июня 2008 г. Воронеж: Кварта, 2008. С. 50–54.
- [7] Никитина А.В., Харитонович Н.Ф. Оценка видового разнообразия рода *Crataegus* в условиях Московской области и его размножение // Научные труды МГУЛ, 2000. Вып. 303. С. 199–203.
- [8] Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / отв. ред. А.С. Демидов. М.: Наука, 2005. 586 с.
- [9] Кентбаева Б.А. Методика визуальной оценки перспективности древесных растений на примере представителей рода *Crataegus* L. // Материалы XIII Международной научной конференции «Плодоводство, семеноводство, интродукция древес. растений», Красноярск, СибГТУ, 8–9 апреля 2010 г. / ред. Р.Н. Матвеева. Красноярск: СибГТУ, 2010. С. 64–68.
- [10] Абдуллина Р.Г., Рязанова Н.А. Методика оценки декоративности видов и сортов рода *Sorbus* // Известия самарского научного центра российской академии наук, 2015. Т. 17. № 4. С. 240–244.
- [11] Котелова Н.В., Виноградова О.Н. Оценка декоративности деревьев и кустарников по сезонам года // Физиология и селекция растений и озеленение городов. М.: МЛТИ, 1974. С. 37–44.
- [12] Остапко В.М., Кунец Н.Ю. Шкала оценки декоративности перифитных видов флоры юго-востока Украины // Интродукция растений, 2009. № 1. С. 18–22.
- [13] Емельянова О.Ю. К методике комплексной оценки декоративности древесных растений // Современное садоводство, 2016. № 3 (19). С. 54–74.
- [14] Савушкина И.Г., Сейт-Аблаева С.С. Методика оценки декоративности представителей рода *Juniperus* L. // Экосистемы, 2015. Вып. 1. С. 97–105.
- [15] Крекова Я.А., Данчева А.В., Залесов С.В. Оценка декоративных признаков у видов рода *Picea* A. Dieter в Северном Казахстане // Современные проблемы науки и образования, 2015. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17204> (дата обращения 30.10.2018).
- [16] Зальвская О.С., Бабич Н.А. Шкала комплексной оценки декоративности деревьев и кустарников в городских условиях на севере // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2012. № 1 (15). С. 96–104.
- [17] Былов В.Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. М.: Наука, 1978. С. 7–31.
- [18] Иванова О.А. Комплексная оценка декоративности зеленых насаждений в городских условиях // Сб. статей VI Межд. науч.- практ. конф., 10 января 2017 г., Пенза / под ред. Г.Ю. Гуляева. Пенза: Наука и Просвещение, 2017. С. 301–304.
- [19] Панина Г.А., Иванова О.А., Чайка Е.С. Сравнительная характеристика декоративности интродуцентов и аборигенных видов древесно-кустарниковых растений в городских условиях // Сб. статей победителей III Межд. науч.- практ. конф., 17 апреля 2017 г., Пенза / под ред. Г.Ю. Гуляева. Пенза: Наука и Просвещение, 2017. С. 238–243.
- [20] Магомедова А.А., Сапукова А.Ч., Караев М.К., Мурсалов С.М. Оценка декоративности древесных растений в зеленых насаждениях общего и ограниченного пользования // Проблемы развития АПК региона, 2015. Т. 21. № 1 (21). С. 28–31.
- [21] Пирогова К.И. К вопросу оценки декоративности древесно-кустарниковых растений. // Вестник ландшафтной архитектуры, 2017. № 12. С. 37–40.

Сведения об авторах

Меер Татьяна Петровна — старший преподаватель, Российский университет дружбы народов, RUDN University, аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), meer-miit@yandex.ru

Гушина Елена Андреевна — Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, elise3003@yandex.ru

Бабаева Елена Юрьевна — канд. биол. наук, доцент Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, RUDN University, babaevaelena@mail.ru

Трусов Николай Александрович — канд. биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина» РАН (ГБС РАН), доцент кафедры декоративного растениеводства и физиологии растений МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), n-trusov@mail.ru

Поступила в редакцию 26.11.2018.

Принята к публикации 09.01.2019.

EVALUATION ON ORNAMENTAL CHARACTERISTICS OF GENUS *CRATAEGUS* L. IN THE N.V. TSITSIN ARBORETUM MAIN BOTANICAL GARDEN OF RAS AND SELECTION OF PROMISING SPECIES IN GREENING IN CONDITIONS OF METROPOLIS

T.P. Meer^{1,3}, E.A. Gushchina², E.Yu. Babaeva³, N.A. Trusov^{1,4}

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

²Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49, Timiryazevskaya st. 127550, Moscow, Russia

³The Peoples' Friendship University of Russia, RUDN University, 6, Miklukho-Maklaya st. 117198, Moscow, Russia

⁴The N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, 4, Botanicheskaya st., 127276, Moscow, Russia

meer-miit@yandex.ru

This study was conducted to consider the issue of assessment the degree of decorative effect for the genus *Crataegus* L. in the collection of arboretum of the N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Science (MBG RAS) as promising plants in green building. A comprehensive assessment of decorative effect for hawthorn plants has been carried out. A technique was used to evaluate the plants on 30 criteria, i.e. habitus of the plant; architectonics of the crown; bark color and texture; color, shape and size of the leaves; size of the flowers, color of the corolla and anther sacs; external appearance attractiveness of the fruit, their size, shape and color. 20 species of *Crataegus* have received a broad comprehensive assessment of decorative value. The results of the study make it possible to recommend some representatives of the genus *Crataegus* with the best ornamental qualities for the use under conditions of metropolis. Among them there are 12 taxa: *C. ambigua*, *C. crus-galli*, *C. horrida*, *C. laurentiana* var. *brunetiana*, *C. monogyna*, *C. orientobaltica*, *C. pinnatifida*, *C. punctata*, *C. songarica*, *C. submollis*, *C. turcomanica*, *C. wattiana*. By using the given type species in green building it will increase the aesthetic quality of woody landscape plants and improve the architectural and artistic appearance of the metropolis.

Keywords: hawthorn, decorative, decorative signs, urban gardening

Suggested citation: Meer T.P., Gushchina E.A., Babaeva E.Yu., Trusov N.A. *Otsenka dekorativnosti predstaviteley roda Crataegus L. v kolleksii dendrariya Glavnogo Botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN i perspektivy ikh ispol'zovaniya v ozelenenii megapolisov* [Evaluation on ornamental characteristics of genus *Crataegus* L. in the N.V. Tsitsin arboretum Main Botanical Garden of RAS and selection of promising species in greening in conditions of metropolis]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 29–36.

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-29-36

References

- [1] Kazarova S. *O boyaryshnikakh – s uvazheniem* [About haws – with respect] *Tsvetovodstvo* [Flower], 2007, no. 3, pp. 44–47.
- [2] Kuznetsov R.V. *Ekologo-fiziologicheskie aspekty ustoychivosti rasteniy roda boyaryshnik v gorodskikh nasazhdeniyakh lesostepi Srednego Povolzhya*. [Ecological and physiological aspects of the life of the forest-steppe of the Middle Volga]. Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk [Author. diss. Cand. Sci. (Biol.)]. Tolyatti, 2009, 20 p.
- [3] Mezhenkiy V.N., Mezhenkiy L.A. *Introduktsiya i selektsiya netraditsionnykh plodovykh kul'tur* [Introduction and selection of non-traditional fruit crops] *Sadovodstvo i vinogradarstvo* [Horticulture and Viticulture], 2002, no. 5, pp. 21–23.
- [4] Plotnikova L. *Boyaryshniki* [Hawthorn]. *V mire rasteniy* [In the world of plants], 2002, no. 11, pp. 18–23.
- [5] Khrapovitskiy S.S., Semenyutina A.V. *Adaptatsionnye vozmozhnosti boyaryshnikov i perspektivy ikh ispol'zovaniya v agrolesomeliativnykh nasazhdeniyakh* [Adaptation possibilities of hawthorn and the prospects for their use in agroforestry plantations] *Agrolesomeliativnoe obustroystvo agrolandshtaftov* [Agroforestry melioration of agrolandscapes]. Volgograd, 18–20 september 2007. Volgograd: VNI agrolesomeliativnyy institut, 2007, pp. 95–98.
- [6] Zhidekhina T.V. *Sravnitel'naya kharakteristika introdutsirovannykh vidov boyaryshnikov v usloviyakh Tambovskoy oblasti* [Comparative characteristics of introduced hawthorn species in the Tambov region]. VIII Mezhdunarodnaya nauchno-metodicheskaya konferentsiya «Introduktsiya netraditsionnykh i redkikh rasteniy» [VIII International Scientific and Methodological Conference «Introduction of non-traditional and rare plants»]. Michurinsk, Michurinskiy gos. agrarnyy un-t 08–12 June 2008. Voronezh: Kvarta, 2008, v. 1. «Fruit, berry, rare and non-traditional garden crops», pp. 50–54.
- [7] Nikitina A.V., Kharitonovich N.F. *Otsenka vidovogo raznoobraziya roda Crataegus v usloviyakh Moskovskoy oblasti i ego razmnozhenie* [Assessment of species diversity of the genus *Crataegus* in the conditions of the Moscow region and its reproduction] *Nauchnye trudy MGUL* [Scientific. tr. Mosk. state University of Forest], 2000, v. 303, pp. 199–203.
- [8] *Drevesnyye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN: 60 let introduktsii* [Woody plants of the N.V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS: 60 years of introduction]. Ed. by A.S. Demidov. Moscow: Science, 2005, 586 p.
- [9] Kentbaeva B.A. *Metodika vizual'noy otsenki perspektivnosti drevesnykh rasteniy na primere predstaviteley roda Crataegus L.* [Methods of visual assessment of the prospects of woody plants on the example of representatives of the genus *Crataegus* L.] *Materialy XIII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya dreves. rasteniy»* [Fruit growing, seed production, introduction of trees]. Krasnoyarsk: SibGTU, 2010, pp. 64–68.
- [10] Abdullina R.G., Ryazanova N.A. *Metodika otsenki dekorativnosti vidov i sortov roda Sorbus* [Methods for assessing the ornamentation of species and varieties of the genus *Sorbus*] *Izvestiya samarskogo nauchnogo tsentra rossiyskoy akademii nauk* [News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2018, v. 20, pp. 240–244.

- [11] Kotelova N.V., Vinogradova O.N. *Otsenka dekorativnosti derev'ev i kustarnikov po sezonam goda* [Evaluation of decorative trees and shrubs for the seasons of the year] *Fiziologiya i selektsiya rasteniy i ozelenenie gorodov* [Physiology and plant breeding and urban greening] Moscow: MFTU, 1974, pp. 37–44.
- [12] Ostapko V.M., Kunets N.Yu. *Shkala otsenki dekorativnosti pertofitnykh vidov flory yugo-vostoka Ukrainy* [The scale for assessing the decorativeness of the pertophic species of the flora of the southeast of Ukraine] *Introduktsiya roslin* [Introduction of plants], 2009, no. 1, pp. 18–22.
- [13] Yemel'yanova O.Yu. *K metodike kompleksnoy otsenki dekorativnosti drevesnykh rasteniy* [To the method of integrated assessment of the decorativeness of woody plants] *Sovremennoye sadovodstvo* [Modern gardening], 2016, no. 3 (19), pp. 54–74.
- [14] Savushkina I.G., Seyt-Ablayeva S.S. *Metodika otsenki dekorativnosti predstaviteley roda Juniperus L.* [Methodology for assessing the decorativeness of representatives of the *Juniperus* L.]. *Ekosistemy* [Ecosystems], 2015, v. 1, pp. 97–105.
- [15] Krekova Ya.A., Dancheva A.V., Zalesov S.V. *Otsenka dekorativnykh priznakov u vidov roda Picea A. Dieter v Severnom Kazakhstane* [Evaluation of decorative features in species of the *Picea* A. Dieter in North Kazakhstan] *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2015, no. 1. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17204> (accessed 30.10.2018).
- [16] Zalyvskaya O.S., Babich N.A. *Shkala kompleksnoy otsenki dekorativnosti derev'yev i kustarnikov v gorodskikh usloviyakh na severe* [The scale of the integrated assessment of the decorativeness of trees and shrubs in urban conditions in the north] *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya* [Bulletin of the Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature use], 2012, no. 1 (15), pp. 96–104.
- [17] Bylov V.N. *Osnovy sravnitel'noy sortootsenki dekorativnykh rasteniy* [Basics of comparative variety estimation of ornamental plants] *Introduktsiya i selektsiya tsvetochno-dekorativnykh rasteniy* [Introduction and selection of flower and ornamental plants]. Moscow: Science, 1978, pp. 7–31.
- [18] Ivanova O.A. *Kompleksnaya otsenka dekorativnosti zelenykh nasazhdeniy v gorodskikh usloviyakh* [Comprehensive assessment of decorative green spaces in urban environments]. *Sbornik statey VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 10 yanvarya 2017 g., Penza* [Collection of articles of the VI International Scientific Practical Conference, January 10, 2017, Penza], Ed. G.Yu. Gulyaev. Penza: Publishing Science and Enlightenment, 2017, pp. 301–304.
- [19] Panina G.A., Ivanova O.A., Chayka Ye.S. *Sravnitel'naya kharakteristika dekorativnosti introdutsentov i aborigennykh vidov drevesno-kustarnikovykh rasteniy v gorodskikh usloviyakh* [Comparative characteristics of decorative introducents and indigenous species of trees and shrubs in urban environments] *Sbornik statey VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 10 yanvarya 2017 g., Penza* [Collection of articles of the VI International Scientific Practical Conference, January 10, 2017, Penza], Ed. G.Yu. Gulyaev. Penza: Publishing Science and Enlightenment, 2017, pp. 238–243.
- [20] Magomedova A.A., Sapukova A.Ch., Karayev M.K., Mursalov S.M. *Otsenka dekorativnosti drevesnykh rasteniy v zelenykh nasazhdeniyakh obshchego i ogranichennogo pol'zovaniya* [Evaluation of the decorativeness of woody plants in green spaces of general and limited use] *Problemy razvitiya APK regiona* [Problems of development of the agro-industrial complex of the region], 2015, v. 21, no. 1 (21), pp. 28–31.
- [21] Pirogova K.I. *K voprosu otsenki dekorativnosti drevesno-kustarnikovykh rasteniy* [On the issue of assessing the decorative trees and shrubs]. *Vestnik landshaftnoy arkhitektury* [Bulletin of landscape architecture], 2017, no. 12, pp. 37–40.

Authors' information

Meer Tatiana Petrovna — Senior Lecturer of the Peoples' Friendship University of Russia, RUDN University, Post-graduate student of BMSTU (Mytishchi branch), meer-miit@yandex.ru

Gushchina Elena Andreevna — Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, elise3003@yandex.ru

Babaeva Elena Yuryevna — Cand. Sci. (Biol.), Associated Professor of the Peoples' Friendship University of Russia, RUDN University, babaevaelena@mail.ru

Trusov Nikolay Alexandrovich — Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher Associate of the laboratory of dendrology of the N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the RAS, Associated Professor at the Chair of Decorative Plant Growing and Plant Physiology of BMSTU (Mytishchi branch), n-trusov@mail.ru

Received 26.11.2018.

Accepted for publication 09.01.2019.

НОВОЕ ИЛИ «НЕХОРОШО» ЗАБЫТОЕ СТАРОЕ В ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЕ XX И НАЧАЛА XXI ВЕКА

В.В. Дормидонтова¹, А.Н. Белкин²

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

²ФГБОУ ВО «Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

v.dormidontova@mail.ru

Рассматриваются истоки современной ландшафтной архитектуры. Приводятся высказывания признанных мастеров советской архитектуры, утверждающие формирование нового стиля в 20–30-е годы в Советском Союзе. Этот стиль проявился в типологии и форме архитектурных сооружений, в живописи, музыке, поэзии, театральном искусстве. В советской ландшафтной архитектуре содержание нового стиля, определяемое социалистической идеей универсального развития личности и коллективной ответственности за благополучие каждого, выразилось в развитии функционализма массовых объектов озеленения — скверов, бульваров, в формировании систем зеленых пространств населенных пунктов, а также в появлении и широком внедрении нового типа общественного сада — многофункционального парка культуры и отдыха. Программным объектом и памятником этого периода стал парк Горького, в создании которого принимали участие К. Мельников, А. Власов, Эль Лисицкий. К 1970-м годам в озеленении населенных пунктов в Советском Союзе была достигнута высокая культура. Объекты озеленения отличались высокой функциональностью и художественной выразительностью. Приведенный иллюстративный ряд, сопоставляющий отечественные проекты начала XX в. и зарубежные сооружения конца XX в., показывает, что архитектура и ландшафтная архитектура стилей минимализма и хай-тек впитали и развили идеи и композиционные приемы, выработанные советскими архитекторами — конструктивистами.

Ключевые слова: конструктивизм, система, зеленые пространства, современный стиль, ландшафтная архитектура

Ссылка для цитирования: Дормидонтова В.В., Белкин А.Н. Новое или «нехорошо» забытое старое в ландшафтной архитектуре XX и начала XXI века // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 37–43. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-37-43

Неоспоримо и признано значение российских художников К. Малевича, В. Кандинского, Л. Лисицкого в развитии современного мирового искусства. Также сильнейший и многое определяющий импульс мировой архитектуре и градостроительству был дан советскими архитекторами в 20–30-е гг. XX в.

«В эти знаменательные для нас, русских, годы нас захватила сильнейшая жажда строить новое счастье для людей ... Мечты взрослых слились с детскими, и опьяняющая фантазия овладела душой художника», К.С. Мельников, 1960-е гг. [1].

«Пытаясь освободиться от традиционных архитектурных образов, стремясь к их полному преодолению, мы искали острого динамичного выражения современности, пронизанного духом борьбы ... в основном в ряде эскизов мы отталкивались от кубизма, который привлекал нас динамикой, простотой геометрических форм, их неожиданными сопоставлениями и контрастами», В.Ф. Кринский, 1967 г. [1].

«Новую эстетику механизированной жизни предложил конструктивизм... Конструктивизм, или функциональный метод, рожден нашей эпохой — эпохой дважды конструктивной: на базе социальной революции, выдвинувшей нового потребителя и кристаллизующей новые хозяйственные

и общественные взаимоотношения, и на базе небывалого роста техники, непрерывных технических завоеваний, создающих исключительные возможности строительства новой жизни», М.Я. Гинзбург, 1924 г. [1].

«Свободный от всяких штампов прошлого ... новый зодчий» создавал новые планы и новые пространственные решения. Большею частью асимметричные, свободные, основанные на функциональной группировке составных элементов и выявлении «развертывающейся в них динамической жизни», М.Я. Гинзбург, 1926 г. [1].

Цель работы

В статье рассматриваются значимые произведения современной ландшафтной архитектуры с целью выявления истоков стилиобразующих идей и композиционных приемов.

Материалы и методы

Объектами сопоставления и композиционного анализа явились, с одной стороны, произведения советских архитекторов и художников 20-х — начала 30-х гг. XX в., с другой стороны, произведения мастеров современной ландшафтной архитектуры, относящиеся к стилистическим направлениям минимализма и хай-тек.

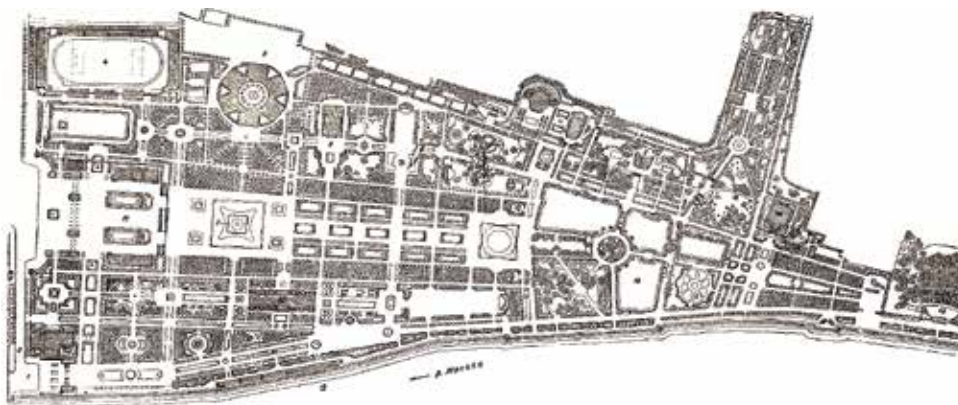


Рис. 1. План ЦПКИО Горького
Fig. 1. Plan of the Gorky Park



a



b

Рис. 2. Парк Ла-Виллет: а — план; б — павильон и панорамный кинотеатр

Fig. 2. Parc La Villette: a — plan; б — pavilion folie and panorama cinema

Результаты и обсуждение

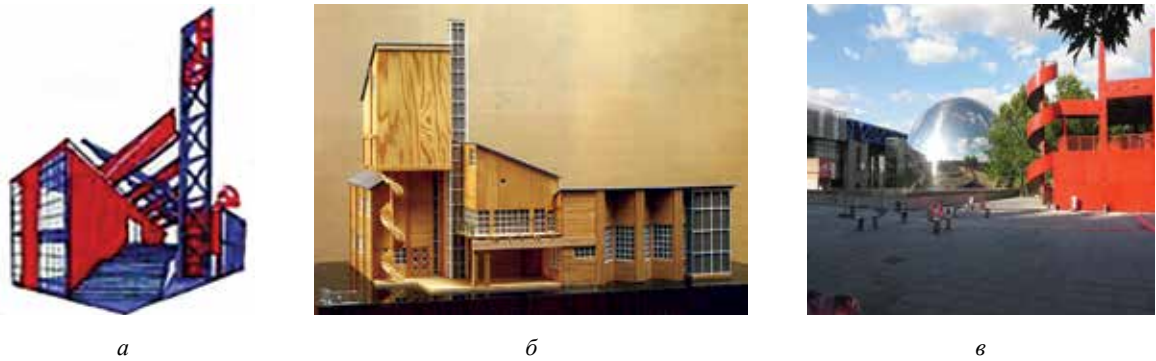
Содержание нового стиля, определяемое социалистической идеей универсального развития личности и коллективной ответственности за благополучие каждого, выразилось в Советской России в развитии функционализма массовых объектов озеленения — скверов, бульваров, в формировании систем зеленых пространств населенных пунктов (архитекторы М. Коржев, М. Прохорова, А. Розенберг, Л. Ильин, А. Власов) [2–5], а также в появлении и широком внедрении нового типа общественного сада — многофункционального парка культуры и отдыха (например, ЦПКИО Горького, архитекторы А. Власов, К. Мельников, Эль Лисицкий) (рис. 1).

«Необычайно велико было противоречие между желаемым и возможным», М.Г. Бархин, 1981 г. [2]. Последствия войн, недостаток необходимых материалов, неразвитость технологий затрудняли строительство. «И поэтому новая архитектура ограничивалась (вынужденно ограничивалась) только проектами, «идеями»» [2].

Новый стиль уже возник, однако для его воплощения недостаточно было реальных построек. «Если бы реализовать все задуманное тогда ... мы обездолили бы искусством несколько поколений. Стихийная сила Судьбы ставила каждого из нас на подобающее ему место, и История должна честно это помнить», К.С. Мельников, 1960-е гг. [1].

«Реализовать все задуманное тогда» стало возможным во второй половине XX в., когда созрели материальные, технические и технологические условия.

К 70-м гг. XX в. в озеленении населенных пунктов в Советском Союзе была достигнута высокая культура [3–12]. Объекты озеленения отличались высокой функциональностью и художественной выразительностью. Уровень озеленения городов согласно укрупненным показателям составлял 40–50 % от площади территории города, что близко мировоззрению экоцентризма.



a

б

в

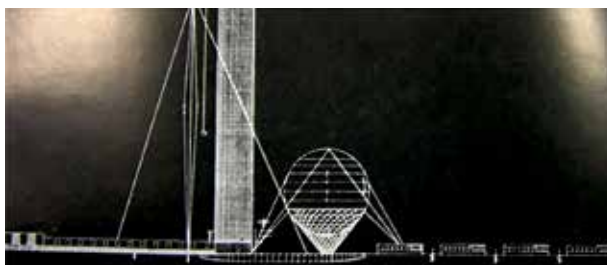
Рис. 3. Выставочные павильоны Творческие приемы в работах К. Мельникова, 1923–1925 гг., (*a, б*); выставочный павильон Б. Чуми, 1988–1992 гг., (*в*)
Fig. 3. Exhibition pavilions of K. Melnikov, 1923–1925, (*a, б*); B. Tschumi, 1988–1992, (*в*)



a



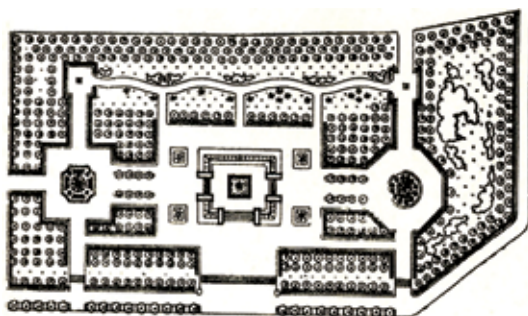
б



в



г



д



е

Рис. 4. Сопоставление отечественных проектов начала XX в. и зарубежных сооружений конца XX — начала XXI века: *a* — Архитектурные фантазии, Я. Черников, 1930 г. и *б* — современная архитектура Парижа; *в* — проект института им. В.И. Ленина, И. Леонидов, 1927 г. и *г* — композиционный центр сада Атлантик в Париже, 1994 г.; *д* — эскиз сквера на шоссе Энтузиастов, Ю.С. Гриневицкий, 1930-е гг. и *е* — эскиз сада Атлантик в Париже, М. Пена, Ф. Брун, 1994 г.
Fig. 4. Domestic projects comparison of the beginning of XX century and foreign constructions of the end of the 20th — the beginning of the 21st century: *a* — Architectural fantasies, J. Chernikhov, 1930 and *б* — modern architecture of Paris; *в* — the project of the Lenin Institute, I. Leonidov, 1927 and *г* — the compositional center of the Atlantic garden in Paris, 1994; *д* — sketch of a public garden on Entuziastov Motorway, Yu.S. Grinevitsky, 1930s and *е* — sketch of the Jardin Atlantique in Paris, M. Pena, F. Brun, 1994

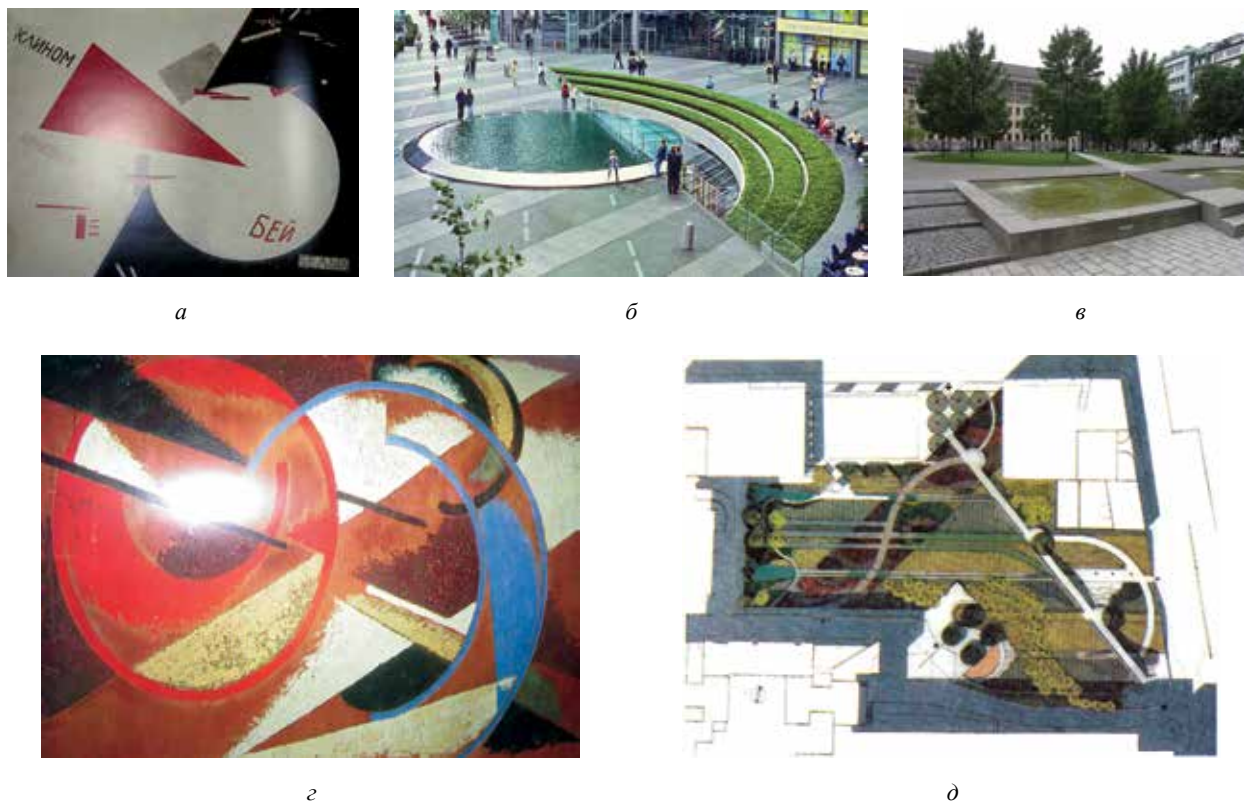


Рис. 5. Сопоставление отечественных композиций начала XX в. и зарубежных композиций конца XX — начала XXI века: *a* — Клином красным бей белых! Л. Лисицкий, 1920 г.; *б* — Sony-центр, Берлин, П. Уокер, 1990-е гг.; *в* — сквер на Элизенштрассе, Мюнхен, 1990-е гг.; *г* — Динамическое построение, Л. Попова, 1919 г.; *д* — сад Жоан Миро, Л. Грюниг-Трибель, 1989 г., Париж

Fig. 5. Comparison of domestic arrangements of the beginning of the XX century and foreign compositions of the end of the XX — the beginning of the XXI century: *a* — By red V formation beat the whites! L. Lissitzky, 1920; *б* — Sony Center, Berlin, P. Walker, 1990s; *в* — square on Elizensstrasse, Munich, 1990s; *г* — Dynamic construction, L. Popova, 1919; *д* — garden Joan Miro, L. Grünig-Triebel, 1989, Paris

В то время, как в наших ПКиО выросло несколько поколений, в Европе первый многофункциональный парк Ла-Виллет был построен в Париже в результате международного конкурса только в 1988 г. Архитектор Б. Чуми писал, что работая над проектом, он приезжал в Советский Союз и изучал архитектуру К. Мельникова и парки культуры и отдыха. Ла-Виллет был объявлен первым образцом стиля хай-тек и моделью парка XXI века [13, 14].

В основе планировочной композиции парка участвуют простые геометрические формы, легкие линейные элементы: квадрат, круг, треугольник, прямая, точка. Остроту вносит контраст между жесткой геометричностью форм и извилистой линией прогулочной трассы (рис. 2, *а*).

Эти простые геометрические формы также организуют пространственную композицию: огромная сфера панорамного кинотеатра, музей науки и техники, а также павильоны контрастного красного цвета, напоминающие выставочные павильоны К. Мельникова (рис. 2, *б*). Очевидно, что хорошо были усвоены творческие приемы

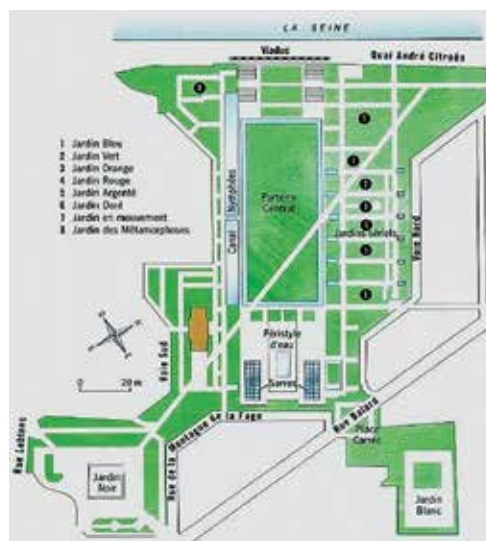
К.С. Мельникова, о которых он писал: «Лучшими моими инструментами были симметрия вне симметрии, беспредельная упругость диагонали, полноценная художественная тяжесть консоли» [1] (рис. 3, *а*, *б*).

Сопоставление следующих композиций подтверждает высказывание М. Бархина: «Художники ... создававшие прообразы будущего — «архитектоны» и супрематические макеты «слепой архитектуры», показали путь к «чистой» объемно-пространственной композиции в архитектуре» [2, 15–20] (рис. 4, 5).

Возможно, и композиция парка Андре Ситроена (Ж. Клеман, А. Прово, П. Берже, 1992 г.) навеяна работой К. Малевича «Смягченная конструкция» (рис. 6). Центральный прямоугольник стал зеленым партером. Квадратная сетка (слева у Малевича) превратилась в тематические сады (справа на плане) — Голубой, Зеленый, Оранжевый, Красный, Серебряный, Сад движения, Сад метаморфоз. И, наконец, все пространство пересекает и связывает диагональ — парковая дорожка.



a



б



в

Рис. 6. Сопоставление работы К. Малевича «Смягченная конструкция» (а) и композиции плана Андре Ситроена (б); вид парка (в)

Fig. 6. Comparison of the work of K. Malevich «Softened construction» (a) and plan of André Citroën park (б); view of the park (в)

Выводы

О метаморфозах формирования и истоках нового стиля К. Мельников в 1964 г. написал следующее: «Сорок лет мы терзали себя и архитекторов мира 20-ми годами. Несомненно, те годы знамениты тем, что наша страна несла в себе Великую тайну. Ничто бы нам не мешало самодержавно нести заслуженный в Архитектуре приоритет, если бы мы сами себя не прятали от созданных нами же Светлых лучей Архитектуры» [1].

Приведенный иллюстративный ряд, сопоставляющий отечественные проекты начала XX в. и зарубежные сооружения конца XX — начала XXI века, показывает, что современная ландшафтная архитектура стилистических направлений минимализма и хай-тек впитали и развили идеи и композиционные приемы, выработанные советскими архитекторами-конструктивистами и рационалистами, а также художниками-авангардистами в начале XX века.

Список литературы

- [1] Мастера советской архитектуры об архитектуре / под ред. М.Г. Бархина. М.: Искусство, 1975. Т. 1. 541 с.
- [2] Бархин М.Г. Метод работы зодчего. М.: Стройиздат, 1981. 216 с.
- [3] Прохорова М.И. Городской сквер. М.: Государственное архитектурное издательство, 1946. 60 с.
- [4] Залеская Л.С., Микулина Е.М. Ландшафтная архитектура. М.: Стройиздат, 1979. 240 с.
- [5] Теодоронский В.С., Горбатова В.И., Горбатов В.И. Озеленение населенных мест с основами градостроительства. М.: Академия, 2011. 128 с.
- [6] Григорян А.Г. Ландшафт современного города. М.: Стройиздат, 1986. 136 с.
- [7] Белкин А.Н. Городской ландшафт. М.: Высшая школа, 1987. 111 с.
- [8] Белкин А.Н. Перспективное направление развития градостроительной культуры в России // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2015. № 5. Т. 19. С. 17–22.
- [9] Дормидонтова В.В. История садово-парковых стилей. М.: Архитектура–С, 2004. 208 с.
- [10] Дормидонтова В.В. Этапы формирования сада XXI века // Архитектон: известия вузов. 2012. № 1 (37). URL: http://archvuz.ru/2012_1/19 (дата обращения 12.12.2018).

- [11] Дормидонтова В.В. Минимализм в садово-парковом искусстве // Архитектон: известия вузов. 2012. № 2 (38). URL: http://archvuz.ru/2012_2/17 (дата обращения 12.12.2018).
- [12] Дормидонтова В.В. Взаимодействие архитектурных и природных форм в архитектурно-ландшафтной композиции // Вестник ландшафтной архитектуры. 2018. № 13. С. 18–24.
- [13] Дормидонтова В.В. Конструктивизм и ландшафтная архитектура конца XX–XXI века // Вестник ландшафтной архитектуры. 2016. № 8. С. 27–34.
- [14] Tschumi B. *Cinegramme Folie: Le Parc de la Villette*. Princeton, NJ: Princeton Architectural Press, 1988, 64 p.
- [15] Helphand Kenneth I. Landscape as cinema // Landscape Architecture, 1988, no. 5, v. 78, pp. 30, 31.
- [16] Jarrasse D. *Grammaire Des Jardins Parisiens*. Paris: Parigramme, 2007, 271 p.
- [17] Bradley-Hole C. *The Minimalist Garden*. London: Mitchell Beazley, 1999, 207 p.
- [18] Clemens M. A New Europe. Gift from the Sea // Landscape Architecture, 1995, no. 10, p. 60.
- [19] Wilson A. *Influential Gardeners*. London: Mitchell Beazley, 2002, 192 p.
- [20] Baumeister N. *New Landscape architecture*. Berlin: Braun, 2007, 352 p.

Сведения об авторах

Дормидонтова Виктория Владиславовна — канд. архитектуры, член Союза архитекторов РФ, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), v.dormidontova@mail.ru

Белкин Александр Николаевич — канд. архитектуры, член Союза архитекторов РФ, профессор кафедры архитектуры Московского государственного строительного университета, an.belkin@mail.ru

Поступила в редакцию 14.12.2018.

Принята к публикации 09.01.2019.

THE NEW OR WRONG FORGOTTEN ORIGINAL IN LANDSCAPE ARCHITECTURE OF XX AND THE BEGINNING OF XXI CENTURY

V.V. Dormidontova¹, A.N. Belkin²

¹BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institut'skaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

²Moscow State Building University (NIU MGSU), 26, Yaroslavl highway, 129337, Moscow, Russia

v.dormidontova@mail.ru

The contemporary landscape architecture style origins are examined in the article. The quotations of well-known masters of the Soviet architecture via different years, affirming the formation of a new style in 20–30-es in Soviet Union are placed. This style revealed in typology and form of the architecture, in the art of painting, music, poetry, theatre. In the Soviet landscape architecture the essence of a new style, determined by the socialist idea of universal development of each person and collective responsibility for wellbeing of everybody, expressed in creating in terms of Functionalism mass objects of green spaces — square gardens, boulevards, urban green spaces systems and appearance and spreading of a new type of public garden — multifunctional park of culture and leisure. The program object and a memory monument became the Gorky Park, created by K. Melnikov, A. Vlasov, L. Lisitski. Up to 70-es the high level in planting culture was achieved in the Soviet Union. Green spaces were characterized by functionality and esthetic expressiveness. Illustrative material is given to compare home projects of the beginning of the XX century, and foreign objects of the end of the XX century, shows that contemporary architecture and landscape architecture of Minimalism and High-Tech absorbed and developed ideas and compositional methods, worked out by the Soviet architects — constructivists.

Keywords: Constructivism, system, green spaces, contemporary style, landscape architecture

Suggested citation: Dormidontova V.V., Belkin A.N. *Novoe ili nekhoroшо zabytoe staroe v landshaftnoy arkhitekture XX i nachala XXI veka* [The new or wrong forgotten original in landscape architecture of XX and the beginning of XXI century]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 37–43. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-37-43

References

- [1] *Mastera sovet'skoi arkhitekтуры ob arkhitekтуре* [Masters of soviet architecture about architecture]. Ed. M.G. Barkhin. Moscow: Iskustvo, 1975, v. 1, 541 p.
- [2] Barkhin M.G. *Metod raboty arkhitekтора* [The method of architect's work]. Moscow: Stroyizdat, 1981, 216 p.
- [3] Prokhorova M.I. *Gorod'skoi skver* [City square garden]. Moscow: Gosudarstvennoe arkhitekturnoe izdatel'stvo, 1946, 60 p.
- [4] Zalesskaya L.S., Mikulina E.M. *Landshaftnaya arkhitekтура* [Landscape Architecture]. Moscow: Stroyizdat, 1979, 240 p.

- [5] Teodoronskii V.S., Gorbatova V.I., Gorbatov V.I. *Ozelenenie naselyonnykh mest s osnovami gradostroitel'stva* [Green spaces in living places with the beginnings of town planning]. Moscow: Akademiya, 2011, 128 p.
- [6] Grigoryan A.G. *Landshaft sovremennogo goroda* [Landscape of a modern town]. Moscow: Stroyizdat, 1986, 136 p.
- [7] Belkin A.N. *Gorodskoi landshaft* [Town Landscape]. Moscow: Vysshaya shkola, 1987, 111 p.
- [8] Belkin A.N. *Perspektivnoye napravlenie razvitiya gradostroitel'noi kul'tury v Rossii* [The perspective direction of urban planning culture development in Russia]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, 2015, no. 5, v. 19, pp. 17–22.
- [9] Dormidontova V.V. *Istoriya sadovo-parkovykh stilei* [History of garden styles]. Moscow: Arkhitektura–S, 2004, 208 p.
- [10] Dormidontova V.V. *Etapy formirovaniya sada XXI veka* [The stages of a XXI century garden formation]. *Arkhitekton. Izvestiya vuzov*, 2012, no. 1 (37). Available at: http://archvuz.ru/2012_1/19 (accessed 12.12.2018).
- [11] Dormidontova V.V. *Minimalizm v sadovo-parkovom iskusstve* [Minimalism in the art of gardenning]. *Arkhitekton. Izvestiya vuzov*, 2012, no. 2 (38). Available at: http://archvuz.ru/2012_2/17 (accessed 12.12.2018).
- [12] Dormidontova V.V. *Vzaimodeystvie arkhitekturnykh i prirodnykh form v arkhitekturno-landshaftnoy kompozitsii* [The interaction of architectural and natural forms in architectural landscape composition]. *Vestnik landshaftnoy arkhitektury* [Bulletin of landscape architecture], 2018, no. 13, pp. 18–24.
- [13] Dormidontova V.V. *Konstruktivizm i landshaftnaya arkhitektura kontsa XX–XXI veka* [Constructivism and the landscape architecture of the end of the XX–XXI centuries]. *Vestnik landshaftnoy arkhitektury* [Bulletin of landscape architecture], 2016, no. 8, pp. 27–34.
- [14] Tschumi B. *Cinegramme Folie: Le Parc de la Villette*. Princeton, NJ: Princeton Architectural Press, 1988, 64 p.
- [15] Helphand Kenneth I. Landscape as cinema. *Landscape Architecture*, 1988, no. 5, v. 78, pp. 30, 31.
- [16] Jarrasse D. *Grammaire Des Jardins Parisiens*. Paris: Parigramme, 2007, 271 p.
- [17] Bradley-Hole C. *The Minimalist Garden*. London: Mitchell Beazley, 1999, 207 p.
- [18] Clemens M. A New Europe. Gift from the Sea. *Landscape Architecture*, 1995, no. 10, p. 60.
- [19] Wilson A. *Influential Gardeners*. London: Mitchell Beazley, 2002, 192 p.
- [20] Baumeister N. *New Landscape architecture*. Berlin: Braun, 2007, 352 p.

Authors' information

Dormidontova Victoria Vladislavovna — Cand. Sci. (Architecture), member of the Union of Architects of Russian Federation, Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), v.dormidontova@mail.ru

Belkin Aleksandr Nikolaevich — Cand. Sci. (Architecture), member of the Union of Architects of Russian Federation, Professor of the Moscow State University of Civil Engineering, an.belkin@mail.ru

Received 14.12.2018.

Accepted for publication 09.01.2019.

ОЦЕНКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АРХИВНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ ВАЛЕНТИНОВСКОГО ПИТОМНИКА МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА (МЫТИЩИНСКИЙ ФИЛИАЛ)

В.А. Фролова, О.В. Чернышенко, И.Ш. Сафиуллин

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

frolova@mgul.ac.ru

Приведены итоги инвентаризации архивных клонов и маточных плантаций Валентиновского питомника МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал). Питомник является производственной базой для учебных практик студентов, а также местом применения научно-исследовательских разработок ученых высшего учебного заведения лесотехнической специализации. Свои исследования здесь проводили известные ученые, профессора: А.С. Яблоков, И.С. Мелехов, А.Я. Любавская и многие другие. Ассортимент выращиваемых видов состоит из аборигенных видов и видов-интродуцентов. Древесные виды-интродуценты представлены туей западной (*Thuja occidentalis* L.), елью колючей (*Picea pungens* Engelm.), жетсугой Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), лиственницами сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), даурской (*L. gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), японской (*L. kaempferi* (Lamb.) Carriere), сосной кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), пихтой сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), дубом красным (*Quercus rubra* L.), кленами приречным (*Acer ginnala* (Maxim.) Maxim.) и сахарным (*Acer saccharum* Marshall), орехом серым (*Juglans cinerea* L.), бархатом амурским (*Phellodendron amurense* Rupr.), конским каштаном обыкновенным (*Aesculus hippocastanum* L.) и др. В 2017–2018 гг. были исследованы архивные коллекции, заложенные в 60–70-е гг. Маточная коллекция дуба красного, 179 деревьев, находится в хорошем состоянии. Маточные коллекции псевдотсуги Мензиса и лиственницы находятся также в хорошем состоянии. Маточная коллекция ольхи черной каповой формы состоит из 90 деревьев I категории состояния; большинство деревьев с хорошо выраженными капями. Маточная коллекция тополей располагается на 3,5 га площади. К сожалению, больше 45 % деревьев представляет собой сухостой прошлых лет; оставшиеся деревья в хорошем состоянии. Маточные плантации березы карельской: выявлены признаки карельской березы высокоствольной крупноузорчатой и шаровидно-утолщенной форм, короткоствольной и кустовидной форм. Маточная коллекция осины (тополя дрожащего): для оценки деревьев на зараженность сердцевидной гнилью был проведен дендрохронологический анализ, который позволил выбрать высокопродуктивные устойчивые экземпляры осины для дальнейшего размножения. Маточные плантации Валентиновского питомника позволяют создавать высококачественный посадочный материал большого числа видов древесных растений с заранее известными свойствами.

Ключевые слова: коллекции деревьев, заданные хозяйственные свойства, плюсовые деревья

Ссылка для цитирования: Фролова В.А., Чернышенко О.В., Сафиуллин И.Ш. Оценка и перспективы использования архивных коллекций Валентиновского питомника МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 44–51. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-44-51

Одним из методов сохранения уникальных древесных растений с заданными хозяйственными свойствами является создание маточных коллекций, архивов клонов плюсовых деревьев, испытательных, географических, популяционно-экологических культур [1–4]. Их можно использовать для получения посадочного материала ценных генотипов деревьев, а также при создании лесных культур и промышленных плантаций [5]. Рациональное хозяйственное использование коллекций, направленное на получение высококачественных саженцев ценных древесных пород с заданными признаками устойчивости и продуктивности, позволяет создавать быстрорастущие насаждения для производства узорчатой древесины, использовать растения для зеленого строительства [6–8], проводить селекционные работы [9–14].

Цель работы

На данном уровне исследования цель работы — провести инвентаризацию всех архивных клонов

и маточных плантаций Валентиновского питомника МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал).

Материалы и методы

Валентиновский лесной питомник был основан в 1946 г., а в 1961 г. по приказу Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР вошел в состав Щелковского учебно-опытного лесхоза МЛТИ. Он стал производственной базой для учебных практик студентов, а также местом применения научно-исследовательских разработок ученых высшего учебного заведения лесотехнической специализации. Свои исследования здесь проводили известные ученые, профессора: А.С. Яблоков, И.С. Мелехов, А.Я. Любавская и многие другие. В настоящее время питомник является одной из учебно-производственных баз МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал).

При создании питомника учитывался благоприятный микроклимат данного участка, положительно влияющий на рост и развитие посадочного материала. Это близость водного источника, глубина залегания грунтовых вод (не менее 3–4 м), почвы достаточно плодородные, содержание гумуса не менее 2 %. Специально для защиты территории от сухих юго-восточных и холодных северных ветров питомник окружен посадкой деревьев с трех сторон на расстоянии, равном тройной высоте деревьев.

Ведущее направление деятельности Валентиновского питомника является организация учебного процесса по выращиванию древесных декоративных растений и различных видов и форм травянистых многолетников, используемых для создания объектов ландшафтной архитектуры. Ассортимент выращиваемых видов состоит из аборигенных видов для использования в Европейской части России и видов-интродуцентов. Древесные виды-интродуценты представлены туей западной (*Thuja occidentalis* L.), елью колючей (*Picea pungens* Engelm.), лжетсугой Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), лиственницами сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), даурской (*L. gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), японской (*L. kaempferi* (Lamb.) Carrière), сосной кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), пихтой сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), дубом красным (*Quercus rubra* L.), кленами приречным (*Acer ginnala* (Maxim.) Maxim.) и сахарным (*Acer saccharum* Marshall), орехом серым (*Juglans cinerea* L.), бархатом амурским (*Phellodendron amurense* Rupr.), конским каштаном обыкновенным (*Aesculus hippocastanum* L.) и др.

В 2017–2018 гг. авторами были исследованы архивные коллекции, заложенные в 60–70-е гг. прошлого столетия ведущими учеными МЛТИ. Визуально определялись таксационные показатели, по сумме признаков оценивалось состояние деревьев, определялись декоративные качества дерева, наличие изменений в росте, особые морфологические признаки.

Результаты и обсуждение

Маточная коллекция дуба красного (северного) (рис. 1). Самый распространенный североамериканский дуб в культуре. В Центральной Европе вид характеризуется устойчивостью к заболеваниям, зимостойкостью, газоустойчивостью, декоративен, его древесина не уступает по качеству древесине бука. На территории питомника произрастают 179 деревьев, сохранившихся из высаженных в 1961 г. 1000 шт. Средняя категория состояния деревьев — 2, встречаются мертвые скелетные ветви, повреждения корневых лап и ствола, механические повреждения,



Рис. 1. Коллекция дуба красного
Fig. 1. The collection of Red oak



Рис. 2. Коллекция псевдотсуги Мензиса
Fig. 2. The collection of Douglas Menzies



Рис. 3. Коллекция лиственницы
Fig. 3. The collection of Larch



Рис. 4. Коллекция ольхи черной
Fig. 4. The collection of Black alder

единичные водяные побеги, морозобойные трещины, дупла. Саженцы данного вида используются на объектах ландшафтной архитектуры: деревья достаточно газоустойчивы, выдерживают уплотнение почвы, устойчивы к поражению фитопатогенами и энтомовамителям в экстремальных городских условиях.

Маточная коллекция псевдотсуги Мензиса (дуглассии) (рис. 2). Для деревьев 60-летнего возраста данного вида без признаков ослабления характерна 1 категория состояния. В своих

природных условиях (западные районы Канады и США) дуглассия является основной породой высокопродуктивных лесов, растет быстро, отличается качественной древесиной, также хорошо растет во многих регионах России [5]. Для данного вида разработана технология клонального микроразмножения. Во Франции закладываются промышленные плантации дуглассии посадочным материалом, полученным биотехнологическим путем. Посадочный материал питомника, выращиваемый из семян, адаптирован к условиям Подмосковья и может использоваться для улучшения состава и структуры лесов рекреационного назначения данного региона, а также для разных типов ландшафтных посадок.

Маточная коллекция лиственницы (рис. 3). Род Лиственница является одним из наиболее распространенных в лесах России, который ценится за быстроту роста, высокое качество древесины и широко культивируется. Яблоковым А.С. в 1935 г. велась работа по гибридизации лиственницы и получены быстрорастущие гибриды с прямыми стволами, хорошо адаптированные к условиям Подмосковья. На территории питомника были обследованы 14 деревьев лиственницы европейской, японской, даурской 50-летнего возраста: все деревья 1 категории состояния без признаков ослабления, семена используются при выращивании посадочного материала.

Маточная коллекция ольхи черной каповой формы (рис. 4). Ольха используется в фанерном, мебельном производствах, при изготовлении паркетных досок и др. Ольха обладает способностью фиксировать атмосферный азот, поэтому древесные породы, высаживаемые вместе с ольхой, создают насаждения более высокой продуктивности, чем чистые. Ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) исследуется в 16 странах Европы на предмет сохранения генофонда в рамках рабочей сети по благородным лиственным породам (Noble Hardwoods Network) [5]. Были обследованы 90 деревьев, среди них 6 деревьев составляют древостой прошлых лет. Встречаются многоствольные формы ольхи. Средняя категория состояния деревьев составила 1 категорию, без признаков ослабления. Встречаются деревья с хорошо выраженными прикорневыми капами, капы на стволе и на ветвях различных размеров, изгибы ствола с признаками утолщения, наплывы без почек, лироствольная форма, спящие почки на стволе, водяные побеги. Каповые формы деревьев можно размножить прививками, отводками и черенкованием, биотехнологическим путем *in vitro*.

Маточная коллекция тополей (рис. 5). Вид привлекает лесоводов быстротой роста, легкостью размножения, возможностью использовать

для производства древесины, а также для создания защитных, городских и рекреационных насаждений. Деревья 50-летнего возраста занимают 3,5 га площади. Виды тополей: тополь лавролиственный, черный, бальзамический, некоторые виды селекции А.С. Яблокова. К сожалению, больше 45 % деревьев представляет собой сухостой прошлых лет, уже давно лежащий на земле. Среди обследованных 89 деревьев 6 % составляют сухостой прошлых лет, 94 % деревьев имеют категорию состояния 1,3. Клоновый архив тополей был создан в 70-е годы прошлого века для сравнительного изучения и оценки продуктивности различных клонов (видовых и гибридных). Из оставшихся экземпляров можно выделить наиболее перспективные для плантационного выращивания и использования на объектах ландшафтной архитектуры.

Для выявления наиболее устойчивых деревьев необходимо провести анализ информации годичных колец. Дендрохронологическая информация позволит провести ретроспективный мониторинг продуктивности каждого дерева, выявить закономерности роста дерева, его устойчивость в годы влияния экстремальных экологических факторов. Полученные данные могут быть в дальнейшем использованы при разработке технологии создания и выращивания тополевых плантаций.

Маточные плантации березы карельской (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Merclin)) (рис. 6). Карельская береза ценится за красивую текстуру древесины, используемую для производства дорогостоящей мебели и в художественных промыслах. В Карелии естественные и лучшие искусственные насаждения переведены в категорию заказников. С целью акклиматизации и разведения данного вида профессора МЛТИ А.С. Яблоков, А.Я. Любавская и другие заложили, начиная с 1950 г., более 100 га культур березы карельской в Московской области. Учеными были разработаны методы выращивания высококачественных плантаций карельской березы с использованием внутривидовой гибридизации и отбором лучших форм. Любавская А.Я. использовала метод клонового сортводства с вегетативным размножением путем отбора в природе и среди гибридных растений плюсовых деревьев карельской березы.

На территории Валентиновского питомника были заложены чистые культуры, а также смешанные с тополем дрожающим (осиной). При посадках использовался посадочный материал с улучшенными наследственными свойствами, а также прием предпосадочной сортировки. Культуры создавались 1–2-летними сеянцами и 4-летними саженцами, выращенными в условиях открытого грунта. Тип условий произрастания В₂–С₂. Рубки ухода не проводились. Выявлены



Рис. 5. Коллекция тополей
Fig. 5. The collection of poplar



Рис. 6. Коллекция березы карельской
Fig. 6. The collection of Karelian birch



Рис. 7. Коллекция осины
Fig. 7. The collection of Aspen

признаки карельской березы высокоствольной крупноузорчатой и шаровидно-утолщенной форм, короткоствольной и кустовидной форм.

Необходимо отметить, что деревья кустовидной формы составляют сухостой прошлых лет. Эти деревья отличались наименьшей высотой, т. е. пониженным ростом по сравнению с другими формами. Уникальный опыт по выращиванию деревьев карельской березы с узорчатой древесиной необходимо продолжить с целью сохранения генетических ресурсов внутривидового разнообразия данного вида. Получить древесину определенной структуры по узору, цвету и другим качествам можно при создании плантации, используя методы вегетативного размножения. Методами клонального размножения растений с применением современных биотехнологий можно сохранить эту коллекцию для дальнейшего создания плантаций узорчатых форм древесины [15].

Маточная коллекция осины (тополя дрожащего) (рис. 7). Древесина осины широко используется в спичечной промышленности, для изготовления фанеры, является ценным сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности и других производств. Профессором А.С. Яблоковым и его учеником Б.Н. Владимировым был предложен метод отбора быстрорастущих и устойчивых к гнили форм осины [8, 16, 17]. Ученые нашли перспективные клоны и экземпляры осины для

их размножения в Монзенском и Вожегодском леспромпхозах Вологодской области. Владимировым Б.Н. было изучено 6309 га осинников по происхождению корнеотпрысковых. В осинниках I–IV классов возраста, при средней и высокой производительности, сердцевинная гниль деревьев осины встречалась крайне редко. До 36–38-летнего возраста среди клонов встречались единичные больные деревья. До 50 лет зараженность всех клонов составила 14–18 %. Массовое заболевание сердцевинной гнилью естественно растущих осинников наблюдалось только с V класса возраста.

Исследования Б.Н. Владимирова и А.С. Яблокова в осинниках Вологодской и других областях, произрастающих в суровых климатических условиях, показали, что экономически целесообразно получение здоровой деловой древесины в естественных лесах. На основе этих исследований был заложен экспериментальный участок в 1962 г.; использовались корневые отпрыски с корней, отходящих от пней маточных осин без гнили.

Для оценки деревьев на зараженность сердцевинной гнилью был проведен дендрохронологический анализ, который позволил выбрать высокопродуктивные устойчивые экземпляры осины для дальнейшего размножения [18]. Создание быстрорастущих плантаций осины на основе выбора лучших деревьев с увеличенным выходом древесины позволяет решить проблему устойчивого лесопользования и лесовосстановления в лесах различного целевого назначения [19, 20].

Выводы

Маточные плантации Валентиновского питомника позволяют создавать высококачественный посадочный материал большого числа видов древесных растений с известными заранее свойствами. Технологические разработки в этой области могут использоваться для создания высокопродуктивных лесных плантаций, например, для получения ценной древесины. Современные технологии получения посадочного материала позволяют решить проблемы сохранения биоразнообразия, устойчивости видов, усиливая при этом экологические функции плантационных лесных насаждений.

Список литературы

- [1] Высоцкий А.А., Землянухина О.А., Кострикин В.А., Машкина О.С., Нечаева М.А., Паничев Г.П., Ширнин В.К. Внедрение в лесохозяйственную практику научных разработок селекционного лесоводства // Мат. Междунар. научн.-практ. конф. «Инновации и технологии в лесном хозяйстве», Санкт-Петербург, ФГУ «СПбНИИЛХ», 22–23 марта 2011 г. СПб.: ФГУ «СПбНИИЛХ», 2011. Вып. 1 (24). Ч. 1. С. 45–49.

- [2] Гордеева Е.М. Право и политика Европейского Союза в области лесного хозяйства // Лесное хозяйство, 2014. № 6. С. 17–19.
- [3] Желдак В.И. Лесные плантации в системе лесоводства // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2017. № 3 (35). С. 5–25.
- [4] Лукина Н.В., Исаев А.С., Крышень А.М., Онучин А.А., Сиринов А.А., Гагарин Ю.Н., Барталев С.А. Приоритетные направления развития лесной науки как основы устойчивого управления лесами // Лесоведение, 2015. № 4. С. 243–254.
- [5] Царев А.П., Погиба С.П., Тренин В.В. Селекция и репродукция лесных древесных пород. М.: Логос, 2003. 520 с.
- [6] Любавская А.Я. Лесная селекция и генетика. М.: Лесная промышленность, 1982. 288 с.
- [7] Кулагин Д.В., Константинов А.В., Кирьянов П.С., Карунос А.С. Некоторые аспекты воспроизводства редких и декоративных представителей рода *Betula in vitro* для получения посадочного материала // Сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Биотехнология: достижения и перспективы развития» Пинск, Полесский ГУ, 7–8 декабря 2017 г. Пинск: Полесский ГУ, 2017. С. 24–26.
- [8] Яблоков А.С. Селекция древесных пород. М., Л.: Гослесбумиздат, 1952. 216 с.
- [9] Комплексная программа «Развитие биотехнологий в Российской Федерации до 2030 г.» (БИО-2020), 2012. Утверждена Постановлением Правительства № 1853-П от 24 апреля 2012 г. URL: <http://www.biorosinfo.ru/ВЮ2020.pdf> (дата обращения 05.12.2018 г.).
- [10] Писаренко А.И., Страхов В.В. Перспективы развития лесных плантаций как основы лесовосстановления // Лесное хозяйство, 2014. № 5. С. 2–6.
- [11] Семериков Л.Ф. О генетико-селекционном аспекте сохранения и улучшения лесов России // Лесохозяйственная информация, 1998. № 9–10. С. 3–12, 29–39.
- [12] Титов Е.В. Плантационное лесоводство. Воронеж: ВГЛТА, 2012. 127 с.
- [13] Improvement of Larch (*Larix sp.*) for Better Growth, Stem Form and Wood Quality // Guide of Field Visits. Gap (Hautes-Alpes) – Auvergne and Limousin. September 16–21, 2002. 120 p.
- [14] Pawson S.M., Brin A., Brockerhoff E.G. Plantation forests, climate change and biodiversity // Biodiversity and Conservation, 2013, v. 22, no. 5, pp. 1203–1227.
- [15] Vetchinnikova L., Titov A. The mysteries of the origin of curly birch // Thünen Report 62, German Russian Conference on Forest Genetics–Proceedings–Ahrensburg, 2017 November 21–23 / Ed. B. Degen, K.V. Krutovsky, M. Liesebach, 2018, pp. 55–60.
- [16] Владимиров Б.Н. Высокопродуктивные клоны осины Вологодской области // Научные труды МЛТИ. Вып. 21. М.: МЛТИ, 1989. С. 66–69.
- [17] Яблоков А.С. Воспитание и разведение здоровой осины. М., Л.: Гослесбумиздат, 1949. 276 с.
- [18] Румянцев Д.Е. История и методология лесоводственной дендрохронологии. М.: МГУЛ, 2010. 109 с.
- [19] Fladung M., Von Wühlisch G. Improving the productivity, resistance, and adaptability in poplar – Development of genetic markers for aspen («MaRussiA») // Thünen Report 62, German Russian Conference on Forest Genetics–Proceedings–Ahrensburg, 2017 November 21–23 / Ed. B. Degen, K.V. Krutovsky, M. Liesebach, 2018, pp. 9–17.
- [20] Meyer M., Gebauer K., Janssen A., Krabel D. The importance of fuel characteristics of poplars and aspens (*Populus spp.*) from German short rotation plantations and Russian forests // Thünen Report 62, German Russian Conference on Forest Genetics–Proceedings–Ahrensburg, 2017 November 21–23 / Ed. B. Degen, K.V. Krutovsky, M. Liesebach, 2018, pp. 61–65.

Сведения об авторах

Фролова Вера Алексеевна — канд. с.-х. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), frolova@mgul.ac.ru

Чернышенко Оксана Васильевна — д-р биол. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), tchernychenko@mgul.ac.ru

Сафиуллин Игорь Шарифзанович — магистрант МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), garden-master@mail.ru

Поступила в редакцию 12.12.2018.

Принята к публикации 09.01.2019.

ASSESSMENT AND PROSPECTS FOR THE USE OF ARCHIVAL COLLECTIONS VALENTINOVSKY NURSERY OF MYTISHCHI DEPARTMENT OF BAUMAN MOSCOW STATE TECHNICAL UNIVERSITY

V.A. Frolova, O.V. Chernyshenko, I.Sh. Safiullin

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

frolova@mgul.ac.ru

The article presents the results of inventory of archival clones and the tree gene bank of Valentinovsky nursery. The nursery is a production base for educational practices of students, and also a place of application of research developments of scientists of the higher educational institution of forest engineering specialization. Well-known scientists, professors: A.S. Yablokov, I.S. Melekhov, A.Ya. Lyubavskaya and many others have done their research here. The range of cultivated species consists of native and introduced species. Tree species-introducents are represented by the following species *Thuja occidentalis*, *Picea pungens*, *Pseudotsuga menziesii*, *Larix sibirica*, *Larix Dahurica*, *Larix Japonica*, *Pinus sibirica*, *Abies sibirica*, *Quercus rubra*, *Acer ginnala*, *Acer saccharum*, *Juglans cinerea*, *Phellodendron amurense*, *Aesculus hippocastanum* et al. Collection of red oak for reproduction, 179 trees are in good condition. Full collection of Douglas Menzies and larch are also in good condition. The collection of carp form black alder consists of 90 trees of the first category of the state, most of the trees with well-defined caps. The collection of poplars is located on 3.5 hectares. Unfortunately, more than 45 % of the trees are dead wood of the past years, the remaining trees are in good condition. The tree gene bank of Karelian birch. We have identified morphological features that confirm the presence of patterned wood in the trees of the Karelian birch. The tree gene bank of aspen trees (*Populus tremula*). It was conducted the dendrochronological analysis to assess the trees infestation of heart-shaped mold, which resulted in the selection of highly resistant specimens aspen for further reproduction. The tree gene bank of Valentine nursery allow us to create high quality planting material to a large number of woody plant species with known properties.

Keywords: trees collections, given economic properties, plus trees

Suggested citation: Frolova V.A., Chernyshenko O.V., Safiullin I.Sh. *Otsenka i perspektivy ispol'zovaniya arkhivnykh kolektsiy Valentinovskogo pitomnika MGTU im. N.E. Baumana (Mytishchinskiy filial)* [Assessment and prospects for the use of archival collections Valentinovsky nursery of Mytishchi department of Bauman Moscow State Technical University]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 44–51.

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-44-51

References

- [1] Vysotskiy A.A., Zemlyanukhina O.A., Kostrikin V.A., Mashkina O.S., Nechaeva M.A., Panichev G.P., Shirnin V.K. *Vnedrenie v lesokhozyaystvennyuyu praktiku nauchnykh razrabotok selektsionnogo lesovodstva* [Introduction to the forestry practice of scientific development of selective forestry]. *Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. «Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve»* [International scientific-practical conf. «Innovations and Technologies in Forestry»], St. Petersburg, SPbNIIKh, March 22–23, 2011. St. Petersburg: SPbNIIKh, 2011, v. 1 (24), part 1, pp. 45–49.
- [2] Gordeeva E.M. *Pravo i politika Evropeyskogo Soyuzu v oblasti lesnogo khozyaystva* [The law and policy of the European Union in the field of forestry]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 2014, no. 6, pp. 17–19.
- [3] Zheldak V.I. *Lesnye plantatsii v sisteme lesovodstva* [Forest plantations in the forestry system]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* [Bulletin of the Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature use], 2017, no. 3 (35), pp. 5–25.
- [4] Lukina N.V., Isaev A.S., Kryshen' A.M., Onuchin A.A., Sirin A.A., Gagarin Yu.N., Bartalev S.A. *Prioritetnye napravleniya razvitiya lesnoy nauki kak osnovy ustoychivogo upravleniya lesami* [Priority directions of development of forest science as a basis for sustainable forest management]. *Lesovedenie* [Forest Science], 2015, no. 4, pp. 243–254.
- [5] Tsarev A.P., Pogiba S.P., Trenin V.V. *Selektsiya i reproduktsiya lesnykh drevesnykh porod* [Selection and reproduction of forest trees]. Moscow: Logos, 2003, 520 p.
- [6] Lyubavskaya A.Ya. *Lesnaya selektsiya i genetika* [Forest selection and genetics]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1982, 288 p.
- [7] Kulagin D.V., Konstantinov A.V., Kir'yanov P.S., Karunos A.S. *Nekotorye aspekty vosproizvodstva redkikh i dekorativnykh predstaviteley roda Betula in vitro dlya polucheniya posadochnogo materiala* [Some aspects of the reproduction of rare and decorative representatives of the genus Betula in vitro for planting material]. *Sbornik materialov II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Biotekhnologiya: dostizheniya i perspektivy razvitiya»* [Collection of materials of the II International Scientific and Practical Conference «Biotechnology: Achievements and Prospects for Development»]. Pinsk, Polesky State University, December 7–8, 2017. Pinsk: Polesky State University, 2017, pp. 24–26.
- [8] Yablokov A.S. *Selektsiya drevesnykh porod* [Breeding tree species]. Moscow, Leningrad: Goslesbumizdat, 1952, 216 p.
- [9] *Kompleksnaya programma «Razvitie biotekhnologii v Rossiyskoy Federatsii do 2030 g.» (BIO-2020), 2012. Uverzhdena Postanovleniem Pravitel'stva № 1853p-P8 ot 24 aprelya 2012 g.* [Comprehensive program «Development of biotechnologies in the Russian Federation until 2030» (BIO-2020), 2012. Approved by Government Decree no. 1853p-P8 of April 24, 2012]. Available at: <http://www.biorosinfo.ru/BIO2020.pdf> (accessed 05.12.2018).
- [10] Pisarenko A.I., Strakhov V.V. *Perspektivy razvitiya lesnykh plantatsiy kak osnovy lesovosstanovleniya* [Prospects for the development of forest plantations as the basis for reforestation]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 2014, no. 5, pp. 2–6.

- [11] Semerikov L.F. *O genetiko-seleksiennom aspekte sokhraneniya i uluchsheniya lesov Rossii* [On the genetic and breeding aspect of preserving and improving the forests of Russia]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forest Management Information], 1998, no. 9–10, pp. 3–12, 29–39.
- [12] Titov E.V. *Plantatsionnoe lesovodstvo* [Plantation forestry]. Voronezh: VGLTA, 2012, 127 p.
- [13] Improvement of Larch (*Larix* sp.) for Better Growth, Stem Form and Wood Quality. Guide of Field Visits. Gap (Hautes-Alpes) – Auvergne and Limousin. September 16–21, 2002. 120 p.
- [14] Pawson S.M., Brin A., Brockerhoff E.G. Plantation forests, climate change and biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 2013, v. 22, no. 5, pp. 1203–1227.
- [15] Vetchinnikova L., Titov A. The mysteries of the origin of curly birch. Thünen Report 62, German Russian Conference on Forest Genetics–Proceedings–Ahrensburg, 2017 November 21–23 / Ed. B. Degen, K.V. Krutovsky, M. Liesebach, 2018, pp. 55–60.
- [16] Vladimirov B.N. *Vysokoproduktivnye klony osiny Vologodskoy oblasti* [Highly productive aspen clones of the Vologda region]. *Nauchnye trudy MLTI* [Scientific works of the MLTI], 1989, iss. 21, pp. 66–69.
- [17] Yablokov A.S. *Vospitanie i razvedenie zdorovoy osiny* [Fostering and breeding healthy aspen]. Moscow, Leningrad: Goslesbumizdat, 1949, 276 p.
- [18] Rumyantsev D.E. *Istoriya i metodologiya lesovodstvennoy dendrokronologii* [History and methodology of silvicultural dendrochronology]. Moscow: MGUL, 2010, 109 p.
- [19] Fladung M., Von Wühlisch G. Improving the productivity, resistance, and adaptability in poplar – Development of genetic markers for aspen («MaRussiA»). Thünen Report 62, German Russian Conference on Forest Genetics–Proceedings–Ahrensburg, 2017 November 21–23 / Ed. B. Degen, K.V. Krutovsky, M. Liesebach, 2018, pp. 9–17.
- [20] Meyer M., Gebauer K., Janssen A., Krabel D. The importance of fuel characteristics of poplars and aspens (*Populus* spp.) from German short rotation plantations and Russian forests. Thünen Report 62, German Russian Conference on Forest Genetics–Proceedings–Ahrensburg, 2017 November 21–23 / Ed. B. Degen, K.V. Krutovsky, M. Liesebach, 2018, pp. 61–65.

Authors' information

Frolova Vera Alekseevna — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of BMSTU (Mytishchi branch), frolova@mgul.ac.ru

Chernyshenko Oxana Vasil'evna — Dr. Sci. (Biology), Professor of BMSTU (Mytishchi branch), tchernychenko@mgul.ac.ru

Safiullin Igor Shariphzanovich — Master graduand of BMSTU (Mytishchi branch), garden-master@mail.ru

Received 12.12.2018.

Accepted for publication 09.01.2019.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПАРКОВОЙ ЧАСТИ УСАДЬБЫ А.Н. КРАФТА (Г. КОРОЛЁВ)

А.А. Попова

АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение», 141080, Московская область, г. Королев, ул. Ильича, д. 7
sonti666@mail.ru

Вопрос сохранения и восстановления усадебных парков является актуальным уже на протяжении нескольких лет. Подробно рассматриваются результаты исследования насаждений парковой части усадьбы А.Н. Крафта начала XX в., находящейся в исторической части города Королева — в районе Костино и являющейся в настоящее время объектом культурного наследия регионального значения. Приводится краткий литературный обзор по тематике всестороннего изучения усадеб, комплексной оценки состояния древесно-кустарниковых насаждений и методов их анализа, композиционной роли пространственного размещения насаждений, и на основе этих исследований предлагаются необходимые мероприятия по их реконструкции. Анализируются видовой состав и состояние древесно-кустарниковой растительности, а также типы насаждений, имеющиеся на исследуемом объекте, и характер их распределения на территории. Отмечается наличие древесных насаждений, которые сохранились со времен усадьбы, фиксируются виды кустарников, присутствующие в ассортименте озеленения парка при А.Н. Крафте. Приводится баланс существующей территории. Рассматривается пространственная структура насаждений, ярусность и соотношение типов пространственной структуры на территории. Все количественные данные представлены в виде таблиц и диаграмм.

Ключевые слова: усадьба, состояние насаждений, древесно-кустарниковый ассортимент, типы пространственной структуры, типы насаждений, сохранение исторических парков

Ссылка для цитирования: Попова А.А. Современное состояние насаждений и пространственная структура парковой части усадьбы А.Н. Крафта (г. Королёв) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 52–63. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-52-63

Проблемы сохранения и восстановления усадеб, а также исторических парков в современных условиях являются актуальнейшими в наше время. Решением данных вопросов занимались в разное время многие специалисты. Сама проблема заключается не в том, где находится усадьба, а в том, что ее территорию всегда необходимо приспособить к различным современным условиям или объектам.

В научных трудах последних лет рассматривается широкий круг вопросов по всестороннему изучению усадеб: исследование разных этапов развития усадебного строительства, возможное восстановление и варианты приспособления усадебных территорий.

В работе Н.И. Завьяловой рассматриваются «проблемы сохранения исторического имения, которое понимается как целостный историко-ландшафтный объект со всеми его составляющими — усадебным комплексом, системой исторически сложившихся поселений, природными территориями» [1, с. 3].

Литвинцева О.В. занималась «выявлением особенностей и специфики формирования сельских дворянских усадебных комплексов Новгородской губернии на уровнях макроструктуры усадебного расселения и микроструктуры самой усадьбы» [2, с. 4].

В исследовании В.В. Дормидонтовой по усадебным паркам Молдавии «на основе учета ка-

тегории ценности усадебно-паркового комплекса и степени обеспеченности информацией о композиции были разработаны предложения по восстановлению и использованию молдавских усадебных парков, согласно группам по степени сохранности» [3, с. 19].

Старинные усадебные парки в Центральной части России являются объектами рекреационного, культурного и духовного наследия. Так, на примере Брянской области рассматривается роль старинных усадебных парков в рекреационном туризме [4].

В работе И.В. Роговой [5] приводятся обоснования возможности создания экологических троп в старинном усадебном парке села Хотылево Брянского района для развития рекреационного туризма в области.

Многие исследования посвящены комплексному изучению насаждений и структуры усадебных территорий. Ведь это неотъемлемый и основополагающий фактор дальнейшей реконструкции и приспособления объекта.

В случае исследования В.А. Агальцовой в усадьбе «Тригорское» музея-заповедника А.С. Пушкина «Михайловское», работы предполагали «полный анализ, основанный на изучении всех биологических, эстетических, планировочных и породно-эстетических особенностей развития насаждений» [6, с. 19].

На примере парка усадьбы «Михайловка», расположенной на Петергофской дороге между Стрельной и Новым Петергофом, также рассматривается комплексная оценка состояния парковых насаждений, представляющих собой своеобразную экологическую систему. В своей статье [7, с. 19] О.М. Вершинина утверждает: «Для оценки сохранности парковых насаждений можно также применить методику, предложенную В.А. Агальцовой [8], но она применима для ограниченного набора ситуаций, так как в ней фактически не строится комплексная оценка сохранности насаждений. На самом деле в этой методике содержится словесное описание ситуации для конкретных случаев». Таким образом, были предложены шкалы для оценки различных параметров, работа с которыми основана на аппарате нечеткой логики [9].

В своей статье [10] Н.Ю. Сунцова и Р.А. Соколов представляют материалы исследования экологического состояния липовых насаждений на территории музея-усадьбы П.И. Чайковского, на основании которого выделяют три группы растений, отличающихся по содержанию аскорбиновой кислоты и, соответственно, классу жизнестойкости.

Изотова Т.В. предлагает «при восстановлении исторических усадеб и парков при предпроектных изысканиях основываться на положениях лесоводства и лесной типологии. Это позволит формировать устойчивые биоценозы, реставрировать или реконструировать старовозрастные зеленые насаждения таким образом, что они будут иметь долговечный декоративный эффект» [11, с. 206].

Нехуженко Н.А. в своем исследовании динамики ландшафтов парка «Александрия» отмечает, «что, несмотря на сложные периоды в развитии парка в середине XX века, в настоящее время сохраняется общая концепция объемно-пространственной композиции, а его породный состав древесно-кустарниковой растительности максимально приближен к первоначальному» [12, с. 279].

Приведенная в статье М.И. Шевляковой и С.Н. Луганской [13] подборка материалов на примере парка «Монрепо», в сравнении с современными материалами инвентаризации, показывает, по мнению авторов, масштабы преобразования как ландшафтов, так и архитектурных элементов и поможет определиться со степенью вмешательства в существующие насаждения и целесообразностью подобного вмешательства.

В статье В.А. Леоновой и А.А. Поповой [14] приводятся результаты исследований территории усадьбы, которая с 60-х годов стала учебной базой Московского лесотехнического института. Авторы анализируют функциональное зонирова-

ние территории, структуру каждой зоны, состав и распределение ассортимента, а также фиксируют происшедшие изменения за последние 40 лет.

Работы по исследованию породного состава, санитарного состояния насаждений, а также рекомендации по реконструкции насаждений и самих парков проводились для усадьбы Голицыных в Орловской области [15], усадьбы «Дубцы» в Новгородской области [16], усадьбы Д.В. Веневитинова в Воронежской области [17], усадьбы Трубецких в Хамовниках [18], усадьбы Новосильцева в Орловской области [19].

В статье В.А. Леоновой и М.В. Варламовой приводятся результаты состояния насаждений трех усадеб на правом берегу реки Оки около города Пушкино Московской области [20]. Результаты исследования подтверждают, что близость населенных пунктов, а также использование местными жителями территорий по их назначению, отрицательным образом сказываются на состоянии насаждений.

Пространственная структура насаждений, как один из параметров исследования нашей работы, также рассматривается с разных сторон в научных работах.

В книге Л.М. Фурсовой и О.В. Боговой [21] подробно рассматривается объемно-пространственная структура объектов ландшафтного искусства и ее связь с компонентами естественного ландшафта. Подробно анализируются три типа пространственной структуры, их свойства и основные характеристики, а также рекомендуемые соотношения для парков и лесопарков различных природно-климатических зон.

При изучении ландшафтных объектов в различных городах пространственная структура насаждений является неотъемлемой составляющей градостроительной среды.

Так, по результатам оценки объемно-пространственной структуры и состояния деревьев и кустарников в различных типах садово-парковых насаждений, расположенных в парке «Ямка» города Петрозаводска, предлагаются мероприятия по реконструкции насаждений [22]. В работе проводится анализ пространственного размещения насаждений и их композиционной роли, на основе которого автором предлагаются необходимые мероприятия.

В рамках работы по исследованию сада Харитоновой в городе Екатеринбурге [23] также проводится анализ видового состава древесных насаждений парка, изучается динамика степени сомкнутости полога и типов пространственной структуры насаждений по участкам, динамика плотности зеленых насаждений за 10 лет. Автор приходит к выводу, что многолетние наблюдения за пространственной структурой и состоянием



Рис. 1. Вид на пруд и церковь
Fig. 1. View of the pond and the church



Рис. 2. Вид на парк со стороны пруда
Fig. 2. View of the park from the pond side



Рис. 3. Клумба в центральной части парка
Fig. 3. Flowerbed in the central part of the park

пейзажных композиций позволяют получить представление о динамике парковых насаждений, спрогнозировать последующие изменения состояния и дать рекомендации по разработке мероприятий их реконструкции.

Как можем убедиться на этих примерах, всесторонним изучением усадеб и их территорий занимаются исследователи многих регионов нашей страны.

Цель работы

Проанализировать результаты проведенной инвентаризации древесных насаждений усадебного парка, располагающегося в исторической части города Королева — в районе Костино и являющегося в настоящее время городским парком.

Усадебный комплекс в Костино с 1901 года принадлежал предпринимателю А.Н. Крафту. Он включал в себя: комплекс хозяйских и служебных зданий, ландшафтный парк с белыми мраморными статуями, овальный пруд с фонтаном, яблоневый сад, оранжерею. Рядом с усадьбой стояла церковь.

До настоящего времени сохранились здания рубежа XIX–XX веков [24]:

- деревянный одноэтажный главный дом с некоторыми утратами и позднейшей пристройкой; теперь в нем воскресная и певческая школы, православный кино клуб и библиотека при Храме Рождества Пресвятой Богородицы;
- двухэтажная прачечная; сейчас это парикмахерская «У фонтана»;
- деревянный одноэтажный птичник; в настоящий момент в этом здании находится профсоюзный комитет АО КТРВ;
- оранжерея; теперь в этом здании располагается экспозиция музея по истории города с VII в.;
- служебное здание (2-й этаж деревянного дома); теперь это дом причта на территории храма;
- деревянный одноэтажный дом садовника; сейчас здесь находится выставочный зал Королевского исторического музея;
- деревянный одноэтажный дом для гостей; сейчас это отдел Королевского исторического музея «Усадьба Костино».

Сохранился и пруд с фонтаном, остатки пейзажного липового парка. Парковая скульптура, к сожалению, утрачена. Вместо разрушенной в 1930–1950 гг. церкви неподалеку был возведен новый Храм Рождества Пресвятой Богородицы.

Лучше всех сохранился дом для гостей. В советское время охраной ему послужил тот факт, что здесь в 1922 жил и работал Ленин. Позже, с 1939 по 1992 г., здание было преобразовано в мемориальный дом-музей В.И. Ленина, филиал Центрального музея В.И. Ленина в Москве. А с 1992 г. дом-музей Ленина преобразован в Историко-краеведческий музей города Королева. В 2009 г. музей стал частью Королевского исторического музея.

Исторические обстоятельства уберегли усадьбу Крафта от разрушения. В городской черте, опо-

Т а б л и ц а 1

Ассортимент деревьев на территории парка-усадьбы А.Н. Крафта

The range of trees on the territory of the A.N. Kraft park-estate

№ п/п	Вид	Количество	
		шт.	%
1	Ясень пенсильванский (<i>Fraxinus pennsylvanica</i> L.)	362	48,6
2	Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	199	26,7
3	Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.)	65	8,7
4	Ива ломкая (<i>Salix fragilis</i> L.)	17	2,3
5	Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	14	1,8
6	Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i> L.)	14	1,8
7	Клен ясенелистный (<i>Acer negundo</i> L.)	12	1,6
8	Липа крупнолистная (<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.)	12	1,6
9	Ива белая (<i>Salix alba</i> L.)	11	1,5
10	Яблоня ягодная (<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.)	11	1,5
11	Вяз шершавый (<i>Ulmus glabra</i> Huds.)	11	1,5
12	Береза повислая (<i>Betula pendula</i> L.)	8	1,1
13	Слива растопыренная (деревце) (<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.)	3	0,4
14	Яблоня домашняя (<i>Malus domestica</i> Borkh.)	2	0,3
15	Тополь душистый (<i>Populus suaveolens</i> Fisch.)	1	0,2
16	Боярышник кроваво-красный (деревце) (<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.)	1	0,2
17	Орех серый (<i>Juglans cinerea</i> L.)	1	0,2
Всего		744	100

ясанные шумными улицами и окруженные современными зданиями, сохранились почти все опорные сооружения, поредевший парк и пруд (рис. 1–3).

Для города Королева наличие такого исторически сохранившегося объекта культурного наследия является украшением окружающей среды, поэтому мы уделяем ему внимание. Сохранение объектов культурного наследия является актуальной проблемой во всем мире.

Материалы и методы

Исследование проводилось с применением комплексной методики:

– изучение архивных материалов (фотографий, писем потомков А.Н. Крафта) отдела Королевского исторического музея «Усадьба Костино» [25];

– инвентаризация насаждений и оценка их санитарного состояния по методике принятой Академией коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова [26];

Т а б л и ц а 2

Ассортимент кустарников на территории парка-усадьбы А.Н. Крафта

The range of shrubs on the territory of the A.N. Kraft park-estate

№ п/п	Вид	Количество	
		шт.	%
1	Кизильник блестящий (<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.)	651	90,3
2	Чубушник венечный (<i>Philadelphus coronarius</i> L.)	33	4,7
3	Карагана древовидная (<i>Caragana arborescens</i> Lam.)	20	2,9
4	Ива ломкая (поросль) (<i>Salix fragilis</i> L.)	3	0,4
5	Клен ясенелистный (поросль) (<i>Acer negundo</i> L.)	3	0,4
6	Слива растопыренная (<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.)	2	0,3
7	Пузыреплодник калинолистный (<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.)	2	0,3
8	Клен остролистный (поросль) (<i>Acer platanoides</i> L.)	1	0,1
9	Липа мелколистная (поросль) (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	1	0,1
10	Спирея японская (<i>Spiraea japonica</i> L.)	1	0,1
11	Боярышник однопестичный (<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.)	1	0,1
12	Лещина обыкновенная (<i>Corylus avellana</i> L.)	1	0,1
13	Сирень персидская (<i>Syringa persica</i> L.)	1	0,1
14	Бирючина обыкновенная (<i>Ligustrum vulgare</i> L.)	1	0,1
Всего		721	100

– оценка типов насаждений и их структуры по методике, разработанной Л.М. Фурсовой [21];

– использование нормативных материалов «Нормы посадки деревьев и кустарников городских зеленых насаждений» [25].

В результате инвентаризации выявлено, что на территории парковой части усадьбы произрастает 17 видов деревьев (табл. 1) и 14 видов кустарников (табл. 2). Был также составлен План существующего положения территории (рис. 4).

Из данных табл. 1 видно, что основной ассортимент деревьев представлен двумя видами — ясенем пенсильванским (*Fraxinus pennsylvanica* L.) и липой мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), которые составляют более половины всех насаждений — 75,3 %. Из 362 шт. ясени пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* L.) 303 шт. находятся в неудовлетворительном состоянии — с деформированной кроной, наличием сухих побегов и ветвей (более 40 %) [24] и соответственно подлежат рубке. Таким образом, он



Рис. 4. План существующего положения парка-усадьбы А.Н. Крафта
 Fig. 4. Plan of the current state of the A.N. Kraft park-estate

автоматически уходит с первой позиции. Поэтому можно включить в основной ассортимент клен остролистный (*Acer platanoides* L.). Эти три вида являются характерными для климатической зоны Московской области и составляют по данным инвентаризации 84 %.

Дополнительный ассортимент включает 8 видов и составляет 13,6 % от общего количества. Это ива ломкая (*Salix fragilis* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), липа крупнолистная (*Tilia platyphyllos* Scop.), ива белая (*Salix alba* L.), яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh.), вяз шершавый (*Ulmus glabra* Huds.).

Единичными экземплярами представлено 6 видов.

Как видим, весь ассортимент деревьев на исследуемой территории представлен только лиственными видами. Важно отметить, что, согласно историческим сведениям из архивов Королевского исторического музея при усадьбе, на территории присутствует несколько сохранившихся деревьев липы мелколистной.

Плодовые насаждения представлены пятью видами (4,2 %): рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh.), слива растопыренная (*Prunus cerasifera* Ehrh.), яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh.), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pall.).

Из переписки потомков А.Н. Крафта, которая велась с сотрудниками Королевского исторического музея, известно, что на территории усадьбы был плодовый сад. Располагался он при входе в парк с северной стороны. Сейчас на этом месте произрастает несколько яблонь, поэтому есть основания предполагать, что часть существующих насаждений являются потомками усадебных.

Основной ассортимент кустарников представлен кизильником блестящим (*Cotoneaster lucidus* Schlecht.) — 90,3 % в виде живых изгородей.

К дополнительному ассортименту относятся два вида: чубушник венечный (*Philadelphus coronarius* L.) и карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.).

Остальные 11 видов представлены единичными экземплярами.

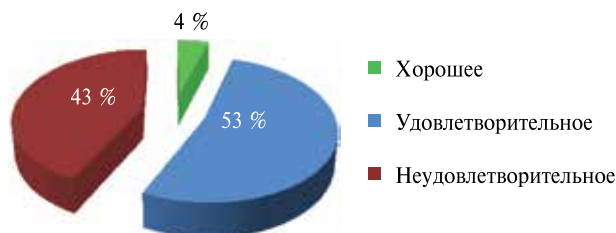


Рис. 5. Состояние деревьев на территории парка-усадьбы А.Н. Крафта

Fig. 5. Condition of trees in the territory of the A.N. Kraft park-estate



Рис. 6. Состояние кустарников на территории парка-усадьбы А.Н. Крафта

Fig. 6. Condition of shrubs in the territory of the A.N. Kraft park-estate

Как видим, ассортимент кустарников также представлен только лиственными видами.

Важно отметить наличие в ассортименте красивоцветущих кустарников, которые присутствовали в историческом ассортименте усадьбы, что стало известно из писем потомков Крафтов. Это чубушник венечный (*Philadelphus coronarius* L.), сирень персидская (*Syringa persica* L.), спирея японская (*Spiraea japonica* L.), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.).

Был проведен анализ состояния деревьев (рис. 5) и кустарников (рис. 6).

Из имеющихся на исследуемой территории 744 деревьев в неудовлетворительном состоянии находится 43 % — с деформированной кроной, наличием сухих побегов и ветвей (более 15 %), с мелкой и бледной листвой, с искривленным стволом. Это преимущественно насаждения ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* L.) (рис. 7). В удовлетворительном состоянии — 53 % деревьев, имеющих неправильно развитую крону, морозобоины, в небольшом количестве сухие ветви и механические повреждения. В хорошем состоянии — 4 % деревьев.

Из 721 кустарника в неудовлетворительном состоянии находится 5 % кустарников, в основном экземпляры кизильника блестящего (*Cotoneaster lucidus* Schlecht.), а также поросль ивы ломкой (*Salix fragilis* L.), клена ясенелистного (*Acer negundo* L.), клена остролистного (*Acer platanoides* L.) и липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.). Кустарники имеют сухие побеги, мелкую листву. В целом — вид угнетенный.



Рис. 7. Насаждения ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* L.)

Fig. 7. Green Ash plantation (*Fraxinus pennsylvanica* L.)

В хорошем состоянии 5 % кустарников. Преимущественно это чубушник венечный (*Philadelphus coronarius* L.), растущий в небольших декоративных группах. В удовлетворительном состоянии — 90 % кустарников.

На территории усадебного парка также был проведен анализ типов насаждений. Среди деревьев были выделены: рядовые посадки, аллеи, группы и солитеры (рис. 8). Среди кустарников: живые изгороди, группы, солитеры (рис. 9). Процент, занимаемый тем или иным типом насаждений, определялся по числу экземпляров. По рис. 8 видим, что группы среди деревьев занимают наибольший процент — 46 %. По дендрологическому составу группы преимущественно чистые — из липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), также встречаются группы из ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* L.). По густоте посадки растений встречаются плотные, рыхлые и букетные группы.

Рядовые посадки, занимающие 35 %, можно встретить по всему парку. Они хорошо просматриваются в структуре всей территории и располагаются преимущественно вдоль дорог. В большей степени это однорядные посадки, но имеются в небольшом количестве и двухрядные.

На долю аллей приходится 16 %. Одна из них сохранилась со времен владения усадьбы А.Н. Крафтом — подъездная аллея из липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.). Аллеи симметричные, одноярусные. Часть экземпляров выпала.

Солитеры на территории сосредоточены преимущественно вокруг пруда и занимают незначительную долю — 3 %.

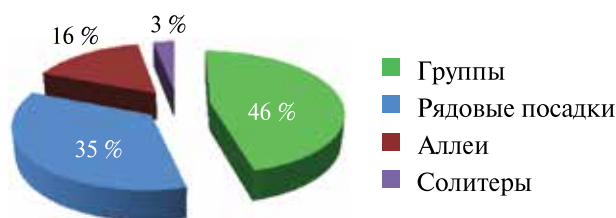


Рис. 8. Типы насаждений среди деревьев на территории парка-усадьбы А.Н. Крафта

Fig. 8. Types of tree plantations in the territory of the A.N. Kraft park-estate

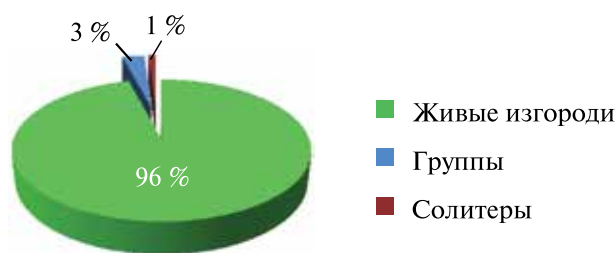


Рис. 9. Типы насаждений среди кустарников на территории парка-усадьбы А.Н. Крафта

Fig. 9. Types of bush plantations in the territory of the A.N. Kraft park-estate

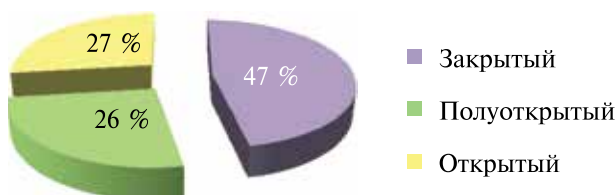


Рис. 10. Распределение типов пространственной структуры на исследуемой территории

Fig. 10. Distribution of spatial structure types in the study area

Т а б л и ц а 3

Баланс территории парка-усадьбы А.Н. Крафта

The balance of the territory of the A.N. Kraft park-estate

Конструктивные элементы	Площадь	
	м ²	%
Здания и сооружения	430	1,5
Водоем	7800	26,4
Дорожно-тропиночная сеть:	3670	12,4
асфальт	1890	51,6
тротуарная плитка, тип 1	620	17,0
тротуарная плитка, тип 2	70	1,8
грунтовое покрытие	420	11,4
песок	670	18,2
Озелененная территория:	17650	59,7
под деревья	13330	75,5
кустарники	130	0,7
цветники	60	0,4
газон	4130	23,4
Всего	2,955 га	100

Живые изгороди занимают наибольший процент среди кустарников — 96 %. По составу насаждений преимущественно живые изгороди из кизильника блестящего (*Cotoneaster lucidus* Schlecht.) и караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lam.). Среди них встречаются также примеси других видов одного или двух экземпляров — пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.), спирея японская (*Spiraea japonica* L.), бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare* L.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.). Живые изгороди практически по всей территории стриженные и представлены в виде односторонней обсадки дорожек.

Группы в основном чистые по составу и занимают 3 %.

Из таблицы баланса территории (табл. 3) видно, что под зелеными насаждениями (без учета водоема) занято почти 60 %, что не соответствует нормативам. Если рассматривать данную территорию исходя из ее площади как микрорайонный сад общего пользования, то площадь под зелеными насаждениями должна составлять 72 % [27]. Но учитывая, что данная территория исторически была территорией ограниченного пользования, то существующий процент озеленения вполне оправдывает себя.

Санитарно-гигиеническая и декоративная ценность городских насаждений во многом зависит от ландшафтной структуры посадок, т. е. от соотношения на озелененной территории открытых и закрытых пространств. Оптимальные микроклиматические и комфортные условия в парках, скверах, садах могут быть достигнуты при правильном сочетании различных типов ландшафтов. Наиболее рациональное и гармоничное сочетание открытых и закрытых пространств в значительной степени определяет оптимальную густоту посадок в городских насаждениях [27].

Согласно общепринятой методике по пространственной структуре, парковые территории подразделяются на закрытые, полуоткрытые и открытые [21]. На рис. 10 представлено соотношение типов пространственной структуры (ТПС) на территории парковой части усадьбы.

Как видно из рис. 10, закрытые пространства занимают примерно половину территории. При этом стоит отметить, что присутствуют закрытые пространства как горизонтальной сомкнутости (одноярусные), так и вертикальной (многоярусные).

Одноярусные насаждения представлены как деревьями первой величины: клен остролистный (*Acer platanoides* L.), липа крупнолистная (*Tilia platyphyllos* Scop.), ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* L.), так и группами деревьев второй величины: липа мелколистная

(*Tilia cordata* Mill.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.).

Многоярусные насаждения имеют следующую структуру:

– первый ярус: ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), береза повислая (*Betula pendula* L.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), липа крупнолистная (*Tilia platyphyllos* Scop.);

– второй ярус: клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), ива ломкая (*Salix fragilis* L.), вяз шершавый (*Ulmus glabra* Huds.);

– третий ярус: рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh.);

– четвертый ярус: чубушник венечный (*Philadelphus coronarius* L.), поросль кустарников.

Полуоткрытые пространства представлены небольшими группами из деревьев третьей величины и кустарников. Открытые пространства в данном случае это небольшие поляны, цветники и пруд. Соотношение полуоткрытых и открытых пространств равное.

Ориентируясь на данные таблицы «Рекомендуемые соотношения ТПС (%) в парках» [21], можно отметить, что соотношение ТПС для исследуемой территории в целом соответствует **рекомендуемым соотношениям**.

Выводы

В результате проделанной работы по изучению состояния насаждений парковой части усадьбы А.Н. Крафта были получены следующие результаты.

1. Основной ассортимент деревьев является характерным для климатической зоны Московской области и не требует расширения.

2. Согласно сведениям из архивов Королевского исторического музея (главным образом по переписке сотрудников музея с потомками А.Н. Крафта), были выделены сохранившиеся со времен усадьбы насаждения липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.). В ассортименте кустарников отмечено наличие красивоцветущих кустарников, которые также присутствовали в историческом ассортименте усадьбы и были традиционными для того времени. Это чубушник венечный (*Philadelphus coronarius* L.), сирень персидская (*Syringa persica* L.), спирея японская (*Spiraea japonica* L.), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.).

3. По результатам инвентаризации среди деревьев в удовлетворительном состоянии находится 53 %, среди кустарников — 90 %, поэтому в целом состояние насаждений признано как удовлетворительное. Но необходимо проведение

санитарно-оздоровительных мероприятий, таких как уборка сухостоя (удаление из насаждений усохших деревьев, служащих источником инфекции), уход за особо ценными деревьями (сохранившейся аллеей из липы мелколистной *Tilia cordata* Mill.).

4. Среди типов древесных насаждений наибольший процент занимают группы, а также рядовые посадки в основном из липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.). Среди кустарников преобладают живые изгороди из кизильника блестящего (*Cotoneaster lucidus* Schlecht.), выполняющие изолирующую функцию и препятствующие сходу посетителей с дорожек.

5. По Плану существующего положения территории газон занимает 23,4 % озелененной территории, что является весьма низким показателем, но в действительности он занимает гораздо больше. Дело в том, что под суховершинными насаждениями ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* L.) и липой мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) с однобокой кроной травяной покров имеет участки с редким травостоем (до 40 %) и участки с небольшим наличием нежелательной широколиственной растительности (до 15 %). Такой травяной покров относится к удовлетворительному состоянию [27]. Таким образом, под газоном в действительности занято около 53 % территории, что является хорошим показателем.

6. На территории усадебного парка встречаются все типы пространственной структуры, которые имеют благоприятное соотношение согласно **рекомендуемым соотношениям ТПС (%) в парках** [21]. Отмечены как одноярусные (преимущественно из деревьев первой или второй величины), так и многоярусные насаждения (деревья первой, второй, третьей величины и кустарники), которые в свою очередь создают закрытые пространства как горизонтальной, так и вертикальной сомкнутости.

Усадьба А.Н. Крафта является объектом культурного наследия регионального значения. Изучение таких исторических территорий и на основе этого их возможная реконструкция и приспособление к условиям окружающей ситуации как способ сохранения становится альтернативой процессам урбанизации, которые далеко не всегда учитывают историко-культурные и экологические приоритеты.

Список литературы

- [1] Завьялова Н.И. Методологические основы организации зон охраны исторических усадебных комплексов: на примере Московской области: дисс. ... канд. архитектуры: 18.00.04. М., 2002. 153 с.
- [2] Литвинцева О.В. Формирование сельских дворянских усадеб Новгородской губернии конца XVIII - XIX в.в.: дисс. ... канд. архитектуры: 18.00.01. Санкт-Петербург, 2006. 130 с.

- [3] Дормидонтова В.В. Усадьбы парки Молдавии: дисс. ... канд. архитектуры: 18.00.04. М., 1995. 194 с.
- [4] Стрижакова И.В. Роль сообществ старинных усадебных парков в рекреационном туризме // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 85-летию БГИТА. Брянск, БГИТА, 03–05 июня 2015 г. Брянск: БГИТА, 2015. С. 107–112.
- [5] Рогова И.В. Перспектива разработки экологических троп в старинных усадебных парках с. Хотылево Брянского района Брянской области // Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета «Экологическая безопасность региона». Брянск, БГУ, 10–11 ноября 2016 г. Брянск: РИО БГУ, 2016. С. 122–123.
- [6] Агальцова В.А. О восстановлении и реконструкции парка в усадьбе Тригорское музея-заповедника А.С.Пушкина «Михайловское» // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 1998. № 4. С. 17–33.
- [7] Вершинина О.М. Комплексная оценка состояния парковых насаждений старинных усадеб (на примере парка усадьбы Михайловка, расположенной на Петергофской дороге между Стрельной и Новым Петергофом) // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология, 2004. № 3. С. 18–27.
- [8] Агальцова В.А. Сохранение мемориальных парков. М.: Лесная промышленность, 1980. 256 с.
- [9] Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной, его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 165 с.
- [10] Сунцова Н.Ю., Соколов Р.А. Оценка биоэкологического состояния мемориальных лип садово-парковой зоны музея усадьбы П.И. Чайковского (г. Воткинск) // Вестник Ижевской сельскохозяйственной академии, 2008. № 3. С. 76–78.
- [11] Изотова Т.В. Лесоводственный подход к восстановлению парковых насаждений усадьбы «Марьино» Ленинградской области // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2008. № 21. С. 204–206.
- [12] Нехуженко Н.А. Динамика ландшафтов парка Александра // Материалы V международной конференции по исторической географии «Историческая география России: Ретроспектива и современность комплексных региональных исследований». Санкт-Петербург, ЛГУ, 18–21 мая 2015 г. Санкт-Петербург: Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, 2015. С. 276–279.
- [13] Шевлякова М.И., Луганская С.Н. К вопросу о реставрации природного музея-заповедника «Парк Монрепо» // Природообустройство, 2016. № 1. С. 106–111.
- [14] Леонова В.А., Попова А.А. Анализ существующего положения территории усадьбы «Камшиловка» Щелковского района Московской области // Сборник статей международной конференции «Чтения памяти Т.Б. Дубяго» / Под ред. И. А. Мельничук. Санкт-Петербург, 07–09 октября 2016 г. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2016. С. 11–17.
- [15] Золотарева Е.В., Емельянова О.Ю. Усадьба Голицыных – история и современное состояние // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: гуманитарные и социальные науки, 2017. № 2 (75). С. 31–35.
- [16] Волкова А.А., Смирнов И.А. Оценка состояния парковых насаждений объекта культурного наследия регионального значения «Усадьба Обольяниновых-Сазиковых «Дубцы», XVIII–начало XX вв.» // Материалы научно-практической конференции «Повышение эффективности использования и воспроизводства природных ресурсов» / Ред. М.В. Никонов. Великий Новгород, НГУ, 24–25 ноября 2016 г. Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2016. С. 213–216.
- [17] Кругляк В.В., Мануковская Д.В. Усадьба А.В. Веневитинова – уникальный объект культурно-исторического наследия Воронежской губернии 18 века // Материалы международной научно-практической конференции «Культурно-историческое наследие строительства: вчера, сегодня, завтра». Саратов, СГАУ, 13–14 ноября 2014 г. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2014. С. 55–57.
- [18] Смирнов А.С., Леонова В.А. Анализ инвентаризации древесных насаждений парка усадьбы Трубецких в Хамовниках // Сборник материалов общероссийской научно-практической конференции «Перспективы устойчивого развития лесопромышленного комплекса РФ», Мытищи, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 26–28 февраля 2018 г. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2018. С. 176–178.
- [19] Алехина И.А. Оценка состояния древесных насаждений усадьбы Новосильцева, Орловская область // Сборник материалов VIII-й молодежной научно-практической конференции «Инновационные технико-технологические решения строительной отрасли, ЖКХ и сельскохозяйственного производства». Орел, ОГАУ, 13–14 апреля 2017 г. Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2017. С. 380–384.
- [20] Леонова В.А., Варламова М.В. Состояние древесных насаждений трех усадеб на правом берегу реки Оки около города Пущино Московской области // Материалы семинара, посвященные 115-летию со дня рождения С.Н. Палентреер и 15-летию факультета ландшафтной архитектуры Московского государственного университета леса «Объекты культурного наследия – проблемы сохранения, восстановления и развития». Мытищи, МГУЛ, 10–11 декабря 2015 г. М.: МГУЛ, 2016. С. 44–48.
- [21] Боговая И.О., Фурсова Л.М. Ландшафтное искусство. М.: Агропромиздат, 1990. 220 с.
- [22] Ольхин Ю.В., Морозова И.В. Анализ объемно-пространственной структуры и состояния насаждений парка Ямка г. Петрозаводска // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2015. № 108. С. 1314–1326.
- [23] Шевлякова М.И. Динамика пространственной структуры насаждений сада Харитонов г. Екатеринбург // Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Молодежная наука 2016: Технологии, инновации». Пермь, Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова, 14–18 марта 2016. Пермь: ИПЦ Прокрость, 2016. С. 115–118.
- [24] Усадьба Костино. Городской портал ЮбиК. Большой Королев. URL: <http://yubik.net.ru/publ/59-1-0-8244> (дата обращения 10.12.2018).
- [25] Архив отдела Королевского исторического музея «Усадьба Костино». URL: <http://yubik.net.ru/publ/37-1-0-3725> (дата обращения 10.12.2018).
- [26] Методика инвентаризации городских зеленых насаждений: утв. Департаментом ЖКХ 01.01. 1997: введ в действие с 01.01. 1997. М.: Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 1997. 8 с.
- [27] Нормы посадки деревьев и кустарников городских зеленых насаждений: утв. Зам. Министром жилищно-коммунального хозяйства РСФСР А.Ф. Порядиным 11.12.87. М.: Отдел научно-технической информации АКХ, 1988. 15 с.

Сведения об авторе

Попова Алена Александровна — магистр ландшафтной архитектуры, инженер по благоустройству и озеленению I категории, АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение», sonti666@mail.ru

Поступила в редакцию 12.12.2018.

Принята к публикации 09.01.2019.

CURRENT CONDITION OF PLANTING AND THE PARKING ZONE SPATIAL STRUCTURE OF A.N. KRAFT'S MANOR IN KOROLEV CITY

A.A. Popova

Tactical «Missile Armament Corporation (KTRV), 7, Ilyicha st., 141080, Korolyov, Moscow reg., Russia
sonti666@mail.ru

The issue of preservation and restoration of manor is relevant for several years. The work is focused on the results provided by the analysis of the park zone of A. N. Kraft's manor built at the beginning of the 20th century and located in the historical part of Korolev city, in Kostino place, which is currently an object of cultural heritage of regional significance. Here is a brief literature review on the subject of an in-depth study of manors, a comprehensive assessment of trees and shrubs including methods for their analysis, a compositional role of spatial distribution of plantations, which allows considering necessary measures for its reconstruction. We assessed the species compositions, as well as trees and shrubs condition including the types of plantations available at the site and the mode of its distribution throughout the territory. We noted the presence of survived tree plantations, used at that time, the various types of shrubbery used while greening of the park at A.N. Kraft. The balance of the current territory is provided. We also consider the special arrangement of plantations including territorial spatial structure and layering, the ratio of their types. All quantitative data are provided in tables and charts.

Keywords: manor, landscape condition, tree and shrub variety, types of spatial structure and plantings, preservation of historical parks

Suggested citation: Popova A.A. *Sovremennoe sostoyanie nasazhdeniy i prostranstvennaya struktura parkovoy chasti usad'by A.N. Krafta (g. Korolev)* [Current condition of planting and the parking zone spatial structure of A.N. Kraft's manor in Korolev city]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 52–63. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-52-63

References

- [1] Zav'yalova N.I. *Metodologicheskie osnovy organizatsii zon okhrany istoricheskikh usadebnykh kompleksov: na primere Moskovskoy oblasti: diss. ... kand. arkhitektury: 18.00.04* [Methodological basis for organization of protection zones of historical manors and sites: on the example of the Moscow region. Dis. ... Cand. Sci. (Architecture): 18.00.04.]. Moscow, 2002, 153 p.
- [2] Litvintseva O.V. *Formirovanie sel'skikh dvoryanskikh usadeb Novgorodskoy gubernii kontsa XVIII–XIX v.v.: diss. ... kand. arkhitektury: 18.00.01* [Building of country manors of noblemen in Novgorod province at the end of XVIII–XIX centuries. Dis. ... Cand. Sci. (Architecture): 18.00.01]. St. Petersburg, 2006, 130 p.
- [3] Dormidontova V.V. *Usadebnye parki Moldavii: diss. ... kand. arkhitektury: 18.00.04* [Manor parks of Moldov. Dis. ... Cand. Sci. (Architecture): 18.00.04]. Moscow, 1995, 194 p.
- [4] Strizhakova I.V. *Rol' soobshchestv starinnykh usadebnykh parkov v rekreatsionnom turizme* [The role of old manor park communities in recreational tourism]. *Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, posvyashchennoy 85-letiyu BGITA «Sreda, okruzhayushchaya cheloveka: prirodnyaya, tekhnogennaya, sotsial'naya»*. Bryansk, 03–05 iyunya 2015 g [Environment: natural, man-made and social. Materials of the IV International Scientific and Practical Student Conference dedicated to the 85th anniversary of Bryansk State Engineering and Technological Academy. Bryansk city, June 03-05, 2015]. Bryansk: BGITA, 2015, pp. 107–112.
- [5] Rogova I.V. *Perspektiva razrabotki ekologicheskikh trop v starinnykh usadebnykh parkakh s. Khotylevo Bryanskogo rayona Bryanskoy oblasti* [Prospects of developing ecological paths in old manor parks in Khotylevo village, Bryansk region]. *Sbornik statey VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii estestvenno-geograficheskogo fakul'teta «Ekologicheskaya bezopasnost' regiona»* [Environmental safety of the region. Digest of articles of the VIII International Scientific and Practical Conference of the Faculty of Natural Geography]. Bryansk, BGU, November 10–11, 2016. Bryansk: RIO BGU, 2016, pp. 122–123.
- [6] Agal'tsova V.A. *O vosstanovlenii i rekonstruktsii parka v usad'be Trigor'skoe muzeya-zapovednika A.S. Pushkina «Mikhaylovskoe»* [About the restoration and reconstruction of the manor park Trigor'skoye of the Al. Pushkin Mikhaylovskoye Museum Reserve]. *Moscow State Forest University Bulletin – Lesnoy vestnik*, 1998, no. 4, pp. 17–33.
- [7] Vershinina O.M. *Kompleksnaya otsenka sostoyaniya parkovykh nasazhdeniy starinnykh usadeb (na primere parka usad'by Mikhaylovka, raspolozhennoy na Petergofskoy doroge mezhdru Strel'noy i Novym Petergofom)* [Comprehensive assessment of park landscape in old manors (on the example of the park of Mikhaylovka (Mikhailovka manor) located on the Peterhof Road between Strelna and New Peterhof)]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 3. Biologiya* [Bulletin of St. Petersburg University. Series 3. Biology], 2004, no. 3, pp. 18–27.

- [8] Agal'tsova V.A. *Sokhranenie memorial'nykh parkov* [Preservation of memorial parks]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1980, 256 p.
- [9] Zade L.A. *Ponyatie lingvisticheskoy peremennoy, ego primeneniye k prinyatiyu priblizhennykh resheniy* [The concept of a linguistic variable, its application to making approximate decisions]. Moscow: Mir, 1976, 165 p.
- [10] Suntsova N.Yu., Sokolov R.A. *Otsenka bioekologicheskogo sostoyaniya memorial'nykh lip sadovo-parkovoy zony muzeya usad'by P.I. Chaykovskogo (g. Votkinsk)* [Assessment of bioecological condition of memorial limes in the Museum-Estate of P.I. Tchaikovsky (Votkinsk)]. *Vestnik Izhevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Izhevsk Agricultural Academy], 2008, no. 3. pp. 76–78.
- [11] Izotova T.V. *Lesovodstvennyy podkhod k vosstanovleniyu parkovykh nasazhdeniy usad'by «Mar'ino» Leningradskoy oblasti* [The silvicultural approach to restoring park plantations of the Marino estate in the Leningrad Region]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2008, no. 21, pp. 204–206.
- [12] Nekhuzhenko N.A. *Dinamika landshaftov parka Aleksandriya* [Landscape Dynamics of Alexandria Park]. *Materialy V mezhdunarodnoy konferentsii po istoricheskoy geografii «Istoricheskaya geografiya Rossii: Retrospektiva i sovremennost' kompleksnykh regional'nykh issledovaniy»* [Historical Geography of Russia: A Retrospective and the Modernity of Complex Regional Studies. Materials of the V International Conference on Historical Geography. May 18–21, 2015]. Sankt-Peterburg, LGU, 18–21 May 2015. Sankt-Peterburg: Leningradskiy gosudarstvennyy universitet im. A.S. Pushkina, 2015, pp. 276–279.
- [13] Shevlyakova M.I., Luganskaya S.N. *K voprosu o restavratsii prirodnogo muzeya-zapovednika «Park Monrepo»* [On the question of restoration of National historical architectural and natural museum reserve «Monrepos Park»]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Management], 2016, no. 1, pp. 106–111.
- [14] Leonova V.A., Popova A.A. *Analiz sushchestvuyushchego polozheniya territorii usad'by «Kamshilovka» Shchelkovskogo rayona Moskovskoy oblasti* [Analysis of the current condition of the Kamshilovka estate in Schelkovo district of the Moscow region]. *Sbornik statey mezhdunarodnoy konferentsii «Chteniya pamyati T.B. Dubyago»* [Readings in memory of T.B. Dubyago. Digest of articles of the international conference]. Ed. I.A. Mel'nichuk. Sankt-Peterburg, 07–09 oktyabrya 2016 g. Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskiy politekhnicheskii universitet Petra Velikogo, 2016, pp. 11–17.
- [15] Zolotareva E.V., Emel'yanova O.Yu. *Usad'ba Golitsynkh – istoriya i sovremennoe sostoyaniye* [Manor Golitsyn – history and current state]. *Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: gumanitarnye i sotsial'nye nauki* [Scientific notes of Oryol State University. Series: Humanities and Social Sciences], 2017, no. 2(75), pp. 31–35.
- [16] Volkova A.A., Smirnov I.A. *Otsenka sostoyaniya parkovykh nasazhdeniy ob'ekta kul'turnogo naslediya regional'nogo znacheniya «Usad'ba Obol'yaninovsk-Sazikovskkh «Dubtsy», XVIII – nachalo XX vv.»* [Assessment of the park plantations of «Obolyaninovs-Sazikovs' Dubtsy Manor» an object of the cultural heritage of regional significance, XVIII – early XX centuries]. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Povysheniye effektivnosti ispol'zovaniya i vosproizvodstva prirodnnykh resursov»* / Red. M.V. Nikonov. Velikiy Novgorod, NGU, 24–25 noyabrya 2016 g. [Improving the effective use and reproduction of natural resources. Materials of the scientific-practical conference. Editorial board: M.V. Nikonov [and others]. Velikiy Novgorod, November 24–25, 2016]. Velikiy Novgorod: Novgorodskiy gosudarstvennyy universitet imeni Yaroslava Mudrogo, 2016, pp. 213–216.
- [17] Kruglyak V.V., Manukovskaya D.V. *Usad'ba A.V. Venevitinova – unikal'nyy ob'ekt kul'turno-istoricheskogo naslediya Voronezhskoy gubernii 18 veka* [A.V. Venevichonov's Museum-Estate – a unique object of cultural and historical heritage in Voronezh province of the 18th century]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Kul'turno-istoricheskoe nasledie stroitel'stva: vchera, segodnya, zavtra»*. Saratov, 13–14 noyabrya 2014 g. [Cultural and historical construction heritage: yesterday, today, tomorrow. Materials of the international scientific-practical conference. Saratov, November 13–14, 2014]. Saratov: Saratovskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. N.I. Vavilova, 2014, pp. 55–57.
- [18] Smirnov A.S., Leonova V.A. *Analiz inventarizatsii drevesnykh nasazhdeniy parka usad'by Trubetskikh v Khamovnikakh* [Inventory analysis of tree plantations of the Trubetsky estate museum in Khamovniki]. *Sbornik materialov obshcherossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivy ustoychivogo razvitiya lesopromyshlennogo kompleksa RF»*. Mytishchi, MGTO im. N.E. Bauman (Mytishchinskii filial), 26–28 fevralya 2018 g. [Perspectives for stable development of the forest industry complex of the Russian Federation. Collection of materials of the All-Russian scientific-practical conference. Mytishchi, Moscow region, February 26–28, 2018]. Krasnoyarsk: Nauchno-innovatsionnyy tsentr, 2018, pp. 176–178.
- [19] Alekhina I.A. *Otsenka sostoyaniya drevesnykh nasazhdeniy usad'by Novosil'tseva, Orlovskaya oblast'* [Assessment of tree plantings of Novosiltsev estate, Oryol region]. *Sbornik materialov VIII-oy molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsionnye tekhniko-tekhnologicheskie resheniya stroitel'noy otrasli, ZhKKh i sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva»*. Orel, OGAU, 13–14 aprelya 2017 g. [Innovative engineering and technological solutions for the construction industry, utilities and agricultural production. The digest of materials of the VIII youth scientific-practical conference. Oryol city, April 13–14, 2017]. Orel: Orlovskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni N.V. Parakhina, 2017, pp. 380–384.
- [20] Leonova V.A., Varlamova M.V. *Sostoyaniye drevesnykh nasazhdeniy trekh usadeb na pravom beregu reki Oki okolo goroda Pushchino Moskovskoy oblasti* [The condition of tree plantations of three estates on the right bank of the Oka River near the city of Pushchino, Moscow Region]. *Materialy seminar, posvyashchennye 115-letiyu so dnya rozhdeniya S.N. Palentreer i 15-letiyu fakul'teta landshaftnoy arkhitektury Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa «Ob'ekty kul'turnogo naslediya – problemy sokhraneniya, vosstanovleniya i razvitiya»*. Mytishchi, MGUL, 10–11 dekabrya 2015 g. [Objects of cultural heritage – problems of preservation, restoration and development. Materials of the seminar dedicated to the 115th anniversary of the birth of S.N. Palentreer and the 15th anniversary of the faculty of landscape architecture of the Moscow State Forest University, December 10–11, 2015]. Moscow: MSFU, 2016, pp. 44–48.
- [21] Bogovaya I.O., Fursova L.M. *Landshaftnoye iskusstvo* [Landscape art]. Moscow, Agropromizdat, 1990, 220 p.
- [22] Ol'khin Yu.V., Morozova I.V. *Analiz ob'emno-prostranstvennoy struktury i sostoyaniya nasazhdeniy parka Yamka g. Petrozavodsk* [Analysis of the spatial structure and condition of plantations in the Yamka park in Petrozavodsk]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic digital network scientific journal of the Kuban State Agrarian University.], 2015, no. 108, pp. 1314–1326.

- [23] Shevlyakova M.I. *Dinamika prostranstvennoy struktury nasazhdeniy sada Kharitonova g. Ekaterinburg* [Dynamics of the spatial structure of plantations in the Kharitonov Park, Ekaterinburg]. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i studentov «Molodezhnaya nauka 2016: Tekhnologii, innovatsii»*. Perm', Permskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya imeni akademika D.N. Pryanishnikova, 14–18 marta 2016 [Youth Science 2016: Technologies, Innovations. Materials of the All-Russian scientific-practical student conference. Perm, March 14–18, 2016]. Perm': IPTs Prokrost', 2016, pp. 115–118.
- [24] *Usad'ba Kostino. Gorodskoy portal YubiK. Bol'shoy Korolev*. [Manor Kostino. City portal YubiK. Big Korolev]. Available at: <http://yubik.net.ru/publ/59-1-0-8244> (accessed 10.12.2018).
- [25] *Arkhiv otдела Korolevskogo istoricheskogo muzeya «Usad'ba Kostino»* [Archive of the Department of the Royal Historical Museum «Kostino Manor»]. URL: <http://yubik.net.ru/publ/37-1-0-3725> (accessed 10.12.2018).
- [26] *Metodika inventarizatsii gorodskikh zelenykh nasazhdeniy: utv. Departamentom ZhKKh 01.01. 1997: vvod v deystvie s 01.01. 1997*. [Method of inventory of urban green spaces]. Moscow, 1997, 8 p.
- [27] *Normy posadki derev'ev i kustarnikov gorodskikh zelenykh nasazhdeniy: utv. Zam. Ministrom zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva RSFSR A.F. Poryadinyam 11.12.87*. [Norms of planting trees and shrubs of urban green plantings]. Moscow, 1988, 15 p.

Author's information

Popova Alyona Alexandrovna — Master in Landscape Architecture, Landscape architect of the I category at the Tactical «Missile Armament Corporation» (KTRV), sonti666@mail.ru

Received 12.12.2018.

Accepted for publication 09.01.2019.

УДК 712.01

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-64-71

ИЗУЧЕНИЕ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СВЯТО-СПАССКОГО ЖЕНСКОГО МОНАСТЫРЯ В СЕЛЕ КОСТОМАРОВО ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Гревцова¹, В.А. Леонова²

¹ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук» (ГБС РАН), 127276, Москва, Ботаническая ул., д. 4

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

leonovava@bk.ru

Рассматриваются природно-климатические особенности Костомаровской балки, на склонах которой расположен женский монастырь. Приводится информация по истории его возникновения, существующей структуре и зонирования территории. Исследование посвящено основной растительности монастыря — травам, их ассортименту и декоративности склонов в период их цветения. Выявляется недекоративный период склонов и рекомендуется дополнительный ассортимент травянистой растительности, способный украсить склоны монастыря во второй половине лета. В проектной части работы на основании рекомендованного дополнительного ассортимента трав представлен эскиз злакового цветника.

Ключевые слова: женский монастырь, Костомаровская балка, меловые храмы и пещеры, меловые склоны, зонирование территории, травянистая растительность, декоративность склонов, эскизы

Ссылка для цитирования: Гревцова В.В., Леонова В.А. Изучение травянистой растительности Свято-Спасского женского монастыря в селе Костомарово Воронежской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 64–71. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-64-71

Православные монастыри — это особый мир, посвященный человеческой жизни во Христе, который протекает осознанно с определенными ограничениями. Например, русскому человеку, выросшему в лесной зоне страны и привыкшему к древесной растительности, ее благодатному зеленому цвету, очень сложно жить в условиях степного пейзажа. В степной зоне неравномерно распределяются цветковые природные краски: наблюдается их буйство весной в первой половине лета, а во второй половине — доминирует монотонность пожухлых трав, завершивших свою вегетацию. Их бурый цвет в сочетании с длительным периодом угрюмой осени, яркой, но быстротечной весной и белоснежной, но кратковременной зимой действует очень угнетающе. В трудной монашеской жизни «не хватает природных красок».

Цель работы

Целью работы стало изучение ассортимента травянистой растительности, произрастающей в Костомаровской балке, сроков ее цветения, а также декоративности склонов как основных пространственных объемов, формирующих пейзажи монастыря.

Материалы и методы исследования

Костомаровский Спасский монастырь в селе Костомарово находится в Подгоренском районе Воронежской области. Объект расположен в юго-западной природно-сельскохозяйственной микроне степной зоны области и характеризуется следующими климатическими показателями:

средняя годовая температура воздуха +6,4 °С; средняя месячная температура января –8,8 °С, июля +21,8 °С; продолжительность периода со средней суточной температурой выше +10 °С 160 дней; среднее многолетнее количество осадков 464 мм; запасы продуктивной влаги в слое 0–100 см к началу вегетации 124 мм. Таким образом, описываемый район является самым теплым и засушливым в Воронежской области, имеет самую большую сумму активных температур [1, 2].

В теплый период преобладают ветры северо-западного, северо-восточного, западного и северного направлений; в холодный период — западного, юго-западного и юго-восточного. Продолжительность светлого времени суток, влияющего на рост и развитие растений, составляет 1950 часов в год, что сопоставимо с регионами Северного Кавказа [3].

Историческая справка. О времени создания пещерных храмов на территории монастыря не сохранилось никаких письменных свидетельств. Существуют лишь гипотезы, устные рассказы местных жителей, достоверность которых невозможно проверить.

Одна из гипотез гласит: еще до новой эры Дон был могучей полноводной артерией, связывающей северо-восточные племена с греческими колониями, о чем свидетельствуют многие археологические находки. Косвенно об этом говорит и русский церковный историк А.В. Карташов. Ввиду этого, именно византийскими монахами, пришедшими по реке, было начато создание подземных храмов на Дону, вероятнее всего, в VIII–X вв. [4].

Монастырь располагается в северо-западной части села Костомарово. Его территория занимает склоны и днище Костомаровской балки. Общая протяженность объекта по дну балки составляет около 1 км. Здесь проходит основная и единственная асфальтированная дорога. На территории имеются жилые корпуса для проживания насельников, административное здание, небольшая гостиница для паломников, хозяйственная зона с автомастерскими, гаражом для сельхозтехники, молочно-товарная ферма, курятник, кормо- и сенохранилище.

Окрестности монастыря, представляют собой меловые склоны, покрытые скудной растительностью, имеющие некоторое сходство с пейзажами Синайской пустыни. А панорама, открывающаяся с горы «Голгофа», напоминает окрестности Иерусалима, особенно во второй половине лета, когда высохшие под жарким солнцем стебли злаков своим золотистым цветом напоминают пески Иудеи [5]. Именно отсутствие естественной древесной растительности делает данный монастырь непохожим на другие русские монастыри.

Основную достопримечательность монастыря составляют меловые храмы и пещеры среди травянистой растительности Костомаровской балки. Всего на склоне южной экспозиции расположено восемь пещер различного размера. Самая крупная пещера — Собор. Представляет собой комплекс, состоящий из храма Спаса Нерукотворного, придела в честь святых мучениц Веры, Надежды, Любви и матери их Софии, келий и усыпальницы (рис. 1).

На поверхности земли над входом в Собор сооружена колокольня, стоящая на двух меловых останцах (дивах). Неподалеку на склоне располагается дива с обрушившимся входом в келью. Далее можно увидеть три пещеры затворников, храм, освященный в честь Серафима Саровского, и завершающую комплекс пещеру с длинным ходом — пещеру Покаяния.

В начале исследования было проведено функциональное зонирование территории [6, 7], которое позволило выделить следующие зоны: 1 — зона парковки с въездной группой; 2 — экскурсионно-паломническая зона (в нее включены гора «Голгофа», восемь пещер в ней и наземный храм Матери Божией); 3 — административно-гостиничная зона; 4 — приватная зона для монашествующих (келийный корпус); 5 — хозяйственная зона с гаражом, скотным двором и мастерскими.

Однако мозаичность почвенных условий объекта, растительного покрова и большая протяженность по дну балки обусловили необходимость проведения большей детализации территории [8]. Поэтому дополнительно было проведено комплексное природно-ландшафтное зонирование,



Рис. 1. Вход в самую крупную пещеру монастыря — Собор
Fig. 1. Entrance to the largest cave of the monastery — Cathedral



Рис. 2. Верхняя часть склона южной экспозиции
Fig. 2. Upper slope of the southern exposure

которое позволило выделить следующие зоны: 1 — культовых объектов (пещеры, наземный храм); 2 — защитных и декоративных насаждений; 3 — рекреации; 4 — ограниченного использования по природным факторам; 5 — сельскохозяйственного использования; 6 — хозяйственная; 7 — административно-жилая; 8 — въездная.

Объектом исследования стала зона ограниченного использования по природным факторам, в которую вошли овраг, открытые выходы меловых пород с эндемичными растениями и сохраняемый естественный степной травостой. Исследование проводилось в вегетационные периоды 2014 и 2015 годов.

Результаты и обсуждение

Естественный степной травостой на территории монастыря зависит от экспозиции склонов: на южном склоне произрастает ковыльно-тырсово-типчаковая ассоциация, на северном — ковыльно-типчаково-разнотравная [9]. На открытых выходах меловых пород произрастают растения-эндемики. В верхней части склона южной экспозиции располагаются почвы различной степени размытости в зависимости от высоты склона балки, что естественным образом влияет на густоту травостоя (рис. 2).

Динамика декоративности склонов балки. Пространство монастыря создается объемами меловых склонов и днищем балки, а их цветовая окрашенность оказывает большой эмоциональный отклик. Если зимой преобладает белый цвет снежного покрова (в течение 1–2 месяцев), то весной и в начале лета (с апреля по июнь) склоны покрываются естественным травостоем и появляется их зеленая окраска с различными цветовыми вкраплениями. Нехватка зеленого цвета, который оказывает успокаивающий эффект на нервную систему человека, а также различной цветовой гаммы во второй половине лета стала поводом для детального обследования видового ассортимента трав в течение всего периода вегетации.

Меловые склоны имеют две основные экспозиции: северную и южную, на которых произрастают 41 вид трав и 1 вид мха. Но травы неравномерно распределены по склонам: на северном — 32 вида трав и 1 вид мха, на южном — на 40 % меньше (всего 19 видов). Из них только 9 видов произрастают на обоих склонах — это адонис весенний, шалфей поникающий, остролодочник волосистый, кострец береговой, мятлик узколистный, подмаренник настоящий, лядвенец рогатый, коровяк луговой и восточный.

Северная экспозиция склонов (ковыльно-типчакково-разнотравная ассоциация). *Конец марта — конец апреля:* среди бурой травы начинают появляться светло-зеленые островки мха (*Thuidium abietinum* Hedw.).

Конец апреля — начало мая: цветет осока низкая (*Carex humilis*), имеющая серебристую окраску. Массово цветут желтые адонис весенний (*Adonis vernalis* L.) и одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Web.), ирис карликовый (*Iris pumila* L.) и прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* subsp. *flavescens*), имеющие сиреневую окраску, а также белоснежная ветреница лесная (*Anemona silvestris* L.).

Вторая половина мая: массово цветут сиреневые шалфеи степной (*Salvia stepposa* Des.-Shost.) и поникающий (*Salvia nutans* L.), желтый лютик многоцветковый (*Ranunculus polyanthemus* L.) и продолжает цвести ветреница лесная.

Конец мая — первая половина июня: массово цветут сиреневые шалфеи степной (*Salvia stepposa* Des.-Shost.), поникающий (*Salvia nutans* L.) и луговой (*Salvia pratensis* L.), клематис цельнолистный (*Clematis integrifolia* L.), а также голубая вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.) и светло-желтый остролодочник волосистый (*Oxytropis pilosa* L.). Общий фон склонов — зеленый. Преобладает сиреневая цветовая гамма цветущих растений.

Середина и конец июня: цветут серебристые злаки — овсяница бороздчатая, типчак (*Festuca*

sulcata (Hack.) Beck), кострец береговой (*Bromus riparius*), коелерия гребенчатая (*Koeleria gracilis* Pers.), мятлик узколистный (*Poa angustifolia* L.) и зеленая тимофеевка степная (*Phleum phleoides* (L.) H. Karst.). В данный период также массово цветут белоцветковые растения: клевер горный (*Trifolium montanum* L.), таволга шестилепестная (*Filipendula hexapetala* Gilib.) и нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare* L.), голубая вероника австрийская (*Veronica austriaca* L.), сиреневые горошек тонколистный (*Vicia tenuifolia* Roth), колокольчик (*Campanula*) и шалфеи — степной, поникающий и луговой, розовые эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria* Kit.) и тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris* L.), желтый подмаренник настоящий (*Galium verum* L.). Склоны характеризуются красочностью. Общий фон серебристо-белый с вкраплениями сиреневого цвета.

Конец июня — первая половина июля: массово цветут желтые подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.), коровяк мучнистый (*Verbascum lychnitis* L.) и восточный (*Verbascum orientale* M. Bieb.), а также сиреневый короставник полевой (*Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult.) и розовый вязель разноцветный (*Coronilla varia* L.). Заканчивается период вегетации. Начинают засыхать растения. Склоны приобретают зеленовато-бурю окраску. Преобладает желтая цветовая гамма цветущих растений.

Весь июль цветут злаки: серебристый ковыль-волосатик (*Stipa capillata* L.), беловатые тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) и благородный (*Achillea nobilis* L.), порезник промежуточный (*Libanotis intermedia* Rupr.) и желтый одуванчик поздний (*Taraxacum serotinum* (Waldst. & Kit.) Poir.). На склонах чередуются зеленовато-бурые и зеленовато-серебристые пятна растительности.

Конец июля и август: заканчивается цветение единичных экземпляров желтого одуванчика позднего (*Taraxacum serotinum* (Waldst. & Kit.) Poir.) и белого порезника промежуточного (*Libanotis intermedia* Rupr.). Склоны принимают бурый оттенок, редко встречаются цветущие растения.

Сентябрь, октябрь, ноябрь: склоны бурые и в таком состоянии остаются до снега, полностью лишены красочности.

Южная экспозиция склонов (ковыльно-тырсово-типчакковая ассоциация). После таяния снега склоны имеют соломенно-желтый цвет от стеблей тырсы.

Конец апреля — май: массово цветет желтый адонис весенний (*Adonis vernalis* L.), причем в значительно больших количествах, чем на северных склонах. Зеленый фон от вегетирующих злаков преобладает с небольшими вкраплениями желтого адониса.

Июнь — первая половина июля: цветут серебристые злаки: овсяница бороздчатая, типчак (*Festuca sulcata* (Hack.) Beck), кострец береговой (*Bromus riparius* Rehm) и мятлик узколистный (*Poa angustifolia* (L.) Arcang.). Массово цветут сиреневые шалфей поникающий (*Salvia nutans* L.), зопник клубненосный (*Phlomis tuberosa* (L.) Moench) и колючий (*Phlomis purgens* Willd.), а также желтые остролодочник волосистый (*Oxytropis pilosa* (L.) DC.), люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) и подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), коровяк мучнистый (*Verbascum lychnitis* L.) и восточный (*Verbascum orientale* M. Vieb.), а также белая гипсофила метельчатая (*Gypsophila paniculata* L.). Наиболее красочная фаза южного склона. На серебристом фоне цветущих злаков выделяется сиренево-желтая гамма цветущих растений.

Первая половина июля — конец июля: цветет серебристый злак ковыль-волосатик (*Stipa capillata* L.) и массово цветут белоцветковые тысячелистники обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) и благородный (*Achillea nobilis* L.). Склоны имеют золотисто-зеленую окраску от массы остей тырсы, блестящих на солнце.

Конец июля — август: единично цветут белый порезник промежуточный (*Libanotis intermedia* (Rupr.) P.W. Ball) и серебристая полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Jacq.), желтый одуванчик поздний (*Taraxacum serotinum* (Waldst. & Kit.) Poir.) и сиреневый шалфей поникающий (*Salvia nutans* L.). Заканчивается период вегетации. Склоны начинают буреть. Изредка встречаются цветущие растения желто-сиреневой цветовой гаммы.

Сентябрь, октябрь, ноябрь: склоны бурые и в таком состоянии остаются до снега, полностью лишены красочности.

Таким образом, северный склон балки начинает терять свою декоративность с середины июля, а южный — с конца июля. Пик декоративности естественного травостоя склонов северной экспозиции приходится на середину—конец июня, южной — на июнь—первую половину июля. Отсутствие красочных пейзажей, их монотонность во второй половине лета действует угнетающе.

Для того чтобы продлить декоративность холмов была предпринята попытка расширить ассортимент травянистых растений за счет видов, имеющих сроки цветения в июле—сентябре. На основании исследований был отобран ассортимент травянистых растений для меловых почв Воронежской области [10–14]. Ассортимент включил 11 видов: бурачок Гмелина (*Alyssum gmelinii* Jord.), дафна Юлии (*Daphne julia* Koso-Pol.),

дендрантема Завадского (*Dendranthema zawadskii* (Herbich) Tzvelev), ирис солончаковый (*Iris halophila* Pall.), ирис сибирский (*Iris sibirica* L.), иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.), лен многолетний (*Linum perenne* L.), очиток видный (*Sedum spectabile*), пион тонколистный (*Paeonia tenuifolia* L.), прострел обыкновенный (*Pulsatilla vulgaris* L.), солонечник льновидный (*Galatella linosyris* (L.) Rchb. f.).

Посадочный материал был взят в Ботаническом саду ВГУ. Посадка травянистых растений в средней части склона около Собора (южная экспозиция) проводилась в общепринятые осенние сроки посадки (29 сентября 2014 г.). Эксперимент базировался на том, что в монастыре микроклимат может оказаться приемлемым для посадок травянистых растений, но опыт оказался неудачным. Все высаженные растения не прижились. Поэтому пришлось признать, что для Воронежской области все-таки желательны позднеосенние посадки (конец октября — начало ноября). И дальнейшие исследования проводились с учетом общепринятых рекомендаций для меловых почв [15–17].

Проектная часть. Почвенные особенности меловых склонов монастыря в селе Костомарово диктуют использование ограниченного ассортимента трав, которые могут произрастать в условиях плодородного слоя толщиной 5–7 см [18]. Для создания дополнительных цветочных пятен на территории монастыря выбрали еще 6 видов, произрастающих на меловых склонах (рис. 3–8): иссоп меловой (*Hyssopus cretaceus* Dubj.), истод меловой (*Poligala cretacea* Kotov), копеечник крупноцветковый (*Hedysarum grandiflorum* Pall.), лен украинский (*Linum ucranicum* (Griseb.) Czern.), проломник Козо-Полянского (*Androsace koso-poljanskii*) и тимьян меловой (*Thymus calcareus* Klokov).

Композиционная целостность любого ландшафтного объекта не может быть достигнута без цветочного оформления. При планировке цветника необходимо учитывать климатические условия, степень освещенности места, где он будет располагаться, почвенные условия, наличие необходимой для полива воды, степень трудоемкости ухода, наличие квалифицированного персонала, наличие посадочного материала [19, 20].

Однако на исследуемом объекте цветовую гамму создают дикие травы, поэтому предлагается использовать в монастыре цветники только в ландшафтном стиле. Такой цветник может иметь форму овала или свободную конфигурацию. Размещать его лучше в зоне защитных и декоративных насаждений, на газоне рядом с местами отдыха или около существующих строений, где имеется культурный слой толщиной до 15–20 см.



Рис. 3. Иссоп меловой
Fig. 3 *Hyssopus cretaceus* Dubj.



Рис. 4. Лен украинский
Fig. 4. *Linum ucranicum* (Griseb. ex Planch.) Czern.



Рис. 5. Истод меловой
Fig. 5. *Poligala cretacea* Kotov



Рис. 6. Копеечник крупноцветковый
Fig. 6. *Hedysarum grandiflorum* Pall.



Рис. 7. Проломник Козо-Полянского
Fig. 7. *Androsace koso-poljanskii*



Рис. 8. Тимьян меловой
Fig. 8. *Thymus calcareus* Klokov



Рис. 9. Эскиз злакового цветника в зоне защитных и декоративных растений

Fig. 9. The sketch of a cereal flower bed in a zone of protective and ornamental plants

Тогда цветник будет гармонично восприниматься в окружении степных просторов и сезонной красочности меловых склонов монастыря. Поэтому рекомендуемый ассортимент для злакового цветника включил следующие виды: ковыль-волосатик (*Stipa capillata* L.), ковыль сибирский (*Stipa sibirica* L.), душица (*Origanum vulgare* L.), монарда двойчатая (*Monarda didyma*), различные виды шалфея (*Salvia*) — блестящий, мучнистый, зеленый, клейкий, луговой, дубравный, мутовчатый, лекарственный и др. [21]. Подобный злаковый цветник также позволит разнообразить цветовую гамму во второй половине лета. Его эскиз представлен на рис. 9.

Выводы

Пространство Свято-Спасского женского монастыря в селе Костомарово образовано меловыми склонами, на которых естественно произрастает только травянистая растительность. Поэтому для увеличения их декоративности можно использовать только дикие злаки и травянистую растительность, приспособленные к данным экологическим условиям, а в зоне защитных и декоративных насаждений монастыря рекомендуется использовать злаки и виды, цветущие во второй половине лета.

Список литературы

- [1] Тарачков Н.С. О климате г. Воронежа // Памятная книжка для жителей Воронежской губернии на 1856 г. Воронеж: РГБ, 1856. С. 54–69.
- [2] Михин В.И. Лесомелиорация ландшафтов. Воронеж: ВГЛТА, 2006. 127 с.
- [3] Мильков Ф.Н., Нестеров А.И., Петров П.Г., Скачков Б.И. Каменная степь: Лесоаграрные ландшафты. Воронеж: ВГУ, 1992. 224 с.
- [4] Спасский женский монастырь. Книга-фотоальбом об истории и современной жизни Спасского женского монастыря. Воронеж, 2014. 60 с.
- [5] Костомаровский Свято-Спасский монастырь. URL: <https://tonkosto.ru> (дата обращения 15.09.2018).
- [6] Теодоронский В.С., Жеребцова Г.П. Озеленение населенных мест: градостроительные основы. М.: Академия, 2010. 255 с.
- [7] Боговая И.О., Теодоронский В.С. Озеленение населенных мест. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. 239 с.
- [8] Мильков Ф.Н., Нестеров А.И., Петров Н.Г., Гончаров М.В. Каменная степь (опыт ландшафтно-типологической характеристики). Воронеж: ВГУ, 1971. 176 с.
- [9] Шанцер И.А. Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. 461 с.
- [10] Тарачков Н.С. Исчисление дикорастущих растений в Воронежской губернии и краткие о них сведения // Воронежские губернские ведомости: газета. Воронеж: РГБ, 1853. С. 49–52.
- [11] Козо-Полянский Б.М. К флоре Воронежской губернии // Труды Ботанического сада Юрьевского университета. Воронеж: Кн. изд., 1914. С. 6–8.
- [12] Келлер Б.А. Растительность Воронежской губернии. Воронеж: Кн. изд., 1921. 122 с.
- [13] Современные проблемы интродукции и сохранения биоразнообразия // Матер. Международ. науч. конф. Воронеж, Бот. сад им. проф. Б.М. Козо-Полянского, ВГУ, 3–5 октября 2012. Воронеж: ВГУ, 2007. 323 с.
- [14] Карташева Л.М. Интродукция редких и исчезающих растений в Центральном Черноземье / Л.М. Карташева, З.П. Муковнина, В.Ф. Шипилова, А.В. Комова, Б.И. Кузнецов, О.Н. Сафонова, Е.А. Николаев. Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2010. 212 с.
- [15] Руководство по лесовосстановлению и лесоразведению в лесостепной, степной, сухостепной и полупустынной зонах Европейской части Российской Федерации. Приказ Россельхоза № 328 от 13.12.1993. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9014864> (дата обращения 15.12.2018).
- [16] Рекомендации ГНУ НИИ сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева по посадке полезных лесных полос и уходу за ними. URL: <http://www.yfermer.ru/selskoehozyaistvo/326500.html#XJ4RTbh2iSU> (дата обращения 15.12.2018).
- [17] Рекомендации специалистов питомника Лоренц фон Эрен. URL: http://lvebaumschule.de/sites/default/files/plh_ghoelze_russ_63398.PDF (дата обращения 02.04.2018).
- [18] Николаев Е.А. В царстве растений. Воронеж: ВГУ, 1977. 128 с.
- [19] Соколова Т.А., Бочкова И.Ю., Бобылева О.Н. О проблемах цветочного оформления объектов ландшафтной архитектуры в г. Москве. Вопросы ландшафтной архитектуры // Сборник статей по материалам профессорско-преподавательской конференции ФЛА. Научные труды. М.: МГУЛ, 2015. № 378. С. 38–42.
- [20] Бочкова И.Ю. Создаем красивый цветник. Принципы подбора растений. Основы проектирования. М.: Фитон+, 2007. 240 с.
- [21] Воронцов В.В. Цветы в саду, или 1000 цветов для вашего сада: Иллюстрированный справочник. М.: Фитон+, 2006. 320 с.

Сведения об авторах

Гревцова Вера Вячеславовна — аспирант отдела дендрологии Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, vera3128@mail.ru

Леонова Валентина Алексеевна — канд. с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), leonovava@bk.ru

Поступила в редакцию 25.12.2018.

Принята к публикации 09.02.2019.

STUDYING OF GRASSLAND VEGETATION OF SACRED AND SPASSKY CONVENT IN KOSTOMAROVO VORONEZH REGION

V.V. Grevtsova¹, V.A. Leonova²

¹The N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, 4, Botanicheskaya st., 127276, Moscow, Russia

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

leonovava@bk.ru

In article the climatic features of Kostomarovsky clough in which the convent is located are considered. Information on its history, the existing structure and zoning of the territory is provided. The research is devoted to the main vegetation of the monastery — to herbs, their range and decorative effect of slopes during their blossoming. Not decorative period of slopes comes to light and the additional range of grassland vegetation capable to decorate monastery slopes in the second half of summer is recommended. In a design part of work on the basis of the recommended additional range of herbs the sketch of a cereal flower bed is submitted.

Keywords: convent, Kostomarovs' beam, cretaceous temples and caves, cretaceous slopes, zoning of the territory, grassy vegetation, decorative effect of slopes, sketch

Suggested citation: Grevtsova V.V., Leonova V.A. *Izuchenie travyanistoy rastitel'nosti Svyato-Spasskogo zhenskogo monastyrya v sele Kostomarovo Voronezhskoy oblasti* [Studying of grassland vegetation of Sacred and Spassky Convent in Kostomarovo Voronezh region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 64–71. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-64-71

References

- [1] Tarachkov N.S. *O klimate g. Voronezha* [On the climate of the city of Voronezh]. Pamyatnaya knizhka dlya zhitel'ey Voronezhskoy gubernii na 1856 g. [Memorial book for the residents of the Voronezh province, 1856]. Voronezh: RGB, 1856, pp. 54–69.
- [2] Mikhin V.I. *Lesomelioratsiya landshaftov* [Forest landscaping]. Voronezh: VGLTA, 2006, 127 p.
- [3] Mil'kov F.N., Nesterov A.I., Petrov P.G., Skachkov B.I. *Kamennaya step': Lesoagrarne landshafty* [Stone steppe: Forest-agrarian landscapes]. Voronezh: VSU, 1992, 224 p.
- [4] *Spasskiy zhenskiy monastyr' . Kniga-fotoal'bom ob istorii i sovremennoy zhizni Spasskogo zhenskogo monastyrya* [Spassky nunnery. A photo album about the history and modern life of the Spassky nunnery]. Voronezh, 2014, 60 p.
- [5] *Kostomarovskiy Svyato-Spasskiy monastyr'* [Kostomarovsky Holy Spassky Monastery]. URL: <https://tonkosto.ru> (accessed 15.09.2018).
- [6] Teodoronskiy V.S., Zherebtsova G.P. *Ozelenenie naseleennykh mest: gradostroitel'nye osnovy* [Gardening of the occupied places: town planning bases]. Moscow: Akademiya, 2010, 255 p.
- [7] Bogovaya I.O., Teodoronskiy V.S. *Ozelenenie naseleennykh mest* [Gardening of the occupied places]. Sankt-Peterburg: Moscow; Krasnodar: Lan, 2012, 239 p.
- [8] Mil'kov F.N., Nesterov A.I., Petrov N.G., Goncharov M.V. *Kamennaya step' (opyt landshaftno-tipologicheskoy kharakteristiki)* [Stone steppe (experience landscape-typological characteristics)]. Voronezh: VSU, 1971, 176 p.
- [9] Shantser I.A. *Rasteniya sredney polosy Evropeyskoy Rossii. Polevoy atlas* [Plants in the middle zone of European Russia. Field Atlas]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2017, 461 p.
- [10] Tarachkov N.S. *Ischislenie dikorastushchikh rasteniy v Voronezhskoy gubernii i kratkie o nikh svedeniya* [The calculation of wild plants in the Voronezh province and brief information about them]. Voronezh provincial. Gazette: newspaper. Voronezh: RSL, 1853, pp. 49–52.
- [11] Kozo-Polyanskiy B.M. *K flore Voronezhskoy gubernii* [To the flora of the Voronezh province]. Trudy Botanicheskogo sada Yur'evskogo universiteta [Proceedings of the Botanical Garden of the Yurievsky University]. Voronezh: Kn. izd., 1914, pp. 6–8.
- [12] Keller B.A. *Rastitel'nost' Voronezhskoy gubernii* [Vegetation of the Voronezh province]. Voronezh: Kn. izd., 1921, 122 p.
- [13] *Sovremennyye problemy introduktsii i sokhraneniya bioraznoobraziya* [Modern problems of introduction and preservation of biodiversity]. Mater. Mezhdunar. nauch. konf. Voronezh, Bot. sad im. prof. B.M. Kozo-Polyanskogo [Mater. International scientific conf. Voronezh, Bot. garden them. prof. B.M. Kozo-Polyanskiy], VSU, October 3–5, 2012. Voronezh: VSU, 2007, 323 p.
- [14] Kartasheva L.M., Mukovnina Z.P., Shipilova V.F., Komova A.V., Kuznetsov B.I., Safonova O.N., Nikolaev E.A. *Introduktsiya redkikh i ischezayushchikh rasteniy v Tsentral'nom Chernozem'e* [Introduction of rare and endangered plants in the Central Black Earth Region]. Voronezh: Publishing and Printing Center VSU, 2010, 212 p.

- [15] *Rukovodstvo po lesovosstanovleniyu i lesorazvedeniyu v lesostepnoy, stepnoy, sukhostepnoy i polupustynnoy zonakh Evropeyskoy chasti Rossiyskoy Federatsii. Prikaz Rossel'khoza № 328 ot 13.12.1993* [Guidance on reforestation and afforestation in the forest-steppe, steppe, dry-steppe and semi-desert zones of the European part of the Russian Federation. Order of the Russian Agricultural Agency no. 328 dated December 13, 1993]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9014864> (accessed 15.12.2018).
- [16] *Rekomendatsii GNU NII sel'skogo khozyaystva Tsentral'no-Chernozemnoy polosy im. V.V. Dokuchaeva po posadke polezashchitnykh lesnykh polos i ukhodu za nimi* [Recommendations of the GNU Agricultural Research Institute of the Central Black Earth strip named V.V. Dokuchaeva for planting forest shelter belts and caring for them]. URL: <http://www.yfermer.ru/selskoehozyaystvo/326500.html#XJ4RTbh2iSU> (accessed 15.12.2018).
- [17] *Rekomendatsii spetsialistov pitomnika Lorents fon Eren* [Recommendations of Lorenz von Eren kennel experts]. URL: http://lvebaumschule.de/sites/default/files/plh_gehoelze_russ_63398.PDF (accessed 02.04.2018).
- [18] Nikolaev E.A. *V tsarstve rasteniy* [In the plant kingdom]. Voronezh: VSU, 1977, 128 p.
- [19] Sokolova T.A., Bochkova I.Yu., Bobyleva O.N. *O problemakh tsvetochnogo oformleniya ob'ektov landshaftnoy arkhitektury v g. Moskve. Voprosy landshaftnoy arkhitektury* [On the problems of flower design objects of landscape architecture in Moscow. Issues of landscape architecture]. *Sbornik statey po materialam professorsko-prepodavatel'skoy konferentsii FLA. Nauchnye trudy, № 378* [Collection of articles on the materials of the faculty conference FLA. Scientific works, no. 378]. Moscow: MGUL, 2015, pp. 38–42.
- [20] Bochkova I.Yu. *Sozdaem krasivyy tsvetnik. Printsipy podbora rasteniy. Osnovy proektirovaniya* [Create a beautiful flower garden. Principles of selection of plants. Basics of design]. Moscow: Fiton +, 2007, 240 p.
- [21] Vorontsov V.V. *Tsvety v sadu, ili 1000 tsvetov dlya vashego sada: Illyustrirovannyi spravochnik* [Flowers in the garden, or 1000 flowers for your garden: An illustrated guide]. Moscow: Fiton +, 2006, 320 p.

Authors' information

Grevtsova Vera Vyacheslavovna — Pg. of Department of Dendrology of the Main Botanical Garden named after N.V. Tzitzin, vera3128@mail.ru

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

Received 25.12.2018.

Accepted for publication 09.02.2019.

ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ РАЗВИТИЯ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ГОРОДА ПУЩИНО МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Варламова

Храм Михаила Архангела, 142290, Московская обл., г. Пущино, ул. Михайловский спуск, д. 1–2

mashavarlamova80@mail.ru

Освещается история возникновения эколополиса Пущино, дается разъяснение понятия «экополис». Подробно рассматривается планировка и градостроительные факторы. Основное внимание уделено изучению структуры системы озеленения города, истории ее создания и ассортименту древесных насаждений, произрастающих в парке «Зеленая зона» и жилых микрорайонах. Дается краткая информация по заказникам и о роли Приокско-Террасного заповедника в Пущино.

Ключевые слова: академгородок, экополис, генплан, система озеленения, структура города, парк «Зеленая зона», микрорайон, заказники, Приокско-Террасный заповедник

Ссылка для цитирования: Варламова М.В. Исторический аспект развития ландшафтно-экологического каркаса города Пущино Московской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 72–78. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-72-78

Недалеко от древнего Серпухова, на противоположном берегу Оки, стоит маленький город Пущино. Его история началась в середине XX в., когда в СССР возникали научные центры, академгородки, как результат стремления руководства страны дать импульс развитию фундаментальных научных исследований. Идея создания Пущинского академгородка принадлежит академику А.Н. Несмеянову. Место для будущего города он нашел, путешествуя во время отпуска на лодке по Оке [1]. В итоге на правом берегу Оки у села Пущино Академии наук был отведен земельный участок 761,8 га под строительство научного городка и радиоастрономической станции [2]. Датой основания академгородка в Пущино считается 13 апреля 1956 года [3].

Формирование Пущино по программе «Экополис». С самого начала проектирования город задумывался как город будущего, город передовой науки. На определенном этапе строительства в 1979 г. в качестве эксперимента было решено применить к городу программу «Экополис» [4].

Известный консультант по проблемам экологии городов, доктор Пол Даунтон, характеризует экополис как «урбанизированную систему, население которой намеренно интегрировано в процессы биосферы для оптимизации функционирования биосферы на благо человека» [5]. Экополис, по его мнению, следующий важный шаг в эволюции нашей городской среды: «строить так, чтобы вписываться в окружение в сотрудничестве, а не в конфронтации с природой» [5]. Иными словами, под термином «экополис» обычно понимают городское поселение (город, поселок), при планировании, проектировании и строительстве которого учитывается комплекс экологических потребностей людей, включая создание

благоприятных условий для существования многих видов растений и животных в его пределах. Идея экополиса не только весьма привлекательна, но и достаточно активно прорабатывается еще с давних времен. Экополис — дальнейшая разработка идей и мечты о «лучезарном городе» мыслителей прошлого. Н.Ф. Реймерс считал, что принципы создания экополиса должны отвечать следующим трем основным требованиям:

- соразмерности архитектурных форм (домов, улиц и др.) росту человека;
- пространственному единству водных и озелененных площадей, создающих хотя бы иллюзию вхождения природы в город и расчленяющих его на «субгорода»;
- приватизации жилища, включающего элементы природного окружения непосредственно у дома и квартирное озеленение (на балконах, вертикальное озеленение улиц, создание газонов на крышах домов и т. п.) [6, с. 305].

В целом же экополис — это главным образом малоэтажный город с большим количеством садов, парков, лесопарков (даже лесов), полей, водоемов и т. п., создающий благоприятные экологические условия как для жизни человека, так и для существования многих видов растений и животных в его пределах.

Самая актуальная тема в идее экополиса — тема озеленения. Тезис «не зелень в городе, а город в зелени» особенно справедлив для экополиса. Более того, в условиях даже хорошо озелененного города необходимо всемерно увеличивать и усиливать автотрофный блок, снабжающий городскую экосистему органическими веществами и кислородом, использовать по возможности все свободные площади (не только землю, но также стены и крыши зданий) для выращивания

зеленых растений, что может в значительной степени снять зависимость города от окружающих питающих экосистем и усилить его саморегулируемость.

Программа «Экополис» в нашей стране зародилась в лаборатории экологии и охраны природы кафедры высших растений биологического факультета МГУ [7]. Эта программа ставит задачей создание человеческих поселений нового типа, реализующих сопряженное развитие общества и природы. Задача поселений нового типа — оградить природу и самих людей от их собственных неблагоприятных воздействий, сохраняя возможно большее разнообразие элементов биосферы [8]. Основной целью программы, конкретно для Пущино, была разработка и апробация методов создания в малых городах оптимальной экологической и социально-психологической среды обитания человека [5, 9].

На территории, отведенной для строительства города ученых, планировалось разместить: 8 институтов с полигонами, опытными полями и комплексами вспомогательных сооружений; радиофизическую станцию ФИАН с полигоном и дежурным поселком; жилые дома, общественные и коммунальные здания [3]. Особенностью Пущино с самого начала его существования было отсутствие промышленности [5, 10].

Ответственная задача составления Генерального плана города Пущино была поручена Государственному институту по проектированию научно-исследовательских институтов и лабораторий Академии наук СССР (ГипроНИИ АН СССР). Не будет преувеличением сказать, что архитекторам предстояло решить весьма сложную задачу. На возвышенности, открытой всем ветрам, с уклоном на северо-восток надо было спланировать город, расположив его параллельными линиями в 3 основные зоны: деловую или научно-производственную, жилых микрорайонов и отдыха (общегородской парк). При этом следовало учесть, чтобы жилая застройка не расчленила ансамбль города и город, обращенный главным фасадом к Оке, прекрасно смотрелся бы не только с реки, но и при подъезде к нему со стороны Симферопольского шоссе [11].

В результате усилий проектировщиков в тесном сотрудничестве с учеными Пущинского центра, генплан стал идеальным примером комплексной застройки территории, обеспечивающей оптимальное сочетание условий для эффективного труда и комфортной жизни ученых. По генплану города Пущино и разработанным на его основе проектам удалось на редкость гармонично и естественно вписать здания и элементы инфраструктуры научного центра в окружающий ландшафт [12].

Цель работы

Цель работы — выявление особенностей системы озеленения города Пущино и его древесного ассортимента.

Материалы и методы исследования

Изучение особенностей системы озеленения города Пущино проводилось в несколько этапов: историко-архивная экспертиза (по общепринятой методике) позволила составить историческую справку о возникновении академгородка, его планировке и истории создания системы озеленения (I этап). Далее проводилась инвентаризация древесной растительности города по методике Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова (II этап). Полученные результаты подверглись аналитическому анализу (III этап).

Структура города в соответствии с программой «Экополис». Схемой генплана было предусмотрено расположение институтских зданий на верхней более пологой площадке, причем каждый институт обеспечивался резервной территорией для дальнейшего развития. Жилая застройка располагается на склонах холма, обращенных к реке, непосредственно примыкая к частично сохранившемуся парку старинной усадьбы [3].

Между институтскими зданиями и участками, застроенными жилыми домами, запроектирована буферная полоса зеленых насаждений шириной около 200 м, а в центре жилого городка в направлении реки Оки расположен широкий бульвар, спускающийся к реке архитектурно оформленной лестницей. Предложенная компоновка оказалась исключительно удачной: она была заложена в первый Генеральный план города и реализована во всех дальнейших проектах. Это позволило создать один из красивейших малых городов Подмосковья, удобный для проживания. Именно в этих проектах реально произошла смена привычного лозунга о покорении природы на достижение единства с природой, органичное вписывание научных центров в окружающую среду, повышенное внимание к защите природы от вредного техногенного влияния [3].

В данный момент городскую территорию можно условно разделить на четыре части: заказники, входящие в городскую черту, территория институтов, буферная зона в виде протяженного парка «Зеленая зона», отделяющая территорию институтов от жилой застройки, и микрорайоны.

Заказники. В соответствии с программой «Экополис» руководством города при поддержке общественных организаций было принято решение о необходимости сохранения в «неизменном виде существующих биоценозов, в особенности лугов, лугового покрова, родников



Рис. 1. Пушино. Карта города с микрорайонами, 1995 г.
Fig. 1. Pushchino. City map with neighborhoods, 1995

и речек, ... берегового склона р. Оки, территории Спас-Тешиловского городища и других живописных мест, являющихся непреходящей естественной ценностью...». В итоге в городе и его окрестностях было создано 15 заказников на основе предложений городского общества охраны природы. Современная сеть охраняемых природных территорий состоит из 13 заказников общей площадью около 330 га, кольцом окружающий город [8].

Структура и типы насаждений парка «Зеленая зона». Парк «Зеленая зона» расположен в центральной части Пушино на территории 23,01 га (рис. 1). В формировании облика города его зеленому наряду придавалось большое значение. Зеленый каркас города был спроектирован коллективом ГипроНИИ, а именно Ю.П. Платоновым, С.П. Бурицким, Э.В. Якобсоном. Главным куратором посадки растений являлся Главный ботанический сад АН СССР, его научные сотрудники И.М. Петров, И.Н. Путилин, Н.П. Титова [12]. «Зеленая зона» была заложена в 1963 г. [13], посадки велись параллельно со строительством города. Подавляющая часть парка высажена рядами, что продиктовано требованиями безопасности, в сочетании с полянами, выдержанными в свободном пейзажном стиле. Всего в «Зеленой зоне» на тот момент было посажено 4670 деревьев и 3270 кустарников — более 36 видов [14, с. 143]. Саженцы привозили из Главного ботанического сада и питомников Подмосковья и Тульской области [15].

«Зеленая зона» представляет собой широкую ось шириной 170 м и длиной около 2 км, разделяющую градообразующую линию институтов биологического профиля и жилые микрорайоны. К парку примыкают четыре микрорайона: «АБ», «В», «Г» и «Д». Их разделяет Проспект Науки, проложенный с северо-запада на восток и проходящий от въезда в город через весь населенный пункт.

Соотношение основных типов пространственной структуры соответствует здесь требованиям, предъявляемым к паркам и лесопаркам среднерусской лесостепной зоны. Закрытые пространства, формирующие над головой плотный зеленый полог в сочетании с вертикальной закрытостью южных опушек, располагаются почти непрерывной полосой вдоль линии институтов. Тенистые рощи, высаженные по регулярной сетке 4×5 м, 5×6 м., сформированы с помощью мелколиственных, широколиственных и хвойных пород деревьев. Проектировщики понимали, что все виды деревьев, предусмотренные в проекте, нельзя высаживать таким образом и что деревья требуют значительно большего жизненного пространства, и такая схема посадки была временной мерой [16].

По планировке «Зеленую зону» условно можно разделить на 4 участка. В зоне микрорайона «АБ» рассматриваемая зеленая полоса представляет собой лесопарк, представленный лиственными и хвойными видами деревьев. По всей своей длине «Зеленая зона» выходит на линию институтских

фасадов (южная сторона) плотными рядовыми насаждениями в виде сплошных массивов. В сторону же микрорайонов (северная сторона) она открывается разномасштабными полянами с живописными растительными группами.

В зоне микрорайона «В» рассматриваемый объект имеет открытый тип пространственной структуры в виде партера. Здесь расположены бассейн с фонтаном, окруженный рядами голубых елей, розарий, липовый и лиственничный массивы, укрывающие от летнего зноя горожан, и волейбольная площадка.

Около микрорайона «Г» «Зеленая зона» имеет смешанную структуру, в которой просматриваются как лесопарковые, так и партерные темы [14, с. 144].

На территории «Зеленой зоны» в микрорайоне «Д» разместился вновь построенный Культурно-досуговый центр с большой площадкой для массовых гуляний горожан в окружении рядовых посадок рябины и клена. Для данной территории характерна партерная планировка.

Таким образом, в пространственной структуре «Зеленой зоны» обнаруживается большое количество эффектных композиционных приемов, создающих гармоничную анфиладу чередующихся закрытых, полуоткрытых и закрытых пространств. Используются приемы высаживания растительных групп на фоне регулярной однородной древесной опушки, подбивки роц декоративными кустарниками, создания отдельно стоящих групп и ярусных композиций.

По итогам инвентаризации, проводимой студентами МГУЛ в 2013 и 2014 гг., можно увидеть, что в парке достаточное количество хвойных видов. Из 5699 деревьев, произрастающих на данной территории, хвойные составляют почти 23 % от общего количества (1694 шт.), что вполне соответствует нормативу для парковых территорий.

Основными древесными видами в структуре «Зеленой зоны» являются береза повислая (*Bétula péndula*), лиственница сибирская (*Lárix sibírica*) и дуб черешчатый (*Quércus róbur*). Всего же представлено 18 видов деревьев (рис. 2) и 20 видов кустарников (рис. 3).

Жилые микрорайоны. Наряду с городским парком зеленые насаждения активно присутствуют по всей территории города. В 1968 г. был разработан план озеленения Пушкино, в том числе жилых микрорайонов. В 1970 г. были заложены Парк Победы и Аллея ветеранов [17, с. 444]. Особой достопримечательностью является Яблоневая аллея внутри микрорайона «АБ». Яблони сорта «Антоновка» (56 деревьев), выращенные сотрудниками Главного ботанического сада Академии наук, превратились в красивые мощные деревья

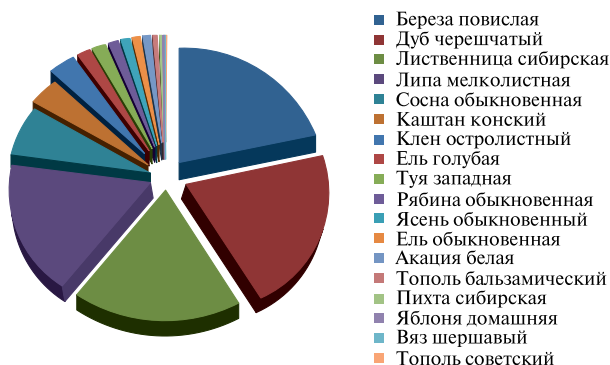


Рис. 2. Видовой ассортимент деревьев «Зеленой зоны»

Fig. 2. The species of trees range Green Zone

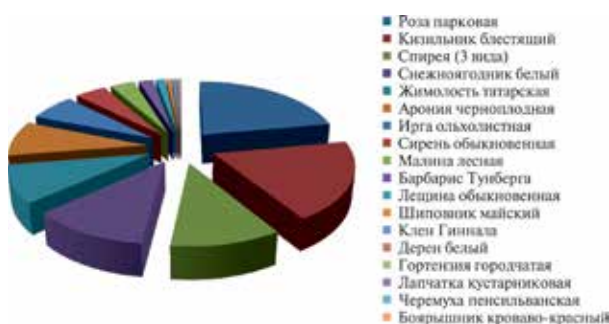


Рис. 3. Видовой ассортимент кустарников «Зеленой зоны»

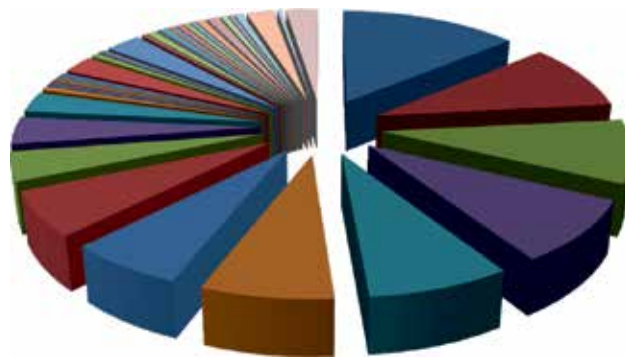
Fig. 3. The species range of shrubs Green Zone

и периодически плодоносят. Деревья располагаются в экологически чистой пешеходной зоне, и все желающие могут сорвать плоды.

Микрорайоны города террасами спускаются от «Зеленой зоны» к реке. Они оформлены живописными древесными и кустарниковыми группами. Наряду с традиционными деревьями — березами, ивами, дубами, вязами на территории города хорошо прижились маньчжурский орех (*Júglans mandshúrica*), пихта сибирская (*Ábies sibírica*), каштан конский (*Aésculus hippocástanum*), сибирская ягодная яблоня (*Malus baccata*), гибриды яблони Недзвецкого (*Malus niedzwetzkyana*), миндаль (*Prunus dulcis*), пенсильванская вишня (*Cerasus pennsylvanica Lois*) и ряд других редких для данной климатической зоны видов древесной растительности.

В микрорайонах видовое разнообразие деревьев достигает 35 видов, а кустарников более 45 видов [18] (рис. 4). Для озеленения микрорайонов и города в целом создана собственная база озеленения — питомник с теплицами, где выращиваются саженцы деревьев и кустарников, цветочная рассада однолетних и многолетних видов [19].

Город в заповеднике. Город Пушкино в южном Подмосковье, которому присвоен статус биосферного резервата ЮНЕСКО, станет частью Приокско-Террасного заповедника. Это решение



- | | | |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| ■ Сирень обыкновенная | ■ Кизильник блестящий | ■ Свидина белая |
| ■ Роза майская | ■ Спирея дубравколистная | ■ Снежногодник белый |
| ■ Пузыреплодник калинолистный | ■ Спирея городчатая | ■ Боярышник пятипестичный |
| ■ Боярышник кроваво-красный | ■ Рябинник рябинолистный | ■ Спирея японская |
| ■ Чубушник венечный | ■ Дерен белый | ■ Калина Саржента |
| ■ Барбарис Тунберга | ■ Можжевельник казацкий | ■ Крушина ломкая |
| ■ Вишня войлочная | ■ Арония черноплодная | ■ Жимолость обыкновенная |
| ■ Жимолость татарская | ■ Бересклет европейский | ■ Бересклет бородавчатый |
| ■ Спирея средняя | ■ Боярышник перистолостный | ■ Боярышник петушья шпора |
| ■ Боярышник Максимовича | ■ Чубушник кавказский | ■ Чубушник Лемуана |
| ■ Спирея иволистная | ■ Спирея острозубчатая | ■ Спирея калинолистная |
| ■ Клен ясенелистный | ■ Клен Гиннала | ■ Айва японская |
| ■ Лох серебристый | ■ Роза Ругоза | ■ Роза коричная |
| ■ Роза иллистая | ■ Роза прованская | ■ Карагана древовидная |
| ■ Клен татарский | ■ Магония падуболистная | |

Рис. 4. Ассортимент видов кустарников в микрорайонах, прилегающих к «Зеленой зоне»

Fig. 4. The range of species of shrubs in the neighborhoods adjacent to the Green Zone

было принято депутатами на заседании 18 августа 2016 г. Таким образом, Приокско-Террасный заповедник станет единственным в России, который будет иметь на своей территории городское образование. Решение о вхождении в зону заповедника принято в рамках содействия устойчивому развитию Приокско-Террасного биосферного резервата ЮНЕСКО. С соответствующей инициативой выступило также руководство заповедника.

Пушино располагается в переходной зоне заповедника, именуется также территорией сотрудничества и «...представляет собой часть биосферного резервата, на которой осуществляется деятельность, призванная обеспечить экологически устойчивое экономическое и человеческое развитие с учетом социально-культурных особенностей в границах города Пушино, включая лесные участки, находящиеся в ведении ГКУ МО «Мособллес»» [20].

Выводы

Созданный на месте посевных площадей тип городской планировки академгородка Пушино может стать нормативной базой для проектирования и строительства малых городов будущего, а также микрорайонных подсистем, миллионников и мегаполисов. Отмечено, что применение искусственно созданных биоценозов древесных насаждений, характерных для среднерусской

полосы, в общей структуре городской планировки эколополиса сформировало устойчивый биосферный модуль, создающий в городе комфортный естественный микроклимат.

Список литературы

- [1] Зеленая зона имени Александра Николаевича Черкашина // Пушинская среда. 2014. № 24. 19 июня.
- [2] Пушинский Научный Центр РАН 1956–2006. Составитель Г.Н. Назарова. Пушино, 2006. 25 с.
- [3] Пушино. Истоки. Сбережение. Развитие // Пушинская среда, 2010. № 35.
- [4] Пушино. Научный центр биологических исследований АН СССР Пушино. 1982. 15 с.
- [5] Даунтон П. Экополис: Архитектура и города против изменения климата. Аделаида: Springer, 2009. 608 с.
- [6] Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды. М.: Просвещение, 1992. 320 с.
- [7] Беспалов Ю.В. Тропы в природу. М.: МГУ, 1987. 61 с.
- [8] Божукова Е.Е., Кавторадзе Д.Н. Основные работы по программе Экополис (рефераты публикаций) 1979–1982 гг. Пушино: НЦБИ АН СССР, 1983. 110 с.
- [9] Беспалов Ю.В., Веняминова В.А., Сафрошкин Ю.В. Близкие заказники города Пушино. Пушино: НЦБИ АН СССР, 1982. 23 с.
- [10] Брудный А.А., Тихомиров В.Н., Кавторадзе Д.Н. Программа «Экополис» первый этап работы. Состояние экосистем г. Пушино и окрестностей и воздействие на них транспортной сети // Экология малого города. Пушино: НЦБИ АН СССР, 1981. 126 с.
- [11] Беспалов Ю.В. Земля Вятчей. М.: Московия, 2007. 280 с.
- [12] Доморацкий В.П. У истоков создания академических научных центров. 1938-1964 гг. М.: Спутник, 2009. 27 с.

- [13] Грякно Ф., Зарубина А. «Времена года». Пьеса для Зеленой зоны // Пушинская среда. № 11 (902). 21 марта 2013.
- [14] Вишневецкая З.И., Калмыков В.Л. Человек эпохи созидания: о создателе Пушинского академгородка А.Н. Черкашине. Пушино: [б. и.], 2013. 247 с.
- [15] Николаев А.И. Белой акации гроздь душистые // Пушинская среда, июнь 1998.
- [16] Архипов Е.А. Время вырубать деревья. Ч. 1. // Пушинская среда, 12 апреля 2000.
- [17] Васькина Л.И., Данилова Е.Н., Карлов В.В. Города Подмосковья. Т. 3. М.: Московский рабочий, 1981. 736 с.
- [18] Николаев А.И. Зеленый наряд города Пушино. Пушино, 1998. 20 с.
- [19] Каляев А. Городу-саду цвезть // Коммунист, 1978. № 37.
- [20] Наукоград Пушино войдет в состав биосферного заповедника. URL: serp/mk/ru/19.08.2016 (дата обращения 17.10.2018).

Сведения об авторе

Варламова Мария Владимировна — регент хора храма Михаила Архангела, г. Пушино Московской области, mashavarlamova80@mail.ru

Поступила в редакцию 12.11.2018.

Принята к публикации 09.01.2019.

HISTORICAL ASPECT OF DEVELOPMENT OF THE LANDSCAPE AND ENVIRONMENTAL FRAMEWORK OF THE CITY OF PUSHCHINO, MOSCOW REGION

M.V. Varlamova

Church of St. Michael the Archangel, Pushchino, Moscow Region

mashavarlamova80@mail.ru

The article highlights the history of the emergence of the ecopolis Pushchino, explains the concept of «ecopolis». Details considered the layout and town planning factors. The main attention is paid to the study of the structure of the city's landscaping system, the history of its creation and the assortment of tree plantations growing in the Green Zone and residential neighborhoods. A brief information on the reserves and the role of the Prioksko-Terrasny reserve in Pushchino is given.

Keywords: campus, ecopolis, general plan, landscaping system, city structure, green zone, microdistrict, reserves, Prioksko-Terrasny reserve

Suggested citation: Varlamova M.V. *Istoricheskiy aspekt razvitiya landshaftno-ekologicheskogo karkasa goroda Pushchino Moskovskoy oblasti* [Historical aspect of development of the landscape and environmental framework of the city of Pushchino, Moscow region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 72–78. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-72-78

References

- [1] *Zelenaya zona imeni Aleksandra Nikolaevicha Cherkashina* [Alexander Nikolaevich Cherkashin Green Zone]. *Pushchinskaya sreda*, 2014, no. 24, June 19.
- [2] *Pushchinskiy Nauchnyy Tsentri RAN 1956–2006* [The Pushchinsky Scientific Center of the Russian Academy of Sciences 1956–2006]. Compiled by G.N. Nazarov. Pushchino, 2006, 25 p.
- [3] *Pushchino. Istoki. Sberezhenie. Razvitie* [Pushchino. Origins. Saving. Development] *Pushchinskaya sreda*, 2010, № 35.
- [4] *Pushchino. Nauchnyy tsentr biologicheskikh issledovaniy AN SSSR* [Pushchino. Scientific Center for Biological Research, USSR Academy of Sciences]. Pushchino, 1982, 15 p.
- [5] Daunton P. *Ekopolis: Arkhitektura i goroda protiv izmeneniya klimata* [Ecopolis: Architecture and Cities Against Climate Change]. Adelaide: Springer, 2009, 608 p.
- [6] Reymers N.F. *Okhrana prirody i okruzhayushchey cheloveka sredy* [Protection of nature and the human environment]. Moscow: Enlightenment, 1992. 320 p.
- [7] Bespalov Yu.V. *Tropy v prirodu* [Paths in nature]. Moscow: MSU, 1987, 61 p.
- [8] Bozhukova E.E., Kavtaradze D.N. *Osnovnye raboty po programme Ekopolis (referaty publikatsiy) 1979–1982 gg.* [The main work under the Ecopolis program (abstracts of publications) 1979–1982]. Pushchino: NTSBI Academy of Sciences of the USSR, 1983, 110 p.
- [9] Bespalov Yu.V., Ven'yaminova V.A., Safroshkin Yu.V. *Blizhnie zakazniki goroda Pushchino* [Near reserves of the city of Pushchino]. Pushchino: NTSBI Academy of Sciences of the USSR, 1982, 23 p.
- [10] Brudnyy A.A., Tikhomirov V.N., Kavtaradze D.N. *Programma «Ekopolis» pervyy etap raboty. Sostoyanie ekosistem g. Pushchino i okrestnostey i vozdeystvie na nikh transportnoy seti* [The Ecopolis program is the first stage of work. The state of the ecosystems of Pushchino and its environs and the impact on them of the transport network] *Ekologiya malogo goroda* [Ecology of a small city]. Pushchino: NTSBI Academy of Sciences of the USSR, 1981, 126 p.
- [11] Bespalov Yu.V. *Zemlya Vyatichey* [Land Vyatichi]. Moscow: Moskoviya, 2007, 280 p.

- [12] Domoratskiy V.P. *U istokov sozdaniya akademicheskikh nauchnykh tsentrov 1938–1964 gg.* [At the origins of the creation of academic research centers 1938–1964]. Moscow: Sputnik, 2009, 27 p.
- [13] Gryanko F., Zarubina A. «*Vremena goda*». *P'esa dlya Zelenoy zony* [«The Seasons» Piece for the Green Zone] Pushchinskaya sreda, no. 11 (902), March 21, 2013.
- [14] Vishnevskaya Z.I., Kalmykov V.L. *Chelovek epokhi sozdaniya: o sozdatele Pushchinskogo akademgorodka A.N. Cherkashine. Pushchino* [The man of the epoch of creation: about the creator of the Pushchino academic campus A.N. Cherkashin]. Pushchino, 2013, 247 p.
- [15] Nikolaev A.I. *Beloy akatsii grozd'ya dushistye* [Clusters of fragrant white acacia] Pushchinskaya sreda, June 1998.
- [16] Arkhipov E.A. *Vremya vyrubat' derev'ya. Ch. 1.* [Time to cut down the trees. Part 1.] Pushchinskaya sreda, April 12, 2000.
- [17] Vas'kina L.I., Danilova E.N., Karlov V.V. *Goroda Podmoskov'ya. T. 3.* [Cities near Moscow. Vol. 3]. Moscow: Moscow Worker, 1981, 736 p.
- [18] Nikolaev A.I. *Zelenyy naryad goroda Pushchino* [Green outfit of the city of Pushchino]. Pushchino, 1998, 20 p.
- [19] Kalyaev A. *Gorodu-sadu tsvest'* [The City of the Garden-blossom]. Communist, 1978, № 37.
- [20] *Naukograd Pushchino voydet v sostav biosfernogo zapovednika* [The Pushchino science city will be a part of the biosphere reserve]. URL: serp/mk/ru19.08.2016 (accessed 17.10.2018).

Author's information

Varlamova Maria Vladimirovna — conductor Charge Archangel Michael in Pushchino Moscow region, mashavarlamova80@mail.ru

Received 12.11.2018.

Accepted for publication 09.01.2019.

УДК 630.78

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-79-86

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ МОБИЛЬНОЙ РУБИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ С МЯГКИМИ КОНТЕЙНЕРАМИ

С.П. Карпачев, В.И. Запруднов, М.А. Быковский

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

karpachevs@mail.ru

Рассматривается усовершенствованная технология производства топливной щепы на лесосеке. Для ликвидации простоев на операциях с перегрузкой щепы из прицепа-бункера в съемный кузов, рубительная машина снабжена специальным мягким контейнером-вкладышем, который размещается в прицепе-бункере. Общий вид мобильной рубительной машины с прицепом-бункером, внутри которого размещен мягкий контейнер-вкладыш, представлен на рис. 2. Предлагаемый контейнер-вкладыш должен исключить простои рубительной машины при заполнении съемного кузова в отсутствие автощеповозов. Поставленная цель достигается за счет того, что щепы загружается не в прицеп-бункер, а в мягкий контейнер-вкладыш, который установлен в прицепе-бункере. Результаты исследования предлагаемой технологии на математических моделях показали, что часовая производительность рубительной машины зависит от принятой технологии. Для технологии со сброской контейнеров на погрузочной площадке производительность рубительной машины уменьшается с увеличением расстояния транспортировки щепы по лесосеке, что понятно. Для технологии со сброской контейнеров на лесосеке производительность рубительной машины не зависит от расстояния транспортировки щепы по лесосеке. Производительность рубительной машины по предлагаемым технологиям выше, чем по традиционной технологии. Самая высокая производительность рубительной машины по предлагаемой технологии со сброской контейнеров со щепой на лесосеке, что объясняется отсутствием простоев рубительной машины на площадке. Производительность рубительной машины по предлагаемым технологиям не зависит от количества автощеповозов, что также является преимуществом предлагаемых технологий по сравнению с традиционной технологией.

Ключевые слова: биоэнергетика, мобильная рубительная машина, щепы

Ссылка для цитирования: Карпачев С.П., Запруднов В.И., Быковский М.А. Моделирование работы мобильной рубительной машины с мягкими контейнерами // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 79–86. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-79-86

Лесосечные отходы после сортиментных рубок являются дополнительным древесным сырьем, которое может быть использовано для получения биотоплива, например топливной щепы [1].

В настоящее время для производства топливной щепы из лесосечных отходов используют мобильные рубительные машины (МРМ) с прицепом-бункером (ПБ) и мягкие контейнеры (МК). Эти технологии были рассмотрены в ряде работ [2–4]. Технологическая схема работы МРМ с ПБ на лесосеке после сортиментной заготовки леса представлена на рис. 1.

После сортиментной заготовки леса на лесосеке остаются кучевые скопления из веток, сучьев, вершинок 1. Мобильная рубительная машина 2 перемещается по лесосеке и манипулятором с захватом подбирает лесосечные отходы 1, которые подает к рубительному устройству. Щепы направляется в специальный ПБ 3. После заполнения ПБ 3 щепой МРМ 2 направляется на погрузочную площадку, где щепы из ПБ 3 перегружаются в съемный кузов 4. Съемный кузов 4 после заполнения щепой забирает автощеповоз 5, работающий по системе «мультилифт».

Для достижения максимальной производительности автощеповозов число кузовов в си-

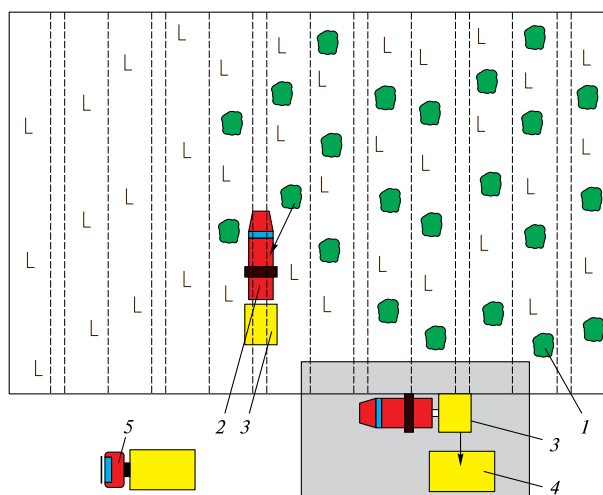


Рис. 1. Технологическая схема работы МРМ с ПБ для щепы на лесосеке после лесозаготовок: 1 — лесосечные отходы; 2 — МРМ; 3 — ПБ для щепы; 4 — съемный кузов; 5 — автощеповоз со съемным кузовом

Fig. 1. Technological workflow of MC with trailer hopper for chips in the cutting area after logging: 1 — harvesting residues; 2 — MC; 3 — trailer hopper for chips; 4 — detachable body; 5 — chip hauler set with detachable body

стеме «мультилифт» должно быть равным числу автощеповозов плюс один кузов [5–12].

Недостаток существующей технологии с использованием МРМ с ПБ заключается в том, что

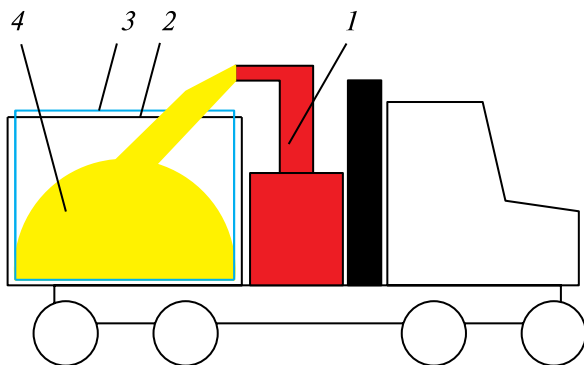


Рис. 2. Общий вид МРМ: 1 — рубительное устройство; 2 — ПБ; 3 — МК; 4 — щепа

Fig. 2. General view of MC: 1 — chipping device; 2 — trailer hopper; 3 — SC; 4 — chips

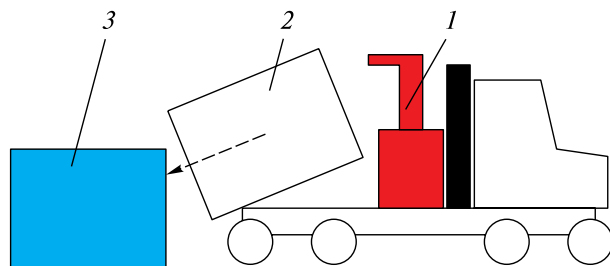


Рис. 3. Сбрасывание МК со щепой: 1 — рубительное устройство; 2 — ПБ; 3 — МК со щепой

Fig. 3. SC dropping with chips: 1 — chipping device; 2 — trailer hopper; 3 — SC with chips

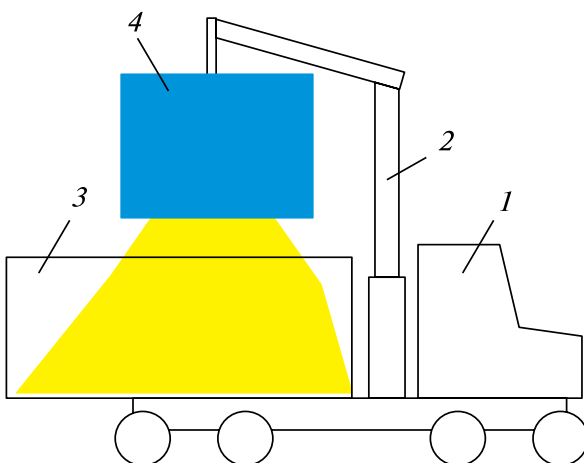


Рис. 4. Загрузка щепы из МК в кузов автощеповоза: 1 — автощеповоз; 2 — манипулятор; 3 — съемный кузов; 4 — МК со щепой

Fig. 4. Chip loading from the SC to the body of the tank truck: 1 — chip hauler set; 2 — the manipulator; 3 — detachable body; 4 — SC with chips

после заполнения съемного кузова щепой МРМ будет простаивать до прибытия автощеповоза с порожним кузовом [13–20].

Цель работы

Рассматривается усовершенствованная технология производства топливной щепы на лесосеке [2]. Для ликвидации простоев на операциях с перегрузкой щепы из ПБ в съемный кузов, МРМ снабжена специальным МК, который размещается в ПБ.

Материалы и методы

Общий вид МРМ с ПБ, внутри которого размещен МК, представлен на рис. 2.

Предлагаемый МК должен исключить простои МРМ при заполнении съемного кузова в отсутствии автощеповозов. Поставленная цель достигается за счет того, что щепа загружается не в ПБ, а в МК, который установлен в ПБ. Заполненный щепой ПБ с МК доставляется на погрузочную площадку, где МК со щепой сбрасывают на землю (рис. 3) независимо от наличия автощеповозов. Прибывающий на площадку автощеповоз загружает в свой кузов щепау из МК (рис. 4) и доставляет ее потребителю.

Технологическая схема работы МРМ с ПБ, внутри которого размещен МК, со сбрасыванием МК на погрузочной площадке представлена на рис. 5.

Мобильная рубительная машина 2 движется по лесосеке и манипулятором с захватом подбирает лесосечные отходы 1 и подает их к рубительному устройству. Полученная щепа подается в МК, который расположен на ПБ 3. После заполнения МК щепой МРМ 2 отвозит его на площадку и сбрасывает его в штабель из МК 4. После этого МРМ 2 возвращается на лесосеку. Автощеповоз 5 забирает МК 4 со щепой и отвозит их потребителю.

Предлагаемая технология позволяет еще больше повысить производительность МРМ, если МК сбрасывать на лесосеке сразу после их заполнения щепой (рис. 6). В этом случае для сбора МК со щепой с лесосеки потребуется транспортная машина. Такая технология потребует дополнительных затрат, которые в настоящей статье не рассматриваются.

Результаты и обсуждение

В рассмотренных технологиях ведущим оборудованием является МРМ. Для анализа этих технологий решено было сравнить производительность рубительного устройства по существующей (см. рис. 1) и проектируемой (см. рис. 5, 6) технологиям. Исследования проводились на математических моделях методами компьютерного моделирования [6, 11].

Технологический процесс работы МРМ с ПБ на лесосеке (см. рис. 1) был сформулирован в терминах теории массового обслуживания и схематично представлен на рис. 7.

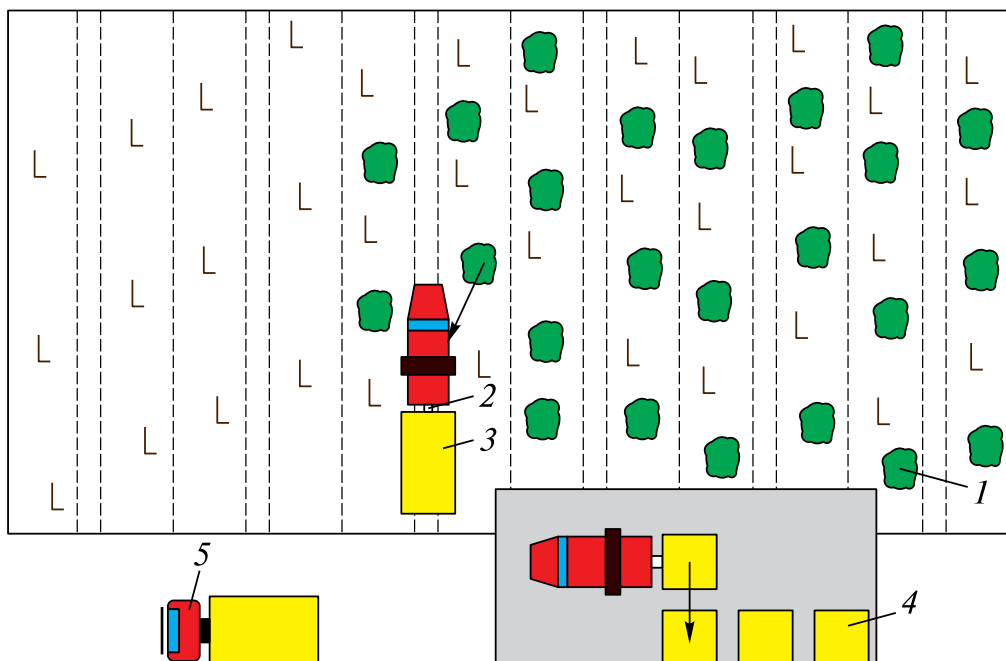


Рис. 5. Технологическая схема работы МРМ с ПБ и МК для щепы на лесосеке после лесозаготовок: 1 — лесосечные отходы; 2 — МРМ; 3 — ПБ с МК для щепы; 4 — МК со щепой; 5 — автощеповоз с МК со щепой

Fig. 5. Technological workflow of MC with trailer hopper and SC for chips in the cutting area after logging: 1 — harvesting residues; 2 — MC; 3 — trailer hopper with SC for chips; 4 — SC with chips; 5 — chip hauler stet with SC chips

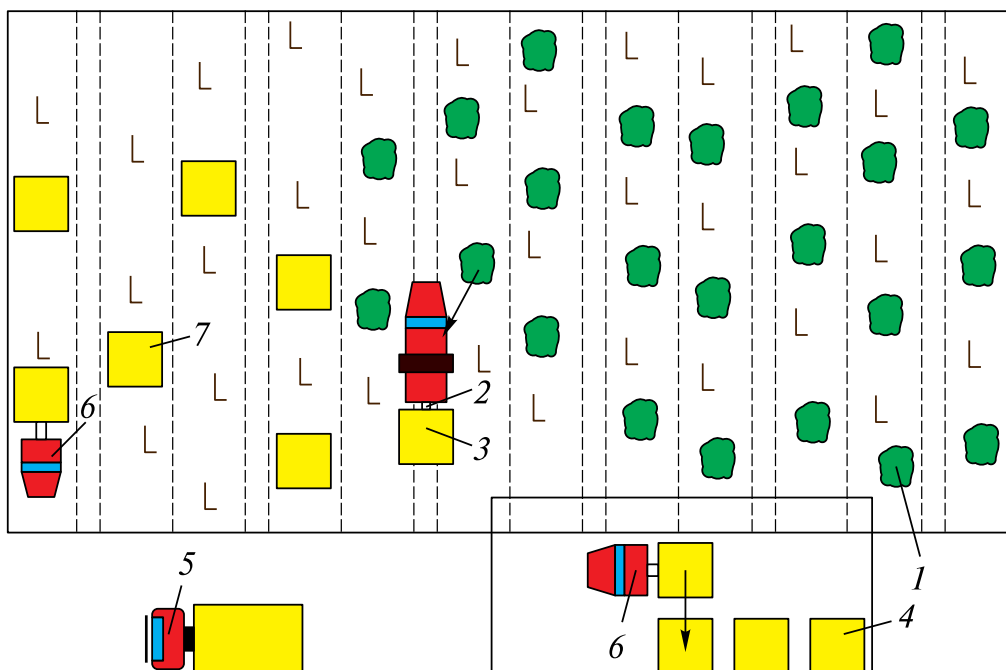


Рис. 6. Технологическая схема работы МРМ с ПБ и МК для щепы со сбрасыванием контейнеров на лесосеке: 1 — лесосечные отходы; 2 — МРМ; 3 — ПБ с МК для щепы; 4 — МК со щепой на погрузочной площадке; 5 — автощеповоз с МК со щепой; 6 — транспортная машина с МК со щепой; 7 — МК со щепой на лесосеке

Fig. 6. Technological workflow of MC with trailer hopper and SC for chips with dropping containers in the cutting area: 1 — harvesting residues; 2 — MC; 3 — trailer hopper with SC for chips; 4 — SC with chips at the loading area; 5 — chip hauler stet with SC chips; 6 — transport vehicle with SC with chips; 7 — SC with chips in the cutting area

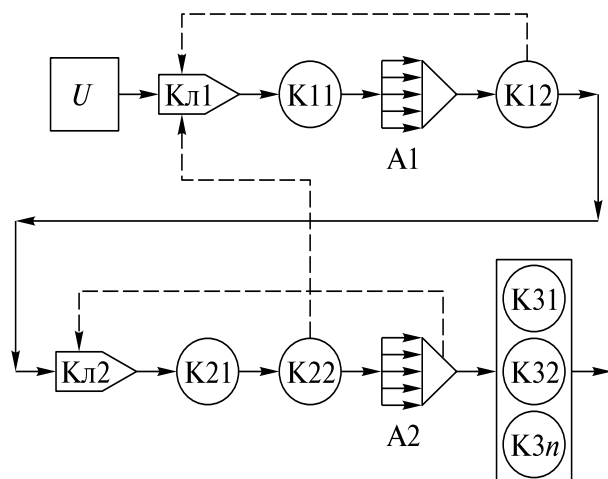


Рис. 7. Схема технологического процесса работы МРМ с ПБ на лесосеке

Fig. 7. Technological workflow scheme of MC with trailer hopper in the cutting area

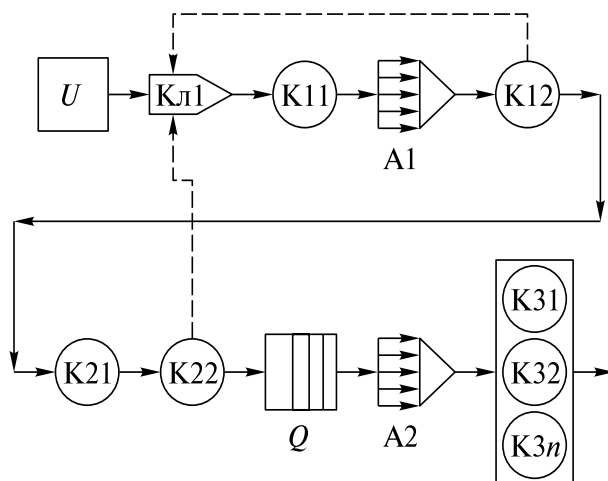


Рис. 8. Схема технологического процесса работы МРМ с ПБ и МК

Fig. 8. Technological workflow scheme of MC with trailer hopper and SC

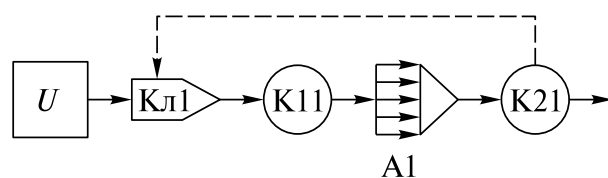


Рис. 9. Схема технологического процесса работы МРМ с ПБ и МК со сбрасыванием МК на лесосеке

Fig. 9. Technological workflow scheme of MC with trailer hopper and SC with dropping SC in the cutting area

Работа МРМ представлена двумя одноканальными приборами K11 и K12. Канал K11 имитирует время задержки на захват и переработку на щепу порции древесных отходов, захваченных манипулятором. Канал K12 имитирует задержку времени на транспортировку щепы в бункере до погрузочной площадки.

Разгрузку щепы из бункера в кузов имитирует одноканальный прибор K21. Канал K22 имитирует время задержки на обратный ход МРМ на лесосеку.

Работа автощеповозов представлена многоканальным прибором K3n. Число каналов равно числу автощеповозов.

Заявки представляют собой потоки древесного сырья. Все заявки можно разделить на несколько уровней. В систему из источника U поступают заявки первого уровня. Это порции древесных отходов, захваченных манипулятором. После прохождения канала K11 заявки первого уровня объединяются до ансамбля A1, размер которого равен объему ПБ МРМ. После прохождения каналов K21 и K22 заявки второго уровня объединяются до ансамбля A2, размер которого равен объему съемного кузова автощеповоза. После прохождения канала K3n заявка покидает систему.

Логика работы рубительной машины совместно с автощеповозами моделируется обратными связями и клапанами. Если заявка находится в канале K12, то клапан KЛ1 перекрывает вход заявок в канал K11. После попадания заявки в канал K22 клапан KЛ1 открывается.

Если заявки сформировали ансамбль A2, но все каналы K3n заняты, то клапан KЛ2 перекрывает выход заявки из канала K22.

Технологический процесс работы МРМ с ПБ, внутри которого размещен МК, со сброской МК на погрузочной площадке (см. рис. 5) схематично представлен на рис. 8.

Отличие схемы на рис. 8 от схемы на рис. 7 заключается в логике функционирования систем. В схеме на рис. 8 отсутствует клапан KЛ2. Заявки беспрепятственно покидают канал K22, после которого становятся в очередь Q к многоканальному прибору K3n, ожидая освобождения какого-нибудь канала. Если очередь Q пустая, то многоканальный прибор будет простаивать.

Технологический процесс работы МРМ с ПБ, внутри которого размещен МК, со сбрасыванием МК на лесосеке (см. рис. 6) схематично представлен на рис. 9.

В схеме на рис. 9, по сравнению со схемой на рис. 8, отсутствует многоканальный прибор K3n. Заявки беспрепятственно покидают канал K21, после которого покидают систему.

Моделирование проводилось для совместной работы одной МРМ, одного или двух автощеповозов. Расстояние транспортировки щепы автощеповозом было принято равным 100 км. Объем съемного кузова 30 м³, объем ПБ 15 м³.

Результаты моделирования в виде графиков представлены на рис. 10–13.

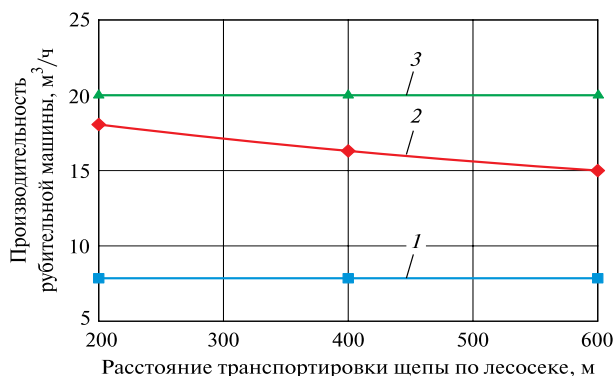


Рис. 10. Зависимость производительности МРМ от расстояния транспортировки щепы по лесосеке для технологий существующей (1), проектируемой 1 (2), проектируемой 2 (3)

Fig. 10. The dependence of the performance of MC on the distance of chips transportation in the cutting area for existing technologies (1), designed 1 (2), designed 2 (3)

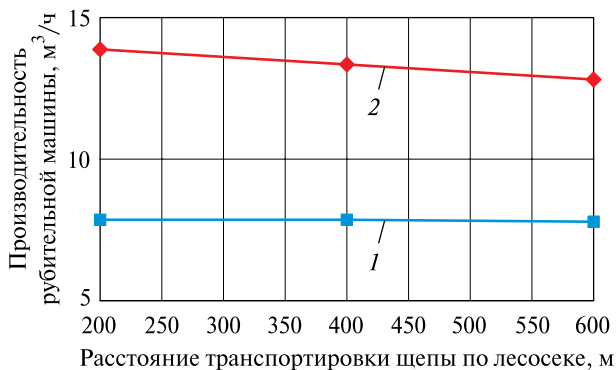


Рис. 11. Зависимость производительности МРМ от расстояния транспортировки щепы по лесосеке для одного автощеповоза (1) и двух автощеповозов (2) по традиционной технологии

Fig. 11. The dependence of the performance of the MC on the distance of chips transportation in the cutting area for one chip hauler set (1) and two chip hauler sets (2) according to conventional technology

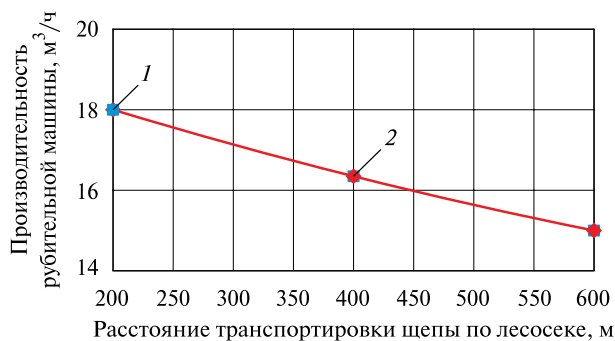


Рис. 12. Зависимость производительности системы машин от расстояния транспортировки щепы по лесосеке для одного автощеповоза (1) и двух автощеповозов (2) по проектируемой технологии 1

Fig. 12. The dependence of the system performance of machines on the distance of chips transportation in the cutting area for one chip hauler set (1) and two chip hauler sets (2) according to the projected technology 1

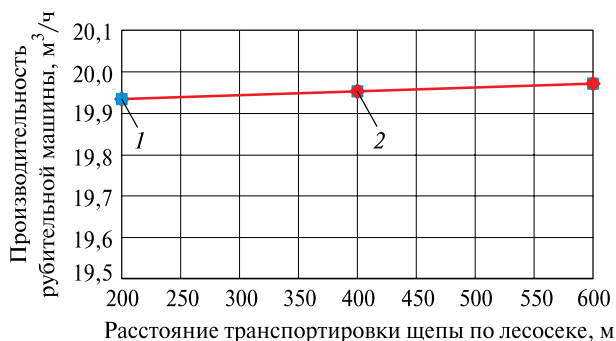


Рис. 13. Зависимость производительности системы машин от расстояния транспортировки щепы по лесосеке для одного автощеповоза (1) и двух автощеповозов (2) по проектируемой технологии 2

Fig. 13. The dependence of the system performance of machines on the distance of chips transportation in the cutting area for one chip hauler set (1) and two chip hauler sets (2) according to the projected technology 2

Выводы

Как видно из графика на рис. 10, часовая производительность МРМ зависит от принятой технологии. Для технологии со сбрасыванием МК на погрузочной площадке производительность МРМ уменьшается с увеличением расстояния транспортировки щепы по лесосеке. Для технологии со сбрасыванием МК на лесосеке производительность МРМ не зависит от расстояния транспортировки щепы по лесосеке. Что касается существующей технологии, то производительность МРМ почти не зависит от расстояния транспортировки щепы по лесосеке. Это можно объяснить тем, что работа МРМ по существующей технологии в отличие от проектируемых технологий зависит от производительности автощеповозов. Это хорошо видно из графика

на рис. 11. Зависимость производительности МРМ от расстояния транспортировки щепы по лесосеке становится очевидной.

Производительность МРМ по проектируемым технологиям выше, чем по существующей. Самая высокая производительность МРМ со сбрасыванием МК со щепой на лесосеке, что объясняется отсутствием простоев МРМ на площадке. Производительность МРМ по проектируемым технологиям не зависит от количества автощеповозов, что также является преимуществом предлагаемых технологий по сравнению с традиционной.

Список литературы

[1] Karpachev S.P., Zaprudnov V.I., Bykovskiy M.A., Scherbakov E.N. Quantitative Estimation of Logging Residues by Line-Intersect Method // Croatian J. of Forest Engineering, 2017, no. 38, iss. 1, pp. 33–45.

- [2] Карпачев С.П., Запруднов В.И. Моделирование технологических процессов освоения лесосечных отходов для биоэнергетики с использованием мягких контейнеров // Развитие идей Г.Ф. Морозова при переходе к устойчивому лесоуправлению: материалы Международной научно-технической юбилейной конференции 20–21 апреля 2017 г. / отв. ред. С.М. Матвеев. Воронеж, ВГЛУ. Воронеж: ВГЛУ, 2017. С. 262–265.
- [3] Карпачев С.П., Щербаков Е.Н., Комяков А.Н. Некоторые вопросы освоения биоресурсов из леса для нужд биоэнергетики // Вестник МГУЛ–Лесной вестник, 2010, № 4 (73), С. 107–111.
- [4] Карпачев С.П., Щербаков Е.Н., Приоров Г.Е. Проблемы развития биоэнергетики на основе древесного сырья в России // Лесопромышленник, 2009. № 1 (49). С. 20–22.
- [5] Устройство для производства щепы на лесосеке. Патент на полезную модель № 140310 от 07.04.2014 г. / С.П. Карпачев, Е.Н. Щербаков, Д.В. Шмырев, И.П. Карпачева, К.А. Евстратова.
- [6] Карпачев С.П. Логистика. Моделирование технологических процессов береговых складов. М.: МГУЛ, 2005. 132 с.
- [7] Forest energy procurement — state of the art in Finland and Sweden / J. Routa, A. Asikainen, R. Bjorheden, J. Laitila, D. Roser // WIREs Energy and Environment, 2013, no. 2 (6), pp. 602–613.
- [8] Анисимов П.Н., Онуцин Е.М. Оценка и способы повышения энергетической эффективности производства топливной щепы // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность: материалы XXI всероссийской научно-технической конференции. Томск: Скан, 2015. Т. 1. С. 252–255.
- [9] Шелгунов Ю.В. Машины и оборудование лесозаготовок, лесосплава и лесного хозяйства. М.: Лесная промышленность, 1982. 520 с.
- [10] Кундас С.П., Позняк С.С., Родькин О.И., Санников В.В., Ленгфельдер Э. Использование древесной биомассы в энергетических целях: научный обзор. Минск: МГЭУ им А. Д. Сахарова, 2008. 85 с.
- [11] Руководство по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий. Приложение 2 к Приказу Рослесхоза от 29.12.2007 № 523. URL: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rosleskhoa-ot-29122007-n-523-ob/#102001> (дата обращения 01.09.2018).
- [12] Боровиков В.П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. СПб.: Питер, 2001. 656 с.
- [13] Spinelli, R., Hartsough, B. A survey of Italian chipping operations // Biomass and Bioenergy, 2001, v. 21(6), pp. 433–444.
- [14] Magagnotti, N., Spinelli, R. Good practice guidelines for biomass production studies; WG2 Operations research and measurement methodologies. Sesto Fiorentino, Italy: COST Action FP-0902 and CNR Ivalsa, 2012, 52 p.
- [15] Eliasson L., von Hofsten H., Johannesson T., Spinelli R., Thierfelder T. Effects of sieve size on chipper productivity, fuel consumption and chip size distribution for open drum chippers // Croatian Journal of Forest Engineering, 2015, v. 36(1), pp. 11–17.
- [16] Spinelli R., Nati C., Magagnotti N. Recovering logging residue: experiences from the Italian Eastern Alps // Croatian Journal of Forest Engineering, 2007, v. 28(1), pp. 1–9.
- [17] Mihelic M., Spinelli R., Poje A. Production of Wood Chips from Logging Residue under Space-Constrained Conditions // Croatian Journal of Forest Engineering, 2018, v. 39(2), pp. 223–232.
- [18] Росо Я. Что мешает развитию отечественной биоэнергетики? // ЛесПромИнформ, 2016. № 6 (120). С. 38–39.
- [19] Gerasimov Y., Karjalainen T. Energy wood resources in Northwest Russia // Biomass and Bioenergy, 2011, no. 35, pp. 1655–1662.
- [20] Esteban B., Baquero G., Puig R., Riba J.R., Rius A. Is it environmentally advantageous to use vegetable oil directly as biofuel instead of converting it to biodiesel? // Biomass Bioenergy, 2011, no. 35, pp. 1317–1328. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.025> (дата обращения 01.09.2018).

Сведения об авторах

Карпачев Сергей Петрович — д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), karpachevs@mail.ru

Запруднов Вячеслав Ильич — д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), zaprudnov@mgul.ac.ru

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

Поступила в редакцию 10.10.2018.

Принята к публикации 13.11.2018.

THE SIMULATION OF MOBILE CHIPPERS WITH SOFT CONTAINERS

S.P. Karpachev, V.I. Zaprudnov, M.A. Bykovskiy

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

karpachevs@mail.ru

This article discusses the advanced technology of fuel chips production in the cutting area. To eliminate downtime on operations with the overload of chips from the trailer hopper to the detachable body, the chipper is equipped with a special soft container, which is placed in the trailer hopper. General view of the mobile chipper with trailer-hopper, which is placed inside a soft container insertion is shown in Fig. 2. We offer the container which should eliminate downtime chippers when filling out swap-bodies in the absence of vehicles. This goal is achieved due to the fact that the chips are not loaded in a trailer-hopper, and in a soft container, which is installed in the trailer hopper. The results of a study of the proposed technology on mathematical models showed that output per hour of a chipping machine depends on the adopted technology. For the new technology with soft containers on the loading platform performance chippers decreases with an increasing distance of transport of wood chips in the cutting area, which is understandable. For the technology with soft containers on the cutting area the performance of chippers does not depend on the distance transportation of chips in the cutting area. The productivity of the chippers on the proposed technology is higher than for a conventional technology. The productivity of the chippers on the proposed technology does not depend on the number chip hauler set that is also an advantage of the proposed technology compared to the conventional technology.

Keywords: bioenergy, mobile chipper, chips

Suggested citation: Karpachev S.P., Zaprudnov V.I., Bykovskiy M.A. *Modelirovanie raboty mobil'noy rubitel'noy mashiny s myagkimi konteynerami* [The simulation of mobile chippers with soft containers]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 79–86. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-79-86

References

- [1] Karpachev S.P., Zaprudnov V.I., Bykovskiy M.A., Scherbakov E.N. Quantitative Estimation of Logging Residues by Line-Intersect Method // *Croatian J. of Forest Engineering*, 2017, no. 38, iss. 1, pp. 33–45.
- [2] Karpachev S.P., Zaprudnov V.I. *Modelirovanie tekhnologicheskikh protsessov osvoeniya lesosechnykh otkhodov dlya bioenergetiki s ispol'zovaniem myagkikh konteynerov. Razvitiye idey G.F. Morozova pri perekhode k ustoychivomu lesoupravleniyu* [Modeling of technological processes of mastering of forest residues for bioenergy with the use of soft containers] Development of ideas of G.F. Morozov in transition to sustainable forest management: proceedings of the international scientific and technical anniversary conference 20–21 April 2017. Ed. S. M. Matveev. Voronezh: VGLTU, 2017, pp. 262–265.
- [3] Karpachev S.P., Shcherbakov E.N., Komyakov A.N. *Nekotorye voprosy osvoeniya bioresursov iz lesa dlya nuzhd bioenergetiki* [Some questions of development of forest bioresources for needs of bioenergetics]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2010, no. 4 (73), pp. 107–111.
- [4] S.P. Karpachev, E.N. Shcherbakov, Priorov G.E. *Problemy razvitiya bioenergetiki na osnove drevesnogo syr'ya v Rossii* [Problems of bioenergy development on the basis of raw wood in Russia]. *Lesopromyshlennik*, 2009, no. 1 (49), pp. 20–22.
- [5] *Patent na poleznuyu model' № 140310 ot 07.04.2014 g. Ustroystvo dlya proizvodstva shchepy na lesoseke* [The patent for useful model No. 140310 07.04.2014. Device for the production of chips on the cutting area] S.P. Karpachev, E.N. Shcherbakov, D.V. Shmyrev, I.P. Karpacheva, A.K. Evstratova.
- [6] Karpachev S.P. *Logistika. Modelirovanie tekhnologicheskikh processov beregovykh skladov* [Logistics. Modeling technological processes of onshore warehouses]. Moscow: MSFU, 2005, 132 p.
- [7] Forest energy procurement — state of the art in Finland and Sweden / J. Routa, A. Asikainen, R. Björheden, J. Laitila, D. Röser. *WIREs Energy and Environment*, 2013, no. 2 (6), pp. 602–613.
- [8] Anisimov P.N., Onuchin E.M. *Otsenka i sposoby povysheniya energeticheskoy effektivnosti proizvodstva toplivnoy shchepy* [Analysis and ways of increase of power production efficiency of chip fuel] *Energetika: effektivnost', nadezhnost', bezopasnost': materialy XXI vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Power engineering: efficiency, reliability, safety: Proceedings of the XXI-st All-Russian scientific and technical conference]. Tomsk: Skan, 2015, v. 1, pp. 252–255.
- [9] Shelgunov Yu.V. *Mashiny i oborudovanie lesozagotovok, lesosplava i lesnogo khozyaystva* [Machines and equipment of logging, timber rafting and forestry]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Timber industry], 1982, 520 p.
- [10] Kundas S.P., Poznyak S.S., Rod'kin O.I., Sanikovich V.V., Lengfel'der E. *Ispol'zovanie drevesnoy biomassy v energeticheskikh tselyakh* [Wood-biomass utilization as an energy source]. Minsk: BSU, 2008, 85 p.
- [11] *Rukovodstvo po provedeniyu sanitarno-ozdorovitel'nykh meropriyatiy. Prilozhenie 2 k prikazu Rosleskhoza ot 29.12.2007* [Guide to sanitation. Appendix 2 to the Order of the Federal Forestry Agency of December 29, 2007], no. 523, 32 p. URL: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rosleskhoza-ot-29122007-n-523-ob/#102001> (accessed 01.09.2018).
- [12] Borovikov V.P. *Statistica: iskusstvo analiza dannykh na komp'yutere* [Statistica: the art of data analysis on the computer. For experts]. S. Petersburg: Piter, 2001, 656 p.
- [13] Spinelli R., Hartsough B. A survey of Italian chipping operations. *Biomass and Bioenergy*, 2001, v. 21(6), pp. 433–444.
- [14] Magagnotti N., Spinelli R. Good practice guidelines for biomass production studies; WG2 Operations research and measurement methodologies. Sesto Fiorentino, Italy: COST Action FP-0902 and CNR Ivalsa, 2012, 52 p.
- [15] Eliasson L., von Hofsten H., Johannesson T., Spinelli R., Thierfelder T. Effects of sieve size on chipper productivity, fuel consumption and chip size distribution for open drum chippers. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 2015, v. 36(1), pp. 11–17.

- [16] Spinelli R., Nati C., Magagnotti N. Recovering logging residue: experiences from the Italian Eastern Alps. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 2007, v. 28(1), pp. 1–9.
- [17] Mihelič M., Spinelli R., Poje A. Production of Wood Chips from Logging Residue under Space-Constrained Conditions. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 2018, v. 39(2), pp. 223–232.
- [18] Rosso Ya. *Что мешае развiтiу оteчeстvenнoй bioeнepгeтiкi?* [What prevents the development of domestic bioenergy?]. Specialized information and analytical magazine. *LesPromInform*, 2016, no. 6 (120), pp. 38–39.
- [19] Gerasimov Y., Karjalainen T. Energy wood resources in Northwest Russia. *Biomass and Bioenergy*, 2011, no. 35, pp. 1655–1662.
- [20] Esteban B., Baquero G., Puig R., Riba J.R., Rius A. Is it environmentally advantageous to use vegetable oil directly as biofuel instead of converting it to biodiesel?. *Biomass Bioenergy*, 2011, no. 35, pp. 1317–1328. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.025> (accessed 01.09.2018).

Authors' information

Karpachev Sergey Petrovich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), karpachevs@mail.ru

Zaprudnov Vyacheslav Il'ich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), zaprudnov@mgul.ac.ru

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

Received 10.10.2018.

Accepted for publication 13.11.2018.

КОНВЕКТИВНАЯ СУШКА ОСИНОВЫХ ЗАГОТОВОК МАЛОЙ ТОЛЩИНЫ: МОДЕЛЬ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Г.Н. Колесников, А.В. Кантышев, М.И. Зайцева, Т.А. Гаврилов, Ю.В. Никонова

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ), 185910, Российская Федерация, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33

gavrilov@petsu.ru

Сушка является необходимым звеном в технологии подготовки древесины к дальнейшему использованию в строительстве, мебельном производстве и в других областях производства. Известно множество способов сушки. В настоящее время чаще других используется конвективная сушка, как наиболее приемлемая по критериям технической возможности ее осуществления и экономической целесообразности. Для количественной оценки изменений влажности древесины в процессе сушки использован сушильно-весовой метод, в качестве характеристики влажности в теоретической части представленной работы рассматривается относительная влажность. Объект исследования — процесс изменения влагосодержания при конвективной сушке тонкомерных (толщиной до 22 мм) заготовок из осины, предназначенных для получения элементов ограждающих конструкций. Методы исследования — системный анализ технологического процесса сушки древесины, эксперименты в лабораторных условиях и математическое моделирование. При решении задач исследования использованы известные ранее результаты, а также полученные авторами в предыдущих работах. Эксперименты по сушке образцов выполнены с использованием анализатора влажности Shimadzu MOC-120H. Новизна работы заключается в построении физической модели процесса изменения влагосодержания при сушке древесины, а также в обосновании математического описания физической модели и экспериментальной проверке адекватности результатов моделирования.

Ключевые слова: конвективная сушка древесины, математическая модель, эксперимент

Ссылка для цитирования: Колесников Г.Н., Кантышев А.В., Зайцева М.И., Гаврилов Т.А., Никонова Ю.В. Конвективная сушка осиновых заготовок малой толщины: модель и эксперименты // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 87–94. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-87-94

Сушка является необходимым звеном в технологии подготовки древесины к дальнейшему использованию в строительстве, мебельном производстве и в других областях производства [1]. Известно множество способов сушки [2, 3], однако в настоящее время чаще других используется конвективная сушка, как наиболее приемлемая по критериям технической возможности ее осуществления и экономической целесообразности [4]. Для количественной оценки влажности древесины используют сушильно-весовой метод [5], теоретический анализ которого выполнен в работе [6].

Необходимо заметить, что для количественной оценки влажности в литературе по теме данной работы используют абсолютную влажность W_a и относительную влажность W_r (таблица), которые связаны соотношениями:

$$W_r = 100W_a / (100 + W_a), W_a = 100W_r / (100 - W_r).$$

Соотношение W_r и W_a
Correlation W_r and W_a

W_r (%)	0,0	5,0	10,0	25,0	50,0	70,0
W_a (%)	0,0	5,3	11,1	33,3	100,0	233,3

Особенность данной работы заключается в том, что рассматривается сушка тонкомерных осиновых элементов [7], используемых в ограждающих конструкциях [8], для которых необходима защита как от воздействий огня [9], так и от биодеструкции при микогенном поражении древесины [10–12]. К основным способам защиты древесины относится пропитка. Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что предварительная сушка при определенных условиях позволяет повысить эффективность пропитки [13], однако для уточнения закономерностей сушки в целях совершенствования данного технологического процесса необходима разработка соответствующих математических моделей и проверка их адекватности с учетом известного опыта [14–16].

Влага в древесине содержится в стенках клеток и заполняет внутриклеточные и межклеточные пространства. Влага, содержащаяся в стенках клеток, называется связанной, или гигроскопической. Влага, заполняющая внутриклеточные и межклеточные пространства, называется свободной, или капиллярной. При сушке любого лесоматериала влага мигрирует из внутренней его области к поверхности, затем испаряется. Прежде всего испаряется свободная влага, затем связанная. Влага из воздуха поглощается стенками клеток до состояния равновесной влажности [6, 17].

Механизм взаимодействия основных компонентов древесины (целлюлозы, лигнина и гемицеллюлоз) с влагой исследован в работе [18], в которой показано, что в количественном отношении связанная влага в древесине находится в метастабильном состоянии, зависящем от влажности воздуха. В рамках данной работы важно обратить внимание на минимальное и максимальное содержание физически связанной влаги в древесине.

В работе [5, с. 111] установлено, что равновесная влажность древесины не может быть меньше 0,72–1,15 %. Максимальное содержание физически связанной влаги в древесине хвойных и лиственных пород составляет около 30 % [18, с. 159]. При этом, согласно [18], «только связанная вода (молекулы воды, внедрившиеся в водородные связи компонентов древесины) вызывает разбухание древесины и способствует изменению ее физико-механических свойств ... При внедрении молекулы воды в водородную связь расстояние между макромолекулами увеличивается, что приводит к разбуханию кристаллической структуры целлюлозы на 12 %». Это необходимо учитывать при регламентировании качества сушки древесины.

Обоснование предложений по совершенствованию системы требований к качеству сушки пиломатериалов выполнено в работе [2]. Одно из требований ограничивает перепад влажности по толщине пиломатериалов, однако для элементов малой толщины (до 22 мм) перепад незначителен. В то же время необходимо обеспечить соответствие средней влажности высушенных материалов заданной конечной влажности, а также гарантировать величину отклонений влажности отдельных заготовок от средней влажности в штабеле [2, с. 134]. Выполнение этих требований и обеспечение достаточной эффективности конвективной сушки во многом определяется возможностями прогнозирования результатов переноса тепла и влаги в древесине и оперативного управления этим процессом, что предполагает применение методов математического моделирования.

Однако процессы переноса тепла и влаги при сушке древесины как анизотропного капиллярно-пористого материала с учетом естественной вариативности физических свойств и их изменений в процессе сушки остаются источником сложных прикладных задач для моделирования. Тем самым объясняется актуальность проблемы совершенствования технологий сушки с использованием современных возможностей математического моделирования. В рамках данной проблемы выполнено множество исследований, посвященных моделированию различных способов сушки древесины [3, 19–22] и способам верификации моделей [4, 5, 14–16].

Как правило, на стадиях построения физической модели сушки древесины и математического описания физической модели появляется необходимость использования ряда параметров, определение числовых значений которых затруднительно. В этой связи к приоритетным задачам в данной области прикладных исследований может быть отнесена задача построения математической модели конвективной сушки с относительно небольшим (необходимым и достаточным) числом параметров.

Сушка древесины требует определенных затрат энергии, времени и ресурсов оборудования. Режимы сушки лесоматериалов из древесины сосны, ели, кедра, пихты, осины, липы, тополя, березы, ольхи толщиной до 100 мм регламентированы в действующем ГОСТ 19773–84. Сушка до получения влажности, дозированной в соответствии с назначением пиломатериалов [2], позволяет повысить качество изделий из древесины без избыточных затрат на ее переработку. Применительно к рассматриваемым в данной статье изделиям [7, 8] в соответствии с ГОСТ 20022.6–93, достаточна их сушка до получения предпропиточной абсолютной влажности 30 %, что соответствует относительной влажности, равной 23 %.

Как отмечено выше, целям рационального использования ресурсов отвечает использование возможностей математического моделирования для прогнозирования и управления параметрами технологического процесса сушки древесины [2, 4, 5]. Известен ряд моделей и технологий сушки, каждая из которых наиболее эффективна в определенной области [4, 6, 14, 19–22, 23].

Цель работы

Целью работы является разработка математической модели конвективной сушки тонкомерных заготовок из древесины осины с относительно небольшим числом параметров.

Материалы и методы исследования

Объект исследования — процесс изменения влагосодержания при конвективной сушке тонкомерных (толщиной до 22 мм) заготовок из осины, предназначенных для получения элементов ограждающих конструкций [7, 8]. Методы исследования — системный анализ технологического процесса сушки древесины, эксперименты в лабораторных условиях [13] и математическое моделирование зависящего от времени влагосодержания при конвективной сушке тонкомерных заготовок из осины. При решении задач данного исследования использованы известные ранее результаты, а также полученные авторами в предыдущих работах [7, 13]. При определении влажности определялась масса образца, отдающего влагу агенту сушки с некоторой конечной интенсивностью [6, с. 109].



Рис. 1. Анализатор влажности Shimadzu MOC-120H
Fig. 1. Humidity analyzer Shimadzu MOC-120H

Новизна представленной работы заключается в построении физической модели процесса изменения влагосодержания при сушке древесины, а также в обосновании математического описания физической модели и экспериментальной проверке результатов моделирования. Эксперименты по сушке образцов выполнены с использованием анализатора влажности Shimadzu MOC-120H (рис. 1), в котором в процессе сушки образцов при постоянной температуре 100 °С выполнялось автоматическое взвешивание через каждые 30 с. Результаты измерений автоматически фиксировались в памяти компьютера. Указанная температура выбрана для того, чтобы исключить изменение цвета (потемнение) древесины при температуре выше 100 °С [24], нежелательное в данном случае [8].

Результаты и обсуждение

Моделируя процесс изменения влагосодержания при сушке древесины, рассмотрим некоторый образец массой M . Пусть M_b — масса свободной и связанной влаги в капиллярно-пористом материале образца. Тогда $C_b = M_b / M$ — относительная влажность материала образца. Обозначим C_{b0} — начальная относительная влажность материала образца. Сушка выполняется при температуре T . При этом с течением времени, за счет уменьшения влажности, M_b и M уменьшаются на одну и ту же величину ΔM_b . Тогда в моменты времени t и $t^* = t + \Delta t$ масса влаги равна, соответственно, M_b и $(M_b - \Delta M_b)$; масса образца в те же моменты времени равна M и $(M - \Delta M_b)$. Относительная влажность в те же моменты времени:

$$C_b = \frac{M_b}{M}, \quad C_b^* = \frac{M_b - \Delta M_b}{M - \Delta M_b}. \quad (1)$$

С физической точки зрения правомерно предположить, что величина ΔM_b пропорциональна

Δt и M_b . С другой стороны, величина ΔM_b зависит от технологических параметров сушки, породы древесины и других факторов, суммарное влияние которых учтем технологическим параметром модели τ . Таким образом,

$$\Delta M_b = \frac{\Delta t}{\tau} M_b. \quad (2)$$

Параметр τ имеет размерность времени, и его значение определяется с использованием экспериментальных данных.

Перейдем к безразмерным параметрам. Обозначим $\theta = t / \tau$, тогда

$$\Delta \theta = \Delta t / \tau. \quad (3)$$

Используя (1)–(3), выразим C_b^* :

$$C_b^* = \frac{M_b - \Delta M_b}{M - \Delta M_b} = \frac{M_b - \Delta \theta M_b}{M(1 - \Delta \theta C_b)} = \frac{C_b - \Delta \theta C_b}{1 - \Delta \theta C_b}. \quad (4)$$

Определим изменение относительной влажности на отрезке времени Δt : $\Delta C_b = C_b^* - C_b$. Учитывая (1), (4) и $\Delta C_b \Delta \theta \approx 0$, получим после преобразований:

$$\Delta C_b = -\Delta \theta C_b (1 - C_b). \quad (5)$$

Как отмечено выше, влажность древесины не может быть меньше 0,72–1,15 % [5, С. 111], т. е. примерно 1 %. При столь малых значениях количественные выражения абсолютной и относительной влажности почти совпадают. Таким образом, значения относительной влажности в формуле (5) находятся в интервале $0,01 < C_b < 1$, или, в процентном выражении, $1 \% < C_b < 100 \%$. Как известно, сплавная древесина имеет относительную влажность 0,6 и более, свежесрубленная — примерно 0,5. Требования к влажности лесоматериалов хвойных и лиственных пород, а также технологические параметры сушки определены в ГОСТ 19773–84 (с изменениями № 1, 2).

Соотношение (5) позволяет численно найти приближенное значение C_b для конечных приращений $\Delta \theta$ и ΔC_b . Чтобы найти аналитическое (точное) выражение для определения относительной влажности C_b , решим дифференциальное уравнение, которое получим из соотношения (5) при $\Delta \theta \rightarrow 0$:

$$\frac{dC_b}{C_b(1 - C_b)} = -d\theta. \quad (6)$$

Интегрируя (6), получим $\ln(C_b / (1 - C_b)) = -\theta + A$. Определив константу интегрирования A из условия, что начальная относительная влажность известна на старте процесса сушки при $\theta \rightarrow 0$, т. е. $C_b = C_{b0}$, получим после несложных преобразований:

$$C_b = \frac{\exp(-\theta)}{C_{b0}^{-1} - 1 + \exp(-\theta)}. \quad (7)$$

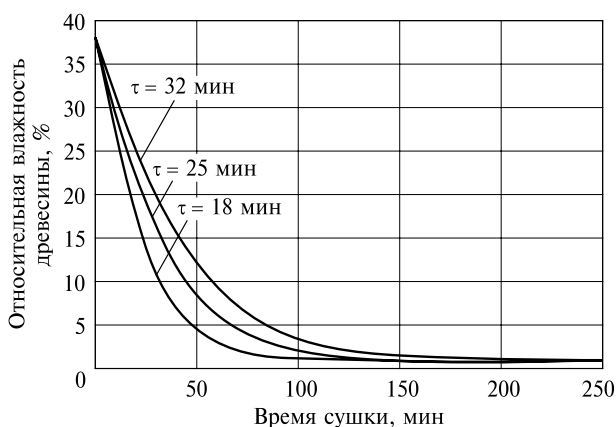


Рис. 2. Зависимость относительной влажности древесины от продолжительности сушки
Fig. 2. Dependence of the relative wood humidity on the drying duration

Оценивая физическую адекватность результатов вычислений по формуле (7), необходимо отметить следующее. Если продолжительность сушки, а значит и параметр $\Delta\theta$ (3) стремятся к бесконечности, то влажность по формуле (7) стремится к нулю. Однако реальные значения относительной влажности C_b находятся в интервале $0,01 < C_b < 1$. Таким образом, в формуле (7) не учтено ограничение на минимальное значение влажности $C_b = C_{b\infty}$, которое достигается при увеличении времени сушки, т. е. если $t \rightarrow \infty$, то и параметр $\theta = t / \tau \rightarrow \infty$.

Чтобы учесть данное обстоятельство, дополним правую часть (7) мультипликативной поправкой, которая зависит от значения исследуемой величины C_b , а именно равна нулю при $\theta = 0$ и $C_b \rightarrow C_{b\infty}$ при $\theta \rightarrow \infty$:

$$C_b = \frac{\exp(-\theta)}{C_{b0}^{-1} - 1 + \exp(-\theta)} + C_{b\infty} \left(1 - \frac{C_b}{C_{b0}} \right). \quad (8)$$

Из соотношения (8) найдем

$$C_b = \left(\frac{\exp(-\theta)}{C_{b0}^{-1} - 1 + \exp(-\theta)} + C_{b\infty} \right) / \left(1 + \frac{C_{b\infty}}{C_{b0}} \right). \quad (9)$$

Графики функции (9) при некоторых значениях указанного параметра τ (3) приведены на рис. 2.

Относительная влажность может рассматриваться как количественная оценка изменения массы древесины при сушке. На рис. 3 представлены в графической форме результаты экспериментов и вычислений по формуле (9).

Сушка осинового образцов с начальной относительной влажностью 38 % выполнялась с использованием возможностей сушильной камеры анализатора влажности Shimadzu MOC-120H (см. рис. 1) при температуре 100 °С и автоматическом измерении массы каждые 30 с.

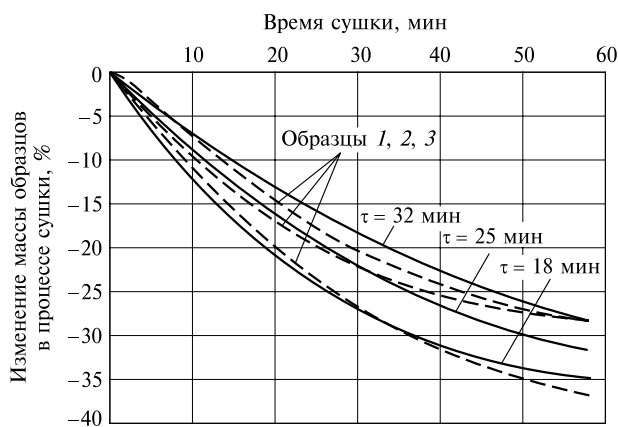


Рис. 3. Зависимость снижения массы образцов от продолжительности сушки: 1, 2, 3 — результаты экспериментов
Fig. 3. The dependence of the mass reduction of samples on the drying time: 1, 2, 3 — the results of experiments

Относительно небольшое различие результатов моделирования с применением соотношения (9) и экспериментальных данных для образцов 1, 2 и 3 (см. рис. 3) объясняется влиянием таких факторов, как вариативность начальной влажности и плотности древесины в стволе дерева [25], изменение физико-механических свойств древесины при термической обработке [26] и т. п. Таким образом, разработанная модель достаточно адекватна и может быть рекомендована для прогнозирования закономерностей процесса сушки древесины в зависимости от начальной влажности C_{b0} , продолжительности сушки t и технологического параметра τ .

Уточнение значений данного параметра в зависимости от температуры сушки, породы и начальной влажности древесины может составить предмет дальнейших исследований по теме выполненной работы.

Выводы

Выполнено теоретическое исследование технологического процесса сушки тонкомерных элементов из древесины осины. Как результат исследования, разработано математическое описание изменения влажности древесины в процессе сушки. Обоснована расчетная формула для прогнозирования значений влажности в зависимости от продолжительности сушки.

Адекватность результатов вычислений по предложенной методике подтверждена согласованностью с известными ранее экспериментальными данными, а также полученными авторами статьи.

Практическое значение работы определяется применимостью результатов выполненного исследования при обосновании технологических параметров сушки древесины.

Перспективы дальнейших исследований по теме представленной работы связаны с уточнением значений технологического параметра модели в зависимости от температуры сушки, породы и начальной влажности древесины.

Список литературы

- [1] Сафин Р.Г., Саттарова З.Г., Хабибуллин И.Г., Зиятдинов Р.Р., Степанова Т.О. Современные направления переработки лесных ресурсов // Вестник Казанского технологического университета, 2015. Т. 18. № 21. С. 90–93.
- [2] Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е., Старова Е.В., Миков А.А., Булатов С.В. Совершенствование системы требований к качеству сушки пиломатериалов // Системы. Методы. Технологии, 2017. № 2 (34). С. 133–138.
- [3] Мелехов В.И., Шульгин В.А. Резонансные явления в процессе СВЧ-сушки древесины // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2015. Т. 19. № 5. С. 135–145.
- [4] Шишкина Е.Е. Энергосберегающая технология конвективной сушки пиломатериалов на основе управляемого влагопереноса в древесине : дисс. ... д-ра техн. наук: 05.21.05 : защищена 28.06.16. Екатеринбург, 2016. 336 с.
- [5] Расев А.И. Сушка древесины. Санкт-Петербург: Лань, 2014. 410 с.
- [6] Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е., Старова Е.В., Миков А.А., Булатов С.В. Теоретическое исследование сушильно-весового метода контроля влажности древесины // Системы. Методы. Технологии, 2017. № 3 (35). С. 107–112.
- [7] Борисов А.Ю., Колесников Г.Н. Переработка короткомеров осины на дранку в условиях лесопромышленного склада // Resources and Technology, 2014. Т. 11. № 2. С. 152–161.
- [8] Борисов А.Ю. Древесина осины как материал для устройства кровли // Ученые записки Петрозаводского государственного университета, 2014. № 8–1 (145). С. 87–90.
- [9] Колесников Г.Н., Борисов А.Ю. Огнезащита тонкомерных элементов кровель из осины и сосны // Безопасность в техносфере, 2016. Т. 5. № 3. С. 58–64.
- [10] Saito H. Application of the Wood Degradation Model to an Actual Roof Assembly subjected to Rain Penetration // Energy Procedia, 2017, v. 132, pp. 399–404.
- [11] Gabriel J., Švec K. Occurrence of indoor wood decay basidiomycetes in Europe // Fungal Biology Reviews, 2017, no. 31 (4), pp. 212–217.
- [12] Серова Т.А., Титова Ю.А., Шенин Ю.Д. Химический метод оценки степени биодegradации древесины конструктивных элементов // Инженерно-строительный журнал, 2014. № 3. С. 77–89.
- [13] Кантышев А.В., Борисов А.Ю., Колесников Г.Н. Сушка и пропитка тонкомерных осинового образцов // Инновационные подходы в решении проблем современного общества / под ред. Г.Ю. Гуляева. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. С. 237–244.
- [14] Sandoval-Torres S., Pérez-Santiago A., Hernández-Bautista E. Drying model for softwood and moisture patterns measured by magnetic resonance imaging // Drying Technology, 2018, no. 1–10. DOI:10.1080/07373937.2018.1457050
- [15] René Herrera-Díaz, Víctor Sepúlveda-Villaruel, Natalia Pérez-Peña, Linette Salvo-Sepúlveda, Carlos Salinas-Lira, Rodrigo Llano-Ponte & Rubén A. Ananías. Effect of wood drying and heat modification on some physical and mechanical properties of radiata pine // Drying Technology, 2018, no. 36 (5), pp. 537–544. DOI:10.1080/07373937.2017.1342094
- [16] Xu K., Lu J., Gao Y., Wu Y., Li X. Determination of moisture content and moisture content profiles in wood during drying by low-field nuclear magnetic resonance // Drying Technology, 2017, no. 35 (15), pp. 1909–1918.
- [17] Wong E.H. Characterising the kinetics of the free and the bound water using non-isothermal sorption technique // Drying Technology, 2016, no. 35 (1), pp. 46–54. DOI:10.1080/07373937.07372016.01158722
- [18] Врублевская В.И., Матусевич В.О., Кузнецова В.В. Обоснование механизма взаимодействия компонентов древесины с влагой // Лесной журнал, 2017. № 3. С. 152–163. DOI:10.17238/issn0536-1036.2017.3.152
- [19] Куницкая О.А., Шапиро В.Я., Бурмистрова С.С., Григорьев И.В., Земцовский А.Е. Обоснование исходных требований математической модели обезвоживания древесины в процессе прессования и сушки // Известия высших учебных заведений – Лесной журнал, 2012. № 1 (325). С. 70–79.
- [20] Сафин Р.Р., Шамсутдинова А.И., Илалова Г.Ф., Мухтарова А.Р. Вакуумная СВЧ сушка древесины: формулирование математической модели // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2017. № 50. С. 53–56.
- [21] Земцовский А.Е., Сидоров Г.И. Разработка концепции математической модели прогнозирования качества сушки пиломатериалов // Системы. Методы. Технологии, 2017. № 2 (34). С. 129–132.
- [22] Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Сафин Р.Г. Математическая модель конвективной сушки коллоидных капиллярно-пористых материалов при давлении ниже атмосферного // Вестник Казанского технологического университета, 2004. № 1. С. 266–273.
- [23] Курышов Г.Н., Косарин А.А. Импульсная сушка пиломатериалов из древесины бука в конвективных сушильных камерах // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2018. Т. 22. № 2. С. 76–80. DOI:10.18698/2542-1468-2018-2-76-80
- [24] Ермоченков М.Г., Хромченко А.В. Изменение цвета древесины березы при тепловом воздействии // Лесотехнический журнал, 2017. Т. 7. № 3 (27). С. 15–21.
- [25] Михеевская М.А. Вариативность влажности и плотности древесины осины в стволе дерева // Новая наука: история становления, современное состояние, перспективы развития / Отв. редактор А.А. Сукиасян. Уфа: Омега Сайнс, 2017. С. 89–91.
- [26] Королев А.С., Шапкина А.В., Разинов А.С., Цветкова Е.М. Изменение физико-механических свойств древесины липы и осины после термической обработки // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Технологическая, 2014. № 2. С. 213–218.

Сведения об авторах

Колесников Геннадий Николаевич — д-р техн. наук, профессор, кафедра общетехнических дисциплин, Институт лесных, горных и строительных наук, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», kgn@petsu.ru

Кантышев Антон Владимирович — аспирант, кафедра общетехнических дисциплин, Институт лесных, горных и строительных наук, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», kantyshev.a@yandex.ru

Зайцева Мария Игоревна — канд. техн. наук, доцент, кафедра технологии и организации строительства, Институт лесных, горных и строительных наук, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», 2003bk@bk.ru

Гаврилов Тиммо Александрович — канд. техн. наук, доцент, кафедра общетехнических дисциплин, Институт лесных, горных и строительных наук, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», gavrilov@petsu.ru

Никонова Юлия Васильевна — канд. техн. наук, доцент, кафедра технологии и организации строительства, Институт лесных, горных и строительных наук, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», juli4455@mail.ru

Поступила в редакцию 18.01.2019.

Принята к публикации 25.02.2019.

CONVECTIVE SEASONING OF SMALL THICKNESS ASPEN WORKPIECES: MODEL AND EXPERIMENTS

G.N. Kolesnikov, A.V. Kantyshev, M.I. Zaitseva, T.A. Gavrilov, Yu.V. Nikonova

Petrozavodsk State University (PetrSU), 33, Lenina pr., 185910, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia

gavrilov@petsu.ru

Drying is a necessary link in the technology of preparation of wood for further use in construction, furniture production and for other purposes. There are many methods of drying, of which are currently more often used convective drying, as the most acceptable on criteria for the technical feasibility of its implementation and economic feasibility. To quantify the changes in the moisture content of wood in the drying process used drying-weight method, as a characteristic of humidity in the theoretical part of the present work used relative humidity. Purpose: development of a mathematical model of convective drying of thin-gauge billets of aspen wood with a relatively small number of parameters. The object of study — the process of changing the moisture content in the convective drying of thin (up to 22 mm thick) billets from aspen, designed to produce elements of enclosing structures. Research methods-system analysis of the technological process of wood drying, experiments in the laboratory and mathematical modeling. In solving the problems of the study, the results are used, both known from the literature and obtained by the authors in previous works. The experiments on drying the samples were performed using Shimadzu MOC-120H moisture analyzer. The novelty of the work lies in the construction of a physical model of the process of changing the moisture content in the drying of wood, as well as in the justification of the mathematical description of the physical model and experimental verification of the adequacy of the simulation results.

Keywords: convective drying of wood, mathematical model, experiment

Suggested citation: Kolesnikov G.N., Kantyshev A.V., Zaitseva M.I., Gavrilov T.A., Nikonova Yu.V. *Konvektivnaya sushka osinovykh zagotovok maloy tolshchiny: model' i eksperimenty* [Convective seasoning of small thickness aspen workpieces: model and experiments]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 87–94. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-87-94

References

- [1] Safin R.G., Sattarova Z.G., Khabibullin I.G., Ziatdinov R.R., Stepanova T.O. *Sovremennyye napravleniya pererabotki lesnykh resursov* [Modern areas of forest resources processing]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2015, v. 18, no. 21, pp. 90–93.
- [2] Gorokhovskiy A.G., Shishkina E.E., Starova E.V., Mikov A.A., Bulatov S.V. *Sovershenstvovanie sistemy trebovaniy k kachestvu sushki pilomaterialov* [Improving the system of requirements for the quality of sawn timber drying]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods Technologies], 2017, no. 2 (34), pp. 133–138.
- [3] Melekhov V.I., Shul'gin V.A. *Rezonansnye yavleniya v protsesse SVCh-sushki drevesiny* [Resonance phenomena in the process of microwave drying of wood]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal* [News of higher educational institutions. Forest Journal], 2015, v. 19, no. 5, pp. 135–145.

- [4] Shishkina E.E. *Energoberegayushchaya tekhnologiya konvektivnoy sushki pilomaterialov na osnove upravlyаемого vlagopopenosa v drevesine : diss. ... d-ra tekhn. nauk. 05.21.05 : zashchishchena 28.06.16.* [Energy-saving technology of convective drying of sawn timber based on controlled moisture transfer in wood. Diss. ... Dr. Sci. (Tech.): 05.21.05: Protected on 28.06.16]. Ekaterinburg, 2016, 336 p.
- [5] Rasev A.I. *Sushka drevesiny* [Drying wood]. St. Petersburg: Lan', 2014, 410 p.
- [6] Gorokhovskiy A.G., Shishkina E.E., Starova E.V., Mikov A.A., Bulatov S.V. *Teoreticheskoe issledovanie sushil'no-vesovogo metoda kontrolya vlazhnosti drevesiny* [Theoretical study of the weight-drying method for controlling wood moisture]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods Technology], 2017, no. 3 (35), pp. 107–112.
- [7] Borisov A.Yu., Kolesnikov G.N. *Pererabotka korotkomerov osiny na dranku v usloviyakh lesopromyshlennogo sklada* [Processing aspen shortcuts for shingles in a timber processing warehouse]. *Resources and Technology* [Resources and Technology], 2014, v. 11, no. 2, pp. 152–161.
- [8] Borisov A.Yu. *Drevesina osiny kak material dlya ustroystva krovli* [Aspen wood as a material for roofing]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific notes of Petrozavodsk State University], 2014, no. 8–1 (145), pp. 87–90.
- [9] Kolesnikov G.N., Borisov A.Yu. *Ognезashchita tonkomernykh elementov krovel' iz osiny i sosny* [Fire protection of small-sized elements of roofs made of aspen and pine]. *Bezopasnost' v tekhnosfere* [Safety in the Technosphere], 2016, v. 5, no. 3, pp. 58–64.
- [10] Saito H. Application of the Wood Degradation Model for an Actual Roof. *Energy Procedure*, 2017, v. 132, pp. 399–404.
- [11] Gabriel J., Svec K. Occurrence of the indoor wood decay basidiomycetes in Europe. *Fungal Biology Reviews*, 2017, no. 31 (4), pp. 212–217.
- [12] Serova T.A., Titova Yu.A., Shenin Yu.D. *Khimicheskij metod otsenki stepeni biodegradatsii drevesiny konstruktivnykh elementov* [Chemical method for assessing the degree of wood biodegradation of structural elements]. *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal* [Engineering and Construction Journal], 2014, no. 3, pp. 77–89.
- [13] Kantyshev A.V., Borisov A.Yu., Kolesnikov G.N. *Sushka i propitka tonkomernykh osinovykh obratstov* [Drying and impregnation of small aspen samples]. *Innovatsionnye podkhody v reshenii problem sovremennogo obshchestva* [Innovative approaches in solving problems of modern society]. Ed. G.Yu. Gulyaev. Penza: ICSN Science and Enlightenment, 2018, pp. 237–244.
- [14] Sandoval-Torres S., Pérez-Santiago A., Hernández-Bautista E. Drying model for softwood and moisture patterns measured by magnetic resonance imaging. *Drying Technology*, 2018, no. 1–10. DOI:10.1080/07373937.2018.1457050
- [15] Herrera-Díaz R., Sepúlveda-Villarreal V., Pérez-Peña N., Salvo-Sepúlveda L., Salinas-Lira C., Llano-Ponte R., Ananías R. Effect of wood drying and heat modification on some physical and mechanical properties of radiata pine. *Drying Technology*, 2018, no. 36 (5), pp. 537–544. DOI:10.1080/07373937.2017.1342094
- [16] Xu K., Lu J., Gao Y., Wu Y., Li X. Determination of moisture content and moisture content profiles in wood during drying by low-field nuclear magnetic resonance. *Drying Technology*, 2017, no. 35 (15), pp. 1909–1918.
- [17] Wong E.H. Characterising the kinetics of the free and the bound water using non-isothermal sorption technique. *Drying Technology*, 2016, no. 35 (1), pp. 46–54. DOI:10.1080/07373937.07372016.01158722
- [18] Vrublevskaya V.I., Matusevich V.O., Kuznetsova V.V. *Obosnovanie mekhanizma vzaimodeystviya komponentov drevesiny s vlagoy* [Justification of the mechanism of interaction of wood components with moisture]. *Lesnoy zhurnal* [Forest Journal], 2017, no. 3, pp. 152–163. DOI:10.17238/issn0536-1036.2017.3.152
- [19] Kunitskaya O.A., Shapiro V.Ya., Burmistrova S.S., Grigor'ev I.V., Zemtsovskiy A.E. *Obosnovanie iskhodnykh trebovaniy matematicheskoy modeli obezvozhivaniya drevesiny v protsesse pressovaniya i sushki* [Justification of the initial requirements of the mathematical model of wood dehydration in the process of pressing and drying]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy – Lesnoy zhurnal* [News of higher educational institutions – Forest Journal], 2012, no. 1 (325), pp. 70–79.
- [20] Safin R.R., Shamsutdinova A.I., Ilalova G.F., Mukhtarova A.R. *Vakuumnaya SVCh sushka drevesiny: formulirovanie matematicheskoy modeli* [Microwave vacuum drying of wood: the formulation of a mathematical model]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2017, no. 50, pp. 53–56.
- [21] Zemtsovskiy A.E., Sidorov G.I. *Razrabotka kontseptsii matematicheskoy modeli prognozirovaniya kachestva sushki pilomaterialov* [Development of the concept of a mathematical model for predicting the quality of lumber drying]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods Technologies], 2017, no. 2 (34), pp. 129–132.
- [22] Safin R.R., Khasanshin R.R., Safin R.G. *Matematicheskaya model' konvektivnoy sushki kolloidnykh kapillyarno-poristykh materialov pri davlennii nizhe atmosfernogo* [Mathematical model of convective drying of colloid capillary-porous materials at a pressure below atmospheric]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2004, no. 1, pp. 266–273.
- [23] Kuryshov G.N., Kosarin A.A. *Impul'snaya sushka pilomaterialov iz drevesiny buka v konvektivnykh sushil'nykh kamerakh* [Pulsed drying of lumber from beech wood in convective drying chambers] *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2018, v. 22, no. 2, pp. 76–80. DOI:10.18698/2542-1468-2018-2-76-80
- [24] Ermochenkov M.G., Khromenko A.V. *Izmenenie tsveta drevesiny berezy pri teplovom vozdeystvii* [The change in the color of birch wood during thermal exposure]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forest Engineering Journal], 2017, v. 7, no. 3 (27), pp. 15–21.
- [25] Mikheevskaya M.A. *Variativnost' vlazhnosti i plotnosti drevesiny osiny v stvole dereva* [Variability of humidity and density of aspen wood in a tree trunk]. *Novaya nauka: istoriya stanovleniya, sovremennoe sostoyaniye, perspektivy razvitiya* [New science: history of formation, current state, development prospects] Ed. A.A. Sukiasyan. Ufa: Omega Sainz, 2017, pp. 89–91.
- [26] Korolev A.S., Shapkina A.V., Razinov A.S., Tsvetkova E.M. *Izmenenie fiziko-mekhanicheskikh svoystv drevesiny lipy i osiny posle termicheskoy obrabotki* [Changes in the physicomechanical properties of linden and aspen wood after heat treatment]. *Trudy Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Tekhnologicheskaya* [Proceedings of the Volga State University of Technology. Series: Technological], 2014, no. 2, pp. 213–218.

Authors' information

Kolesnikov Gennady Nikolayevich — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Department of technical disciplines, Institute of forest, mining and building Sciences, Petrozavodsk state University, kgn@petsu.ru

Kantyshev Anton Vladimirovich — pg., Department of technical disciplines, Institute of forest, mining and building Sciences, Petrozavodsk state University, kantyshev.a@yandex.ru

Zaitseva Maria Igorevna — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of technology and organization of construction, Institute of forest, mining and building Sciences, Petrozavodsk state University, 2003bk@bk.ru

Gavrilov Timmo Alexandrovich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of technical disciplines, Institute of forest, mining and building Sciences, Petrozavodsk state University, gavrilov@petsu.ru

Nikonova Yulia Vasilievna — Cand. Sci. (Tech.), Head of Information technology center, Institute of forest, mining and building Sciences, Petrozavodsk state University, juli4455@mail.ru

Received 18.01.2019.

Accepted for publication 25.02.2019.

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ И ТОПОЛЯ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

З. Пастори¹, Н. Хорват¹, З. Борчок¹, В.Г. Санаев², Г.А. Горбачева²

¹Инновационный центр, Шопронский университет, 9400, Венгрия, Шопрон, ул. Байчи-Жилински, д. 4

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

pasztory.zoltan@uni-sopron.hu

Термическая модификация древесины в последние десятилетия является одним из наиболее динамично развивающихся направлений научных исследований в области деревообработки. Поскольку термообработанная древесина используется в качестве ограждающих конструкций зданий, таких как элементы стен, окон, кровли и облицовки, важно знать тепловые свойства термодревесины. Несмотря на значительное число работ в области термического модифицирования, всего в нескольких статьях рассматривается изменение теплопроводности древесины после термообработки. В работе приводятся результаты исследования теплопроводности древесины клона тополя «Паннония» (*Populus × euramericana* cv. *Pannónia*) и ели обыкновенной (*Picea abies*) до и после термической обработки (при 180 °С в течение 15, 25 и 35 ч). Известно, что термообработка влияет на физические свойства древесины, в том числе на плотность и теплопроводность. Результаты экспериментов показали, что плотность древесины тополя снизилась на 9,1, 12,1 и 13,4 %, теплопроводность — на 16,9, 24,0, 25,4 % после 15, 25 и 35 ч термической обработки соответственно. Для древесины ели отмечено меньшее влияние: плотность снизилась на 5,2, 7,6 и 8,7 %, теплопроводность — на 7,4, 11,5 и 22,0 % соответственно. Для термообработанных образцов также отмечено снижение равновесной влажности, величина которой зависит от продолжительности режима термического модифицирования. После термообработки в течение 15, 25 и 35 ч величина равновесной влажности уменьшилась до 6,8, 6,0 и 5,9% для древесины тополя и 8,0, 7,2 и 6,6 % для древесины ели соответственно. Зависимость снижения величины равновесной влажности древесины образцов от продолжительности обработки носит нелинейный характер.

Ключевые слова: теплопроводность, термообработка, модификация древесины, термодревесина

Ссылка для цитирования: Пастори З., Хорват Н., Борчок З., Санаев В.Г., Горбачева Г.А. Изменение теплопроводности древесины ели и тополя при термической обработке // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 95–100. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-95-100

Термическая модификация древесины в последние десятилетия является одним из наиболее динамично развивающихся направлений научных исследований в области деревообработки [1]. Термическая обработка различных пород древесины началась еще в прошлом веке. Успех финской технологии ThermoWood позволил сосредоточить научные исследования в области термической обработки древесины в 1990-х годах. Благодаря термообработке улучшаются формостабильность и биологическая стойкость, однако снижаются показатели механических свойств древесины [2–4]. Термическое модифицирование древесины приводит к уменьшению объема и массы древесины и, следовательно, к снижению плотности [5, 6]. Изменения свойств древесины зависят от температуры и продолжительности обработки, количества кислорода, присутствующего при обработке, а также начальной влажности древесины.

Поскольку термообработанная древесина используется в качестве ограждающих конструкций зданий, таких как элементы стен, окон, кровли и облицовки, важно знать тепловые свойства древесины [7]. После термообработки наблюдается снижение теплопроводности. Древесина является анизотропным материалом, и ее те-

плопроводность зависит от направления теплового потока, температуры окружающей среды, плотности древесины, ее влажности и наличия пороков [8].

Несмотря на значительное число работ в области термического модифицирования, всего в нескольких статьях рассматривается изменение теплопроводности древесины после термической обработки, среди них [9]. Кол С.Х. и Сефил И. [10] провели исследование изменений теплопроводности, плотности и равновесной влажности древесины пихты (*Abies nordmanniana*) и бука (*Fagus sylvatica*), термически обработанных при температуре 170, 180, 190, 200, 212 °С. Для обеих древесных пород выявлено уменьшение теплопроводности. Для бука отмечено более значительное уменьшение плотности, что влияет на снижение теплопроводности. Различия для данных пород объясняются разными химическим составом и величиной плотности. Коркут С. и другие авторы [8] исследовали теплопроводность черешни (*Prunus avium*) в радиальном и тангенциальном направлениях. Полученные значения для данных направлений были довольно близки: при увеличении продолжительности термообработки наблюдалось пропорциональное уменьшение показателей.

Цель работы

Целью данной работы является экспериментальное исследование теплопроводности термически обработанной древесины тополя и древесины ели.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования были проведены для двух древесных пород: клона тополя «Паннония» (*Populus × euramericana* cv. *Pannonia*) и ели обыкновенной (*Picea abies*). Плантационное выращивание приобретает все большее значение во всех регионах мира. В работе были проведены исследования свойств древесины клона тополя «Паннония» (*Populus × euramericana* cv. *Pannonia*), который широко распространен как культура для искусственного лесовыращивания в Венгрии и применяется в деревообрабатывающей промышленности. Следует отметить тенденцию расширения возможных областей использования древесины быстрорастущих клонов тополя [11]. Использование древесины клонов тополя ограничено их низкой стойкостью, однако термическая обработка позволяет значительно увеличить биостойкость. Древесина ели обыкновенной (*Picea abies*) широко используется в деревянном домостроении. Обе древесные породы были изучены в одинаковых условиях: экспериментально определялись значения равновесной влажности W_p , плотности при равновесной влажности ρ и коэффициента теплопроводности λ для образцов из древесины тополя и ели до и после термообработки.

Испытания проводились на образцах размерами $200 \times 200 \times 20$ мм (Т \times Л \times Р), выпиленных из ядровой зоны. Принятая схема изготовления образцов позволяла осуществить исследования теплопроводности в направлении поперек волокон. Образцы в течение двух недель находились в климатической камере при температуре 20 °С и влажности 65 %. Теплопроводность всех образцов измерялась до и после термической обработки. В результате термического модифицирования наблюдалось коробление, изменилась форма образцов, поэтому для проведения последующих измерений, требующих строго параллельных и плоских поверхностей, толщина образцов была уменьшена до 18 мм.

Измерение было выполнено методом плоской пластины. Разница между холодной и горячей плитами составила 15 °С. Для обеспечения параллельных линий теплового потока изоляция шириной 15 см была использована на сторонах образцов. Измерение начиналось после установления стационарного теплового режима. Тепловой поток через испытуемый образец считали установившимся, если отклонения (разница) последних 50 измерений в минуту была меньше 0,002 Вт/(м·К).

Для каждой древесной породы испытывалась партия образцов (20 шт.), проводилось несколько серий экспериментов для различных режимов термообработки. Термическое модифицирование осуществлялось при температуре 180 °С по трем режимам: продолжительность обработки — 15, 25 и 35 ч. Для удаления связанной воды образцы предварительно нагревались от 25 до 90 °С в течение 5 ч, затем от 90 до 130 °С в течение 5 ч, от 130 до 180 °С в течение 2 ч. Далее проводилось термическое модифицирование в соответствии с выбранным режимом (15, 25 и 35 ч) и последующее охлаждение образцов до температуры 25 °С в течение 15 ч. Для исключения влияния внутривидовой изменчивости коэффициенты теплопроводности были измерены на каждом образце до и после термообработки.

Результаты и обсуждение

Результаты экспериментального исследования коэффициента теплопроводности λ , плотности ρ и равновесной влажности W_p для образцов древесины тополя и ели до и после термообработки, изменение коэффициента теплопроводности $\Delta\lambda$ и плотности $\Delta\rho$ представлены в таблице. Выявлено значительное уменьшение величины равновесной влажности W_p , коэффициента теплопроводности λ , плотности ρ для древесины тополя и ели после термического модифицирования. В результате термообработки величина плотности древесины тополя уменьшилась на 9,1, 12,1 и 13,4 %, коэффициента теплопроводности — на 16,9, 24,0, 25,4 % после 15, 25 и 35 ч обработки соответственно. Для древесины ели отмечено меньшее влияние термообработки на данные показатели физических свойств: плотность снизилась на 5,2, 7,6 и 8,7 %, теплопроводность — на 7,4, 11,5 и 22,0 %, соответственно (см. табл.), что объясняется меньшим содержанием гемицеллюлоз, отличающихся более низкой термической стойкостью [12].

После термообработки в течение 15, 25 и 35 ч величина равновесной влажности уменьшилась до 6,8, 6,0 и 5,9 % для древесины тополя и 8,0, 7,2 и 6,6 % для древесины ели соответственно. Зависимость снижения величины равновесной влажности древесины образцов от продолжительности обработки носит нелинейный характер.

На рисунке показано снижение плотности и коэффициента теплопроводности древесины тополя и древесины ели при различной продолжительности обработки. Результаты экспериментов показали значительное влияние продолжительности термообработки на снижение величины равновесной влажности, плотности и коэффициента теплопроводности для древесины тополя и древесины ели. Для древесины тополя снижение плотности составило 13,4 %, для древесины ели — 8,7 %

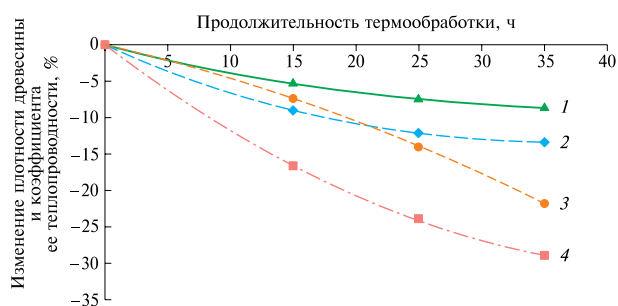
Результаты исследования коэффициента теплопроводности λ , плотности ρ и равновесной влажности W_p древесины тополя и ели до и после термообработки
The study results of thermal conductivity coefficient λ , density ρ and equilibrium moisture content W_p of poplar and spruce wood before and after heat treatment

Древесная порода	Режим термообработки, ч	Показатели до термообработки			Показатели после термообработки				
		W_p , %	λ , Вт/(м·К)	ρ , кг/м ³	W_p , %	λ , Вт/(м·К)	ρ , кг/м ³	$\Delta\lambda$, %	$\Delta\rho$, %
Тополь	15	11,390	0,103	340	6,826	0,086	309	-16,9	-9,1
	25	12,390	0,108	398	6,094	0,082	350	-24,0	-12,1
	35	11,855	0,104	407	5,941	0,078	353	-25,4	-13,4
	Контрольный	11,750	0,099	418	—	—	—	—	—
Ель	15	12,705	0,091	410	7,998	0,083	385	-7,4	-5,2
	25	11,905	0,109	467	7,194	0,097	431	-11,5	-7,6
	35	11,690	0,125	520	6,613	0,101	475	-22,0	-8,7
	Контрольный	11,570	0,118	509	—	—	—	—	—

после 35 ч термической обработки, что объясняется меньшей термической стабильностью лиственных пород по сравнению с хвойными [13]. При увеличении времени термообработки наблюдается нелинейная зависимость, теплопроводность и плотность снижаются с уменьшающейся скоростью. Для обеих пород выявлено большее влияние термообработки на коэффициент теплопроводности, чем на изменение плотности.

Степень снижения коэффициента теплопроводности древесины тополя и древесины ели существенно различается. Более заметные изменения выявлены для древесины тополя. В течение первых 15 часов снижение коэффициента теплопроводности для образцов из древесины тополя составило 16,9 %, из древесины ели — 7,4 %. Зависимость коэффициента теплопроводности от времени термомодифицирования имеет близкую к линейной зависимость для древесины ели и носит нелинейный характер для древесины тополя.

В работе Кол С.Х. и Сефил И. [10] приведены результаты исследования уменьшения плотности и теплопроводности древесины бука и древесины пихты при термообработке. Показано, что для древесины бука характерна более высокая относительная потеря массы, несмотря на более высокие значения плотности по сравнению с древесиной пихты. Это хорошо согласуется с результатами проведенных экспериментов. И хотя плотность древесины тесно связана с теплопроводностью аналогичным образом, для древесины тополя коэффициент теплопроводности тополя снизился в большей мере, чем для древесины ели. Древесина хвойных (ель и пихта) являются более устойчивыми к термической обработке независимо от плотности и режима обработки по сравнению с древесиной лиственных пород (тополь и бук).



Изменения плотности древесины ели (1) и коэффициента теплопроводности древесины ели (2), плотности древесины тополя (3) и коэффициента теплопроводности древесины тополя (4) в зависимости от продолжительности термообработки

Changes in the density of spruce wood (1) and thermal conductivity of spruce wood (2), poplar wood density (3) and poplar wood thermal conductivity (4) depending on the duration of heat treatment

Выводы

Таким образом, проведенные эксперименты показали значительное уменьшение величины равновесной влажности W_p , коэффициента теплопроводности λ , плотности ρ для образцов древесины тополя «Паннония» (*Populus × euramericana* cv. *Pannonia*) и древесины ели обыкновенной (*Picea abies*) после термического модифицирования при 180 °С в течение 15, 25 и 35 ч. Для обеих пород выявлено большее влияние термообработки на коэффициент теплопроводности, чем на изменение плотности. Для указанных режимов термического модифицирования плотность древесины тополя снизилась на 9,1–13,4 %, коэффициент теплопроводности — на 16,9–25,4 %, величина равновесной влажности уменьшилась до 6,8–5,9 %. Древесина ели является более устойчивой к термической обработке: снижение

плотности составило 5,2–8,7 %, коэффициента теплопроводности — 7,4–22,0 %, величина равновесной влажности уменьшилась до 8,0–6,6 %. Полученные результаты следует учитывать при использовании термомодифицированной древесины тополя и ели в зданиях и сооружениях в качестве ограждающих конструкций.

Представленная работа выполнена в рамках проекта «Sustainable Raw Material Management Thematic Network — RING 2017», EFOP-3.6.2-16-2017-00010 project in the framework of the Szechenyi 2020 Program. Реализация данного проекта осуществляется при финансовой поддержке Европейского Союза (European Union) и совместном финансировании со стороны Европейского Социального Фонда (European Social Fund).

Список литературы

- [1] Candelier K., Thevenon M.F., Petrisans A., Dumarcay S., Gerardin P., Petrisans M. Control of wood thermal treatment and its effects on decay resistance: a review // *Annals of Forest Science*, 2016, no. 73(3), pp. 571–583.
- [2] Kocaefe D., Huang X., Kocaefe Y. Dimensional Stabilization of Wood // *Current Forestry Reports*, 2015, no. 1(3), pp. 151–161.
- [3] Molnar A., Horvath N., Taschner R. The effect of dry heat treatment on physical properties of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* from Vietnam // *Proc. of the Hardwood Science and Technology. The 5th Conference on Hardwood Research and Utilisation in Europe*, Sopron, Hungary, 2012, pp. 37–382.
- [4] Шуханьова И., Горбачева Г.А. Влагопоглощение термомодифицированной древесины бука лесного (*Fagussylvatica*L.) // *Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник*. 2012. № 2(85). С. 159–161.
- [5] Bekhta P., Niemz P. Effect of High Temperature on the Change in Color, Dimensional Stability and Mechanical Properties of Spruce Wood // *Holzforschung*, 2003, no. 57(5), pp. 539–546.
- [6] Esteves B.M., Pereira H.M. Wood Modification By Heat Treatment: a review // *BioResources*, 2009, no. 4(1), pp. 370–404.
- [7] Samuel O.S., Ramon B.O., Johnson Y.O. Thermal conductivity of three different wood products of *Combretaceae* family; *Terminalia superba*, *Terminalia ivorensis* and *Quisqualis indica* // *J. of Natural Sciences Research*, 2012, no. 2(4), pp. 36–43.
- [8] Korkut S., Aytin A., Taşdemir Ç. Gurău L. The transverse thermal conductivity coefficients of Wild cherry wood heat-treated using the ThermoWood method // *ProLigno*, 2013, no. 9(4), pp. 649–683.
- [9] Brombacher V., Michel F., Scheiding W., Uribe M.T., Niemz P. Investigation of the influence of subsequent thermal treatment on the insulation characteristics of wood fibre // *Bauphysik*, 2017, no. 39(2), pp. 130–134.
- [10] Kol Ş.H., Sefil Y. The thermal conductivity of fir and beech wood heat treated at 170, 180, 190, 200, and 212 °C // *J. of Applied Polymer Science*, 2011, no. 121(4), pp. 2473–2480.
- [11] Isebrands J.G. *Poplars and willows: trees for society and the environment* / Ed. J.G. Isebrands, J. Richardson. Rome, Italy; Boston, MA: Food and Agriculture Organization of the United Nations: CABI, 2014. 634 p.
- [12] Gorbacheva G.A., Bazhenov A.V., Sanaev V.G., Suchanova I. FTIR-Study of Thermally Treated Beech Wood // *Proc. of the 57th Int. Convention of SWST «Sustainable Resources and Technology for Forest Products»*. Zvolen, Slovakia, 2014, pp. 592–598.
- [13] Hill C.A.S. *Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes*. Chichester, West Sussex: Wiley, England, 2006. 260 p.

Сведения об авторах

Пастори Золтан — директор Инновационного центра, Шопронский университет, г. Шопрон, Венгрия, pasztory.zoltan@uni-sopron.hu

Хорват Норберт — доцент Инновационного центра, Шопронский университет, г. Шопрон, Венгрия, horvath.norbert@uni-sopron.hu

Борчок Золтан — исследователь Инновационного центра, Шопронский университет, г. Шопрон, Венгрия, borcsok.zoltan@uni-sopron.hu

Санаев Виктор Георгиевич — д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой древесиноведения и технологии деревообработки МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), директор Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана, rector@mgul.ac.ru

Горбачева Галина Александровна — канд. техн. наук, доцент кафедры древесиноведения и технологии деревообработки МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), gorbacheva@bmstu.ru

Поступила в редакцию 10.12.2018.

Принята к публикации 21.01.2019.

THERMAL CONDUCTIVITY CHANGE IN SPRUCE AND POPLAR WOOD AFTER HEAT TREATMENT

Z. Pásztor¹, N. Horváth¹, Z. Börcsök¹, V.G. Sanaev², G.A. Gorbacheva²

¹University of Sopron, Innovation Center, 4, Bajcsy-Zsilinszky utca, 9400, Sopron, Hungary

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

pasztor.zoltan@uni-sopron.hu

Wood modification is one of the developing research directions of wood sciences in the last decades. As the heat-treated wood is used in buildings as boundary structures such as wall elements, windows, roofing and cladding, it is important to know the thermal properties of wood. Despite a significant number of works in the thermal modification area there are relatively few articles about the changes of the thermal conductivity of wood caused by heat treatment. The thermal conductivity of Pannónia poplar (*Populus × euramericana* cv. *Pannónia*) and spruce (*Picea abies*) were examined before and after heat treatment (at 180 °C, for 15, 25 and 35 hours). It is known that heat treatment affects the wood physical properties, including the density and thermal conductivity. The density of poplar decreased by 9.1, 12.1 and 13.4 %, and the thermal conductivity decreased by 16.9, 24.0, 25.4 % after 15, 25 and 35 hours of treatment, respectively. In case of spruce, the density decreased by 5.2, 7.6 and 8.7 %, and the heat conductivity by 7.4, 11.5 and 22.0 %, respectively. Beside these changes of density and thermal conductivity the equilibrium moisture content was also strongly affected according to the duration time of treatment. The equilibrium moisture content of samples after treatment of 15, 25 and 35 hours was 6.8, 6.0 and 5.9 % in case of poplar and 8.0, 7.2 and 6.6 % in case of spruce respectively. The changes are not linear with the duration time of treatment.

Keywords: thermal conductivity, heat treatment, wood modification, Thermowood

Suggested citation: Pásztor Z., Horváth N., Börcsök Z., Sanaev V.G., Gorbacheva G.A. *Izmenenie teploprovodnosti drevesiny eli i topolya pri termicheskoj obrabotke* [Thermal conductivity change in spruce and poplar wood after heat treatment]. *Lesnoj vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 95–100.
DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-95-100

Acknowledgement

The work was carried out as part of the «Sustainable Raw Material Management Thematic Network — RING 2017», EFOP-3.6.2-16-2017-00010 project in the framework of the Szechenyi 2020 Program. The realization of this project is supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund.

References

- [1] Candelier K., Thevenon M.F., Petrisans A., Dumarcay S., Gerardin P., Petrisans M. Control of wood thermal treatment and its effects on decay resistance: a review. *Annals of Forest Science*, 2016, no. 73(3), pp. 571–583.
- [2] Kocafe D., Huang X., Kocafe Y. Dimensional Stabilization of Wood. *Current Forestry Reports*, 2015, no. 1(3), pp. 151–161.
- [3] Molnar A., Horvath N., Taschner R. The effect of dry heat treatment on physical properties of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* from Vietnam. *Proc. of the Hardwood Science and Technology. The 5th Conference on Hardwood Research and Utilisation in Europe*, Sopron, Hungary, 2012, pp. 37–382.
- [4] Shuhan'ova I., Gorbacheva G.A. *Vlagopogloshchenie termomodificirovannoj drevesiny buka lesnogo (Fagus sylvatica L.)* [The sorption of thermal treated of beech wood (*Fagus sylvatica* L.)]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoj vestnik* [Moscow State Forest University Bulletin – Lesnoj Vestnik]. 2012. № 2(85). pp. 159–161.
- [5] Bekhta P., Niemz P. Effect of High Temperature on the Change in Color, Dimensional Stability and Mechanical Properties of Spruce Wood. *Holzforschung*, 2003, no. 57(5), pp. 539–546.
- [6] Esteves B.M., Pereira H.M. Wood Modification By Heat Treatment: a review. *BioResources*, 2009, no. 4(1), pp. 370–404.
- [7] Samuel O.S., Ramon B.O., Johnson Y.O. Thermal conductivity of three different wood products of *Combretaceae* family; *Terminalia superb*, *Terminalia ivorensis* and *Quisqualis indica*. *J. of Natural Sciences Research*, 2012, no. 2(4), pp. 36–43.
- [8] Korkut S., Aytin A., Taşdemir Ç. Gurău L. The transverse thermal conductivity coefficients of Wild cherry wood heat-treated using the ThermoWood method. *ProLigno*, 2013, no. 9(4), pp. 649–683.
- [9] Brombacher V., Michel F., Scheiding W., Uribe M.T., Niemz P. Investigation of the influence of subsequent thermal treatment on the insulation characteristics of wood fibre. *Bauphysik*, 2017, no. 39(2), pp. 130–134.
- [10] Kol Ş.H., Sefil Y. The thermal conductivity of fir and beech wood heat treated at 170, 180, 190, 200, and 212°C. *J. of Applied Polymer Science*, 2011, no. 121(4), pp. 2473–2480.
- [11] Isebrands J.G. *Poplars and willows: trees for society and the environment*. Ed. J.G. Isebrands, J. Richardson. Rome, Italy; Boston, MA: Food and Agriculture Organization of the United Nations : CABI, 2014, 634 p.
- [12] Gorbacheva G.A., Bazhenov A.V., Sanaev V.G., Suchanova I. FTIR-Study of Thermally Treated Beech Wood. *Proc. of the 57th Int. Convention of SWST «Sustainable Resources and Technology for Forest Products»*. Zvolen, Slovakia, 2014, pp. 592–598.
- [13] Hill C.A.S. *Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes*. Chichester, West Sussex: Wiley, England, 2006, 260 p.

Authors' information

Pásztor Zoltán — PhD, Director of Innovation Center, University of Sopron, Sopron, Hungary, pasztor.zoltan@uni-sopron.hu

Horváth Norbert — PhD, Associate Professor, University of Sopron, Sopron, Hungary, horvath.norbert@uni-sopron.hu

Zoltán Börcsök — PhD, Researcher of Innovation Center, University of Sopron, Sopron, Hungary, borsok.zoltan@uni-sopron.hu

Sanaev Victor Georgievich — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Head of Department of Wood Science and Technology of the BMSTU (Mytishchi branch), Director of BMSTU (Mytishchi branch), rector@mgul.ac.ru

Gorbacheva Galina Aleksandrovna — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of Department of Wood Science and Technology of the BMSTU (Mytishchi branch), gorbacheva@bmstu.ru

Received 10.12.2018.

Accepted for publication 21.01.2019.

СРАВНЕНИЕ МАРОК-АНАЛОГОВ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА СВОЙСТВА БУМАГИ ДЛЯ ПЕЧАТИ

О.С. Мартьянова, И.О. Говязин

Научно-исследовательский институт — филиал АО «Гознак», отдел технологии бумаги, 115162, г. Москва, ул. Мытная, д. 19
martyanova_o_s@goznak.ru

Поливиниловый спирт (ПВС) является одним из наиболее распространенных полимеров, широко используемых для улучшения поверхностных свойств бумаги. ПВС повышает прочность поверхности бумаги, ее гладкость, лоск, оптические и барьерные свойства, что позволяет применять его при изготовлении печатных видов бумаги. Свойства поливинилового спирта в большой степени зависят от метода получения полимера и от содержания остаточных ацетатных групп. В данной статье рассмотрено влияние технических характеристик ПВС на печатные свойства бумаги.

Ключевые слова: бумага, поливиниловый спирт, поверхностная обработка, струйная печать, печатные свойства

Ссылка для цитирования: Мартьянова О.С., Говязин И.О. Сравнение марок-аналогов поливинилового спирта и влияние его на свойства бумаги для печати // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 101–106. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-101-106

Благодаря хорошим пленкообразующим свойствам и способности совмещаться со многими пигментами поливиниловый спирт (ПВС) обеспечивает хорошее качество и высокую светостойкость изображения, быстрое впитывание и высыхание печатных красок и чернил и пониженное коробление бумаги. ПВС также хорошо зарекомендовал себя в покровном слое бумаги для струйной печати. Поскольку существует большое разнообразие марок ПВС, применяемых в покровном слое бумаги, то правильное определение технических характеристик ПВС обеспечивает получение высококачественной бумаги с требуемыми свойствами.

В настоящее время на российском рынке присутствует несколько основных производителей и поставщиков ПВС. Они предлагают ПВС различных марок и различного целевого назначения. Однако выбор оптимальной марки ПВС для использования в производстве бумаги для струйной печати может представлять определенную сложность. Существует возможность направленно влиять на поверхностные свойства бумаги для струйной печати, используя ПВС с разной степенью омыления и молекулярной массы [1–3].

Бумага для струйной печати — это композиционный материал, на котором осуществляют печать преимущественно чернилами на основе красителей. Она должна характеризоваться быстрым высыханием чернил, требуемым разрешением печати и высокой оптической плотностью изображения. Реализация всех указанных требований в одном продукте обычно вызывает затруднение [4–7].

В данной статье под печатными свойствами прежде всего подразумеваются поверхностные характеристики бумаги, позволяющие без проблем запечатывать ее в устройствах струйной печати чернилами на основе красителей.

Цель работы

Целью данной работы является сравнение по печатным свойствам некоторых марок ПВС, используемых в производстве бумаги для струйной печати, которые являются примерными аналогами с точки зрения заявленных производителями технических характеристик, а именно характеризуются близкими показателями по степени полимеризации, степени омыления, содержанию ацетатных групп и т. п.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования были выбраны две марки ПВС с близкими техническими характеристиками (далее — марки-аналоги), а также для сравнения две марки ПВС с более высокой степенью полимеризации (~ 1500), отличающиеся по степени омыления (79 и 99 %).

Известно, что степень омыления ПВС влияет на его применение. В зависимости от условий омыления остаточные ацетатные группы могут быть расположены по цепи ПВС статически или в виде блоков, и их расположение влияет на важные характеристики полимера: температуры плавления и стеклования, поверхностное натяжение водных растворов [12–16]. Избегая рекламы или антирекламы, образцы марок ПВС обозначили буквами. Технические характеристики образцов ПВС, представленные в табл. 1, взяты из сертификатов качества на соответствующие марки ПВС.

Образцы ПВС марок-аналогов А, В находят широкое применение при производстве бумаги для струйной печати. Образцы ПВС марок С, D также могут применяться при производстве бумаги для струйной печати, однако в этой работе взяты исключительно для сравнения [8–11].



а



б

Рис. 1. Визуальный анализ образцов-аналогов ПВС: а — внешний вид исходных образцов ПВС; б — внешний вид растворов ПВС
Fig. 1. The visual analysis of samples-analogues of PVAL: а — appearance of the original samples of PVAL; б — appearance of PVAL solutions

Т а б л и ц а 1
Технические характеристики образцов марок поливинилового спирта
Specifications of polyvinyl alcohol grade samples

Наименование показателя	Марки ПВС			
	А	В	С	Д
Степень полимеризации	1000	1000	1500	1500
Степень омыления, %	98	98	79	99
Ацетатные группы, %	0,9–1,9	< 2,5	13,8–7,0	0,9–1,9
Вязкость 4 % раствора при 20 °С, сП	10–12	10–12	15–19	15–19



ПВС марки В

ПВС марки А

Рис. 2. Внешний вид растворов на основе ПВС образцов-аналогов после качественной реакции с йодом
Fig. 2. Appearance of solutions based on PVAL of samples-analogues after qualitative reaction with iodine

Анализ заявленных производителями технических характеристик образцов ПВС марок-аналогов А, В показывает, что образец ПВС марки В может содержать примерно на 0,6 % больше ацетатных групп. С точки зрения других указанных характеристик они больше ничем не отличаются друг от друга.

Для сравнения образцов ПВС в лаборатории были проведены следующие исследования:

- 1) изготовление растворов ПВС концентрацией 4 %;
- 2) органолептический и визуальный контроль образцов и растворов ПВС;
- 3) испытание исходных образцов и растворов ПВС на качественную реакцию с йодом;
- 4) нанесение растворов ПВС на бумагу массой 80 г/м² с помощью автоматической ракельной установки (после исчезновения мокрого блеска образцы бумаги с покрытием сушили 60 секунд при температуре (23 ± 1) °С и 90 секунд при температуре (123 ± 2) °С в контактной сушке);
- 5) запечатывание образцов бумаги с покрытием на струйном принтере Canon iP7240 в режиме Normal, чернилами на основе красителя с последующей оценкой печатных свойств визуально и по оптической плотности черной и цветных плашек.

Результаты и обсуждение

Визуальный осмотр показал, что образец ПВС марки А состоит из крупных частиц (гранул) пластинчатой формы, а ПВС марки В — из мелких частиц с нечетко выраженной формой (рис. 1, а). При приготовлении растворов ПВС марок А и В было выявлено различие по времени растворения: ПВС марки В переходит в раствор при температуре (83 ± 2) °С несколько быстрее, чем ПВС марки А.

Приготовленные растворы этих ПВС также отличаются по своим визуальным и органолептическим характеристикам: раствор ПВС марки В, в отличие от раствора ПВС марки А, имеет светло-желтую окраску (рис. 1, б) и нехарактерный сильный запах.

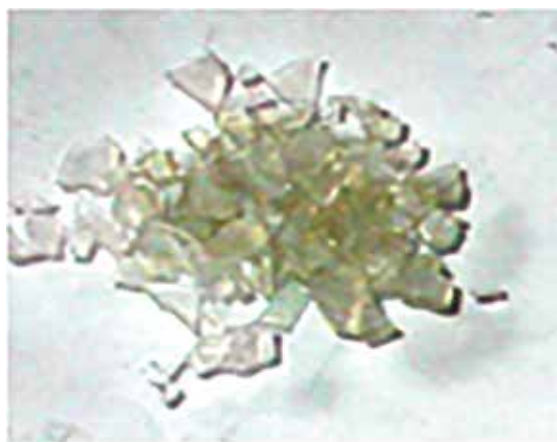
К каждому раствору ПВС добавили по одной капле раствора йода, полученного растворением 1 мл йодной тинктуры в 30 мл спирта. После перемешивания растворы приобрели разное окрашивание (рис. 2), что указывает на различие их химического состава. Раствор ПВС марки В, после добавления йода, окрасился в коричневый цвет, а раствор ПВС марки А — в зеленый.

Также по одной капле раствора йода нанесли на исходные сухие образцы всех ПВС, включая марки С и D. Через 1 час после нанесения раствора йода оценили внешний вид полученных образцов. Образец ПВС марки А (рис. 3, а)

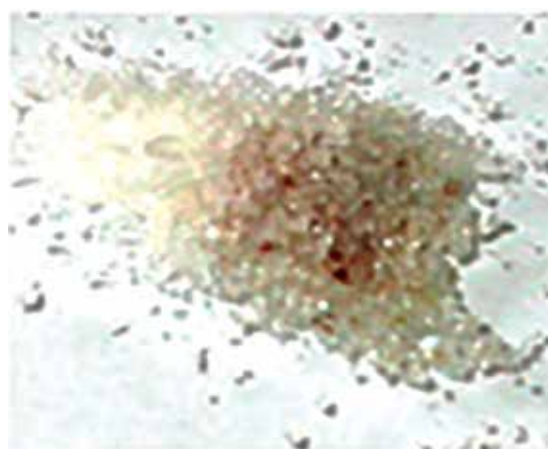
приобрел зеленоватое окрашивание. Примерно такой же внешний вид после нанесения раствора йода приобрел взятый для сравнения образец ПВС марки D (рис. 3, з) со степенью омыления 99 %.

Образец ПВС марки В (рис. 3, б) показал после нанесения раствора йода наличие кристаллических вкраплений, окрашенных в ярко-красный цвет. Примерно такое окрашивание уже по всей площади продемонстрировал образец ПВС марки С со степенью омыления 79 % (рис. 3, в).

Известно, что частично омыленные виды ПВС, содержащие в макроцепи молекулы более 10 % остаточных ацетатных групп, образуют с йодом комплекс ярко-красного цвета. Кроме того, коричневое окрашивание при воздействии йода может свидетельствовать о значительной деструкции ПВС в процессе омыления поливинилацетата [12–18].



а



б



в



з





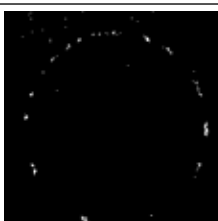

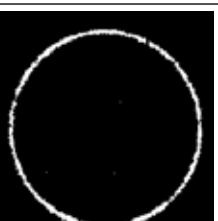
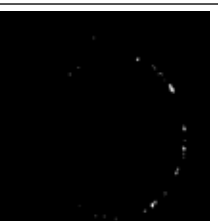
Рис. 3. Изменение цвета образцов-аналогов ПВС через 1 час после обработки раствором йода: а — ПВС марки А; б — ПВС марки В; в — ПВС марки С; з — ПВС марки D

Fig. 3. Color change of PVA samples in 1 hour after treatment with iodine solution: а — PVAL grade A; б — PVAL grade B; в — PVAL grade C; з — PVAL grade D

Т а б л и ц а 2

Печатные свойства образцов бумаги с поверхностной обработкой растворами на основе ПВС

Printing properties of paper samples with surface treatment with solutions based on PVAL

Наименование показателя	Марки ПВС			
	A	B	C	D
Оптическая плотность, D:				
голубой	1,05	1,01	1,20	0,95
пурпурный	1,30	1,33	1,51	1,06
желтый	0,93	0,90	0,93	0,92
черный	2,25	2,03	1,65	2,47
Воспроизведение позитивных элементов изображения*				
Воспроизведение негативных элементов изображения*				

Примечание. * — изображение имеет растровую структуру, толщина колец — 100 мкм.

Таким образом, можно предположить, что сравниваемые марки-аналоги ПВС А и В, несмотря на заявляемые изготовителями одинаковые технические характеристики, не являются идентичными по химическому составу. Так образец ПВС марки В, вероятно, содержит в качестве примесей фракции с частичным омылением ацетатных групп или деструктивные продукты реакции гидролиза поливинилацетата, а образец ПВС марки А не содержит указанных примесей и является более стабильным по своему химическому составу.

На следующем этапе данной работы был осуществлен анализ печатных свойств образцов бумаги, обработанных растворами ПВС. Для нанесения на бумагу использовались растворы ПВС всех марок концентрацией 4 %.

Печатные свойства полученных образцов бумаги, обработанных с поверхности растворами ПВС, оценили по оптической плотности плашек, отпечатанных на струйном принтере с использованием чернил на основе красителей, и с помощью теста, основанного на анализе изображения, позволяющего оценить разрешающую способность поверхности бумаги [12]. Результаты приведены в табл. 2.

Образцы бумаги с поверхностной обработкой растворами на основе ПВС марок А и В показали значения оптической плотности плашек примерно на одном уровне (см. табл. 2). Однако по разрешающей способности поверхности бумаги лучший результат получился у образцов с покрытием на основе ПВС марки В: более хорошее воспроизведение элементов изображения в позитиве и расплыванием чернил в негативе. У образцов бумаги, взятых для сравнения, наибольшее значение оптической плотности для цветных плашек достигнуто при использовании частично омыленного ПВС марки С, но при этом отмечается снижение оптической плотности черной плашки до уровня серого. Самый плохой результат показал полностью омыленный ПВС марки D (см. табл. 2).

Таким образом, сравниваемые марки-аналоги ПВС А и В, несмотря на заявляемые изготовителями одинаковые технические характеристики, не являются идентичными и по-разному влияют на свойства бумаги при струйной печати.

Выводы

Проведенные исследования показывают, что применяемые при изготовлении бумаги образцы-

аналоги ПВС, схожие по техническим характеристикам, могут отличаться по своему химическому составу и печатным свойствам. Для установления этого различия не требуется использовать специальное оборудование. В простейшем случае разница может быть выявлена на основании органолептических свойств ПВС или его водного раствора, а также с помощью качественной реакции на йод.

При выборе марки ПВС для поверхностной обработки бумаги для струйной печати следует обращать внимание на наличие в ПВС примесей фракций с частичным омылением ацетатных групп или продуктов деструкции, образующихся в процессе реакции гидролиза поливинилацетата. Наличие этих примесей в ПВС, несомненно, оказывает влияние на печатные свойства бумаги для струйных принтеров.

Список литературы

- [1] Мартянова О.С., Говязин И.О. Тестирование бумаги для струйной печати. Влияние степени омыления и других свойств поливинилового спирта на свойства бумаги для струйной печати // *КомпьюАрт*, 2008, № 8. URL: <https://compuart.ru/article/19394> (дата обращения 25.11.2018).
- [2] Мартянова О.С., Говязин И.О., Архипов К.С. Решение проблем струйной печати // *КомпьюАрт*, 2009, № 2. URL: <https://compuart.ru/article/20065> (дата обращения 25.12.2018).
- [3] Мартянова О.С., Кононов Г.Н., Говязин И.О. Исследование свойств бумаги для струйной печати // *Вестник МГУЛ–Лесной вестник*, 2008. № 6. С. 88–91.
- [4] Обзор и тесты бумаги для струйных принтеров. URL: https://www.thg.ru/consumer/paper_inkjet_printers/print.html (дата обращения 17.06.2018).
- [5] Чернила для струйной печати. URL: https://resettters.com/newsdesk_info.php?newsPath=12_15&newsdesk_id=161 (дата обращения 25.11.2018).
- [6] Ронен Зиони (НР): В кризисные времена цифровая печать становится еще более востребованной. URL: http://www.signbusiness.ru/theory_print/typu-chernil-dlya-struinoi-pechati.php (дата обращения 05.10.2018).
- [7] Способ изготовления бумаги для струйной печати с пигментным покрытием и бумага для струйной печати с пигментным покрытием. Пат. RU2304651. Патентообладатель ФГУП «Гознак»; заявл. 06.12.2005, опубл. 20.08.2007.
- [8] Svanholm E., Strom G. Influence of Polyvinyl Alcohol on InkJet Printability // *Proceedings from International Printing and Graphic Arts Conference*. Vancouver Canada: BC, 2004, pp. 187–198.
- [9] Hara K. Specialty PVOH in InkJet Coating Formulations // *Proceedings from PITA Coating Conference*. Barcelona, Spain, 2005, pp. 77–80.
- [10] Покровный агент для бумаги. Пат. JP1045896 (А); патентообладатель Kuraray CO LTD; опубл. 20.02.1989.
- [11] Николаева И.П., Войтецкая З.П. Неслоистая бумага для высококачественной струйной печати. Пат. FR2862668A1, патентообладатель Nonporat Recherches & Services; заявл. 24.11.2003, опубл. 27.05.2005.
- [12] Ушаков С.Н. Поливиниловый спирт и его производные. М.-Л.: АН СССР, 1979. Т. 1. С. 219, 317–318.
- [13] Розенберг М.Э. Полимеры на основе винилацетата. Л.: Химия, 1983. С. 176.
- [14] Николаев А.Ф., Охрименко Г.И. Водорастворимые полимеры. Л.: Химия, 1979. С. 39.
- [15] Finch C.A. Polyvinyl Alcohol Developments / Ed. C.A. Finch. Chichester: John Wiley & Sons Incorporated, 1992, Appendix 1, pp. 753–760.
- [16] Линдерман М. Полимеризация виниловых мономеров. М.: Химия, 1973. 311 с.
- [17] Оудиан Дж. Основы химии полимеров. М.: Мир, 1974. 614 с.
- [18] Платэ Н.А., Литманович А.Д., Ноа О.В. Макромолекулярные реакции. М.: Химия, 1977. 256 с.

Сведения об авторах

Мартянова Ольга Сергеевна — научный сотрудник отдела технологии бумаги НИИ — филиала АО «Гознак», martyanova_o_s@goznak.ru

Говязин Игорь Олегович — старший научный сотрудник отдела технологии бумаги НИИ — филиала АО «Гознак», govyazin_i_o@goznak.ru

Поступила в редакцию 01.12.2018.

Принята к публикации 21.01.2019.

ANALOGUES-GRADES OF POLYVINYL ALCOHOL COMPARISON AND IT'S EFFECT ON PRINT PAPER PROPERTIES

O.S. Martiyanova, I.O. Govyazin

Research Institute — Branch of the Joint-Stock Company «Goznak», Department of the Paper Technology, 19, Mytnaya st., 115162, Moscow, Russia

martyanova_o_s@goznak.ru

The polyvinyl alcohol (hereinafter PVAL) is one of the most common polymers widely used to improve the surface properties of paper. The PVAL increases the strength of the paper surface, its smoothness, gloss, optical and barrier properties, which allows it to be used in the manufacture of printed paper. The properties of PVAL largely depend on the method of obtaining the polymer and the content of residual acetate groups. The influence of technical characteristics of PVAL on the printing properties of paper is considered in this article.

Keywords: paper, polyvinyl alcohol, surface treatment of paper, inkjet printing, printing properties of paper

Suggested citation: Martiyanova O.S., Govyazin I.O. *Sravnienie marok-analogov PVS i vliyanie PVS na svoystva bumagi dlya pechati* [Analogues-grades of polyvinyl alcohol comparison and its effect on print paper properties]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 101–106. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-101-106

References

- [1] Mart'yanova O.S., Govyazin I.O. *Testirovanie bumagi dlya struynoy pechati. Vliyanie stepeni omyleniya i drugikh svoystv polivinilovogo spirta na svoystva bumagi dlya struynoy pechati* [Test paper for inkjet printing. The influence of the degree of saponification and other properties of polyvinyl alcohol on the properties of inkjet paper]. *Komp'yuArt [Compuart]*, 2008, no. 8. URL: <https://compuart.ru/article/19394> (accessed 25.12.2018).
- [2] Mart'yanova O.S., Govyazin I.O., Arkhipov K.S. *Reshenie problem struynoy pechati* [Solution to the problems of inkjet printing]. *Komp'yuArt [Compuart]*, 2009, no. 2. URL: <https://compuart.ru/article/20065> (accessed 25.11.2018).
- [3] Mart'yanova O.S., Kononov G.N., Govyazin I.O. *Issledovanie svoystv bumagi dlya struynoy pechati* [On the Study of paper properties for inkjet printing]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2008, no. 6, pp. 88–91.
- [4] *Obzor i testy bumagi dlya struynykh printerov* [Review and tests of inkjet paper] URL: https://www.thg.ru/consumer/paper_inkjet_printers/print.html (accessed 17.06.2018).
- [5] *Chernila dlya struynoy pechati* [Ink for inkjet printing] URL: https://resetters.com/newsdesk_info.php?newsPath=12_15&newsdesk_id=161 (accessed 25.11.2018).
- [6] Ronen Zioni (HP): *V krizisnye vremena tsifrovaya pechat' stanovitsya eshche bolee vostrebovannoy* [In times of crisis, digital printing becomes even more popular] URL: http://www.signbusiness.ru/theory_print/tipy-chernil-dlya-struinoi-pechati.php (accessed 05.10.2018).
- [7] *Sposob izgotovleniya bumagi dlya struynoy pechati s pigmentnym pokrytiem i bumaga dlya struynoy pechati s pigmentnym pokrytiem* [The method of manufacturing paper for inkjet printing with pigment and coating paper for inkjet printing with pigment coating]. Pat. RU2304651. Assignees: FSUE «Goznak»; clamed. 06.12.2005, publ. 20.08.2007.
- [8] Svanholm E., Strom G. Influence of Polyvinyl Alcohol on InkJet Printability // *Proceedings from International Printing and Graphic Arts Conference*. Vancouver Canada: BC, 2004, pp. 187–198.
- [9] Hara K. Specialty PVOH in InkJet Coating Formulations // *Proceedings from PITA Coating Conference*. Barcelona, Spain, 2005, pp. 77–80.
- [10] *Pokrovnyy agent dlya bumagi*. Pat. JP1045896 (A) [The coating agent for paper. Pat. JP1045896(A)], Assignees: Kuraray CO LTD; publ. 20.02.1989.
- [11] Nikolaeva I.P., Voytetskaya Z.P. *Nesloistaya bumaga dlya vysokokachestvennoy struynoy pechati*. Pat. FR2862668A1 [Non-layered paper for high-quality inkjet printing. Pat. FR2862668A1]. Assignees: Honnorat Recherches & Services; clamed. 24.11.2003, publ. 27.05.2005.
- [12] Ushakov S.N. *Polivinilovyy spirt i ego proizvodnye* [Polyvinyl alcohol and its derivatives]. Moscow-Leningrad: AN SSSR, 1979, v. 1, pp. 219, 317–318.
- [13] Rozenberg M.E. *Polimery na osnove vinilatsetata* [Polymers based on vinyl acetate]. Leningrad: Khimiya [Chemistry], 1983, 176 p.
- [14] Nikolaev A.F., Okhrimenko G.I. *Vodorastvorimye polimery* [Water-soluble polymers]. Leningrad: Khimiya [Chemistry], 1979, 39 p.
- [15] Finch C.A. *Polyvinyl Alcohol Developments* / Ed. C.A. Finch. Chichester: John Wiley & Sons Incorporated, 1992, Appendix 1, pp. 753–760.
- [16] Linderman M. *Polimerizatsiya vinilovykh monomerov* [Polymerization of vinyl monomers] Moscow: Khimiya [Chemistry], 1973, 311 p.
- [17] Oudian J. *Osnovy khimii polimerov* [Fundamentals of polymer chemistry] Moscow: Mir [World], 1974, 614 p.
- [18] Plate N.A., Litmanovich A.D., Noa O.V. *Makromolekulyarnye reaktsii* [Macromolecular reactions]. Moscow: Khimiya [Chemistry], 1977, 256 p.

Authors' information

Martiyanova Ol'ga Sergeevna — Research Scientist of the Department of paper technology, Research and development Institute — branch of JSC «Goznak», martyanova_o_s@goznak.ru

Govyazin Igor' Olegovich — Senior Research Scientist of the Department of paper technology, Research and development Institute — branch of JSC «Goznak», govyazin_i_o@goznak.ru

Received 01.12.2018.

Accepted for publication 21.01.2019.

МАТРИЧНЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ, ЗАДАЮЩИЕ КОСОЙ ПРОЕКТОР

А.М. Ветошкин¹, А.А. Шум²¹МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1²Тверской государственной технической университет, 170026, г. Тверь, наб. Афа-насия Никитина, д. 22

vetkin@mgul.ac.ru

Часто находят применение хорошо известная формула для ортопроектора: $\hat{A} = A(A^*A)^{-1}A^*$, где A — столбцовая матрица полного ранга; столбцы матрицы A задают подпространство, на которое выполняется ортогональное проектирование. В данной статье предлагается выражение для косою проектора через две матрицы полного ранга A и B , столбцы которых задают образ и ядро этого проектора: $P(A, B) = A(A^* \tilde{B}A)^{-1}A^* \tilde{B}$, $\tilde{B} = I - \hat{B}$. От других аналогичных выражений [6, 17] данная формула отличается симметрией: матрица $A^* \tilde{B}A$ — эрмитова. При выводе этого результата, а также многих других, оказалась очень полезна простая лемма: если A — столбцовая матрица полного ранга, то $\tilde{B}A$ остается матрицей полного ранга тогда и только тогда, когда $\{A\} \cap \{B\} = 0$. Известно, что псевдообратная матрица от произведения любых двух эрмитовых проекторов есть некоторый проектор. В данной работе определены образ и ядро этого проектора для произвольных эрмитовых проекторов. Получен важный критерий того, что два подпространства, задаваемые столбцами матриц A и B , пересекаются по нулевому вектору: $B(\tilde{A}B)^+ B = B$.

Ключевые слова: проектор, ортопроектор, косою проектор, псевдообратная матрица, формула Клайна

Ссылка для цитирования: Ветошкин А.М., Шум А.А. Матричные выражения, задающие косою проектор // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 107–113. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-107-113

Пусть P — квадратная матрица с комплексными элементами. Она называется *проектором*, если $P = P^2$. Если P — эрмитова матрица, то P называют *ортопроектором*, или *косою проектором*.

Пусть подпространства L и M пересекаются по нулевому вектору и $L + M = \mathbb{C}^n$. Говорят, что L и M *дополнительные подпространства*. Обозначим матрицу, проектирующую на подпространство L вдоль подпространства M , как $P(L, M)$. Для подпространства, натянутого на столбцы матрицы A (образа A), будем использовать обозначение $\{A\}$. Если подпространства, определяющие проектор, задаются матрицами $L = \{A\}$ и $M = \{B\}$, то вместо $P(L, M)$, или $P(\{A\}, \{B\})$, пишем просто $P(A, B)$.

Через L^\perp обозначим ортогональное дополнение к подпространству L . Если подпространство M есть ортогональная сумма двух подпространств $M = X \oplus Y$, то для задания подпространства Y через подпространства M и X введем обозначение $Y = X_M^\perp$. Подпространство Y можно задать так:

$$Y = X^\perp \cap M = (M^\perp + X)^\perp.$$

Ортопроектор однозначно определяется одним подпространством $L = \{A\}$, поэтому $P(L) = P(\{A\}, \{A\}^\perp)$. Для ортопроектора $P(A)$, задаваемого матрицей A , будем использовать более лаконичное обозначение \hat{A} .

Цель работы

В статье предлагается выражение для косою проектора через две матрицы полного ранга A и B , столбцы которых задают образ и ядро этого про-

ектора: $P(A, B) = A(A^* \tilde{B}A)^{-1}A^* \tilde{B}$, $\tilde{B} = I - \hat{B}$. В работе определены образ и ядро в известной формуле для псевдообратной матрицы от произведения любых двух эрмитовых проекторов.

Постановка задачи

Известна формула для ортопроектора $P(A)$:

$$\hat{A} = A(A^*A)^{-1}A^*, \quad (1)$$

где A — столбцовая матрица полного ранга [1, 2]; A^* — сопряженная по отношению к A матрица.

Для *дополнительного* проектора $I_n - \hat{A}$ введем следующее обозначение:

$$\tilde{A} = I_n - \hat{A},$$

где I_n — единичная матрица порядка n .

Одним из результатов данной работы является выражение для проектора через две столбцовые матрицы полного ранга — аналог для косою проектора (1):

$$P(A, B) = A(A^* \tilde{B}A)^{-1}A^* \tilde{B}. \quad (2)$$

Известно несколько формул для определения косою проектора. В обозначениях данной работы формула Африата [1] записывается таким образом:

$$P(A, B) = (I - \hat{A}\hat{B})^{-1}\hat{A}(I - \hat{A}\hat{B}). \quad (3)$$

В работе Гревилла [3] получены следующие выражения:

$$P(A, B) = (\tilde{B}\hat{A})^+; \quad (4)$$

$$P(A, B) = (I - \hat{B}\hat{A})^{-1}\tilde{B}; \quad (5)$$

$$P(A, B) = \hat{A}(\hat{A} + \hat{B} - \hat{B}\hat{A})^{-1}. \quad (6)$$

В формуле (4) используется *псевдообратная* матрица: M^+ обозначает псевдообратную матрицу к матрице M [2].

Во многих работах [4–6] можно найти такое выражение для косо проектора:

$$P(A, B) = [A:0][A:B]^{-1}. \quad (7)$$

Здесь запись $[A:B]$ используется для обозначения *блочной* матрицы, полученной последовательным выписыванием столбцов матрицы A , затем B .

В отличие от (2) в формуле (4) матрицы не обязательно столбцовые полного ранга, требуется только дополнительность подпространств $\{A\}$ и $\{B\}$. Таким образом, (2) есть частный случай (4).

В разделе, посвященном выводу формулы для косо проектора, дается простая, но важная лемма о том, что после ортогонального проектирования линейно независимые векторы остаются линейно независимыми. Применение этой леммы приводит к **теореме 1**, в которой получена формула (2), а также (4) — $P(A, B) = A(BA)^+$. В последней формуле требуется, чтобы подпространства $\{A\}$ и $\{B\}$ были дополнительными.

В **теоремах 2 и 3** получено несколько интересных и важных формул для матричных выражений, образуемых из матриц A и B , причем только требуется, чтобы $\{A\} \cap \{B\} = 0$. Показано, что при этом остается проектором выражение

$$A(\tilde{B}A)^+ = (\tilde{B}\hat{A})^+ = P(\{A\}, \{B\} + (\{A\} + \{B\})^\perp).$$

Из **теоремы 3** получено важное *следствие 1* — формула (36), которая позволяет довольно просто вычислить $[A:B]^+$, когда $\{A\} \cap \{B\} = 0$. Фактически эта формула присутствует в работе [7] как *следствие 1.3*, но условие ее применения как нулевое пересечение подпространств $\{A\}$ и $\{B\}$ не расшифровывается. В результате важность этой формулы не подчеркивается. Так в справочниках по теории матриц [8], [9] есть формула Клайна, но нет ее следствий.

В разделе, посвященном выражениям $A(\tilde{B}A)^+$ и $(\tilde{B}\hat{A})^+$, рассматриваются произвольные матрицы A и B с одинаковым числом строк. Как обобщение **теорем 1 и 2** получено, что эти выражения являются проекторами. Причем

$$(\tilde{B}\hat{A})^+ = P((\{A\} \cap \{B\})_{\{A\}}^\perp, \{B\} + (\{A\} + \{B\})^\perp).$$

В **теореме 5** получен важный критерий: два подпространства $\{A\}$ и $\{B\}$ пересекаются исключительно по нулевому вектору тогда и только тогда, когда

$$B(\tilde{A}B)^+ B = B.$$

Заметим, что последнее равенство присутствует и в работе [7], но там оно не связывается с пересечением подпространств.

Средства и методы

Перечислим важные свойства псевдообратной матрицы, а также некоторые другие факты, на которые будем ссылаться [9–16].

Следующие уравнения Пенроуза могут служить определением псевдообратной матрицы. Для произвольной прямоугольной матрицы A существует единственная матрица A^+ такая, что выполняются равенства:

$$AA^+A = A, \quad A^+AA^+ = A^+; \quad (8)$$

$$(AA^+)^* = AA^+, \quad (A^+A)^* = A^+A.$$

Следующие два свойства выполняются для произвольных матриц:

$$(A^+)^+ = A; \quad (9)$$

$$(A^*)^+ = (A^+)^*. \quad (10)$$

Если A невырожденная квадратная матрица, то $A^+ = A^{-1}$. (11)

Если A имеет полный ранг по столбцам, то $A^+ = (A^*A)^{-1}A^*$, $A^+A = I$. (12)

Если A имеет полный ранг по строкам, то $A^+ = A^*(AA^*)^{-1}$, $AA^+ = I$. (13)

Пусть матрица A имеет скелетное разложение $A = XY$, где X — столбцовая матрица полного ранга, а Y — строчная матрица полного ранга. Тогда

$$A^+ = (XY)^+ = Y^+X^+; \quad (14)$$

$$A^+B = 0 \Leftrightarrow A^*B = 0. \quad (15)$$

Выражение AA^+ есть ортопроектор на образ матрицы A . Этот факт является обобщением (1) для произвольной матрицы A :

$$P(\{A\}) = A = AA^+. \quad (16)$$

Для произвольной матрицы A естественно определить $A = I - AA^+$.

Для любой матрицы A выражение A^+A есть ортопроектор на образ матрицы A^* :

$$P(\{A^*\}) = A^+A. \quad (17)$$

Выполняются равенства:

$$\tilde{A}\hat{A} = \hat{A}\tilde{A} = 0; \quad \tilde{A}A = 0; \quad A^*\tilde{A} = 0. \quad (18)$$

Пусть X, U и Y, V — пары дополнительных подпространств. Тогда сумма проекторов $P(X, U) + P(Y, V)$ является проектором тогда и только тогда, когда $X \subset V$ и $Y \subset U$ [4, 16], причем

$$P(X, U) + P(Y, V) = P(X + Y, U \cap V). \quad (19)$$

Если подпространства X, Y и Z попарно пересекаются только по нулевому вектору и $X + Y + Z = \mathbb{C}^n$, то

$$P(X + Y, Z) = P(X, Y + Z) + P(Y, X + Z). \quad (20)$$

Чтобы получить (20) из (19), достаточно положить $Z = U \cap V$ и показать, что $U = Y + Z$ и $V = X + Z$.

Из (20) следует, что для ортогональных подпространств U и V

$$P(U \oplus V) = P(U) + P(V). \quad (21)$$

Или, если для матриц X и Y выполняется $X^*Y = 0$, то $P([X : Y]) = \hat{X} + \hat{Y}$.
 Дополнительный проектор

$$I - P(A, B) = P(B, A). \quad (22)$$

Результаты и обсуждение. Формула для косо проектора

Пусть A — столбцовая матрица полного ранга. Часто возникает вопрос о том, когда при проектировании при помощи проектора P столбцы A останутся линейно независимыми. Линейная зависимость столбцов матрицы PA означает, что существует ненулевой вектор β такой, что $PA\beta = 0$, или $A\beta \in \ker P$, или $\{A\} \cap \ker P \neq 0$. Ядром ортопроектора $P = \hat{B}$ является $\ker \hat{B} = \{B\}^\perp$, а ядром

ортопроектора $P = \tilde{B}$ будет $\ker \tilde{B} = \{B\}$. Эти соображения позволяют сформулировать важную лемму.

Лемма. Пусть матрица A — столбцовая полного ранга и у матрицы B такое же число строк, как и у матрицы A .

Тогда матрица $\hat{B}A$ — столбцовая полного ранга тогда и только тогда, когда $\{A\} \cap \{B\}^\perp = 0$.

Матрица $\tilde{B}A$ — столбцовая полного ранга тогда и только тогда, когда $\{A\} \cap \{B\} = 0$.

Заметим, что как только столбцы матрицы $\tilde{B}A$ (или $\hat{B}A$) линейно независимы, то и матрица

$A^* \tilde{B}A$ (или $A^* \hat{B}A$) обратима, как имеющая ненулевой определитель Грама.

Пусть столбцы двух матриц $A = [a_1, \dots, a_k]$ и $B = [b_1, \dots, b_l]$ вместе составляют базис всего пространства и $n = k + l$. Наша цель — построить $P = P(A, B)$, т. е. проектор на подпространство $\{A\}$ вдоль подпространства $\{B\}$.

Так как столбцы матриц A и B составляют базис, то любой вектор $v \in \mathbb{C}^n$ можно представить в виде

$$v = A\alpha + B\beta = Qu,$$

здесь $Q = [A : B]$, $\alpha \in \mathbb{C}^k$, $\beta \in \mathbb{C}^l$, $u = \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix}$.

Проекцией вектора v будет вектор

$$Pv = A\alpha.$$

Так как матрица Q невырожденная, то

$$Q^{-1} = \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}, \quad u = \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = Q^{-1}v = \begin{bmatrix} Xv \\ Yv \end{bmatrix}$$

Получаем для вектора Pv выражение:

$$Pv = AXv.$$

Таким образом,

$$P = AX.$$

Для определения матрицы X запишем уравнение:

$$AX + BY = I_n. \quad (23)$$

Умножим уравнение (23) слева на матрицу $A^* \tilde{B}$. Учитывая (18), получим

$$A^* \tilde{B}AX = A^* \tilde{B}.$$

Так как по лемме матрица $A^* \tilde{B}A$ не вырождена, то $X = (A^* \tilde{B}A)^{-1} A^* \tilde{B}$. Учитывая, что $\tilde{B}A$ — столбцовая матрица полного ранга, в силу (12)

$$P = A(A^* \tilde{B}A)^{-1} A^* \tilde{B} = A(\tilde{B}A)^+. \quad (24)$$

Полученный результат позволяет сформулировать следующую теорему.

Теорема 1. Пусть A и B две матрицы с одинаковым числом строк. Причем подпространства $\{A\}$ и $\{B\}$ являются дополнительными. Тогда проектор на подпространство $\{A\}$ вдоль подпространства $\{B\}$ дается выражением

$$P(A, B) = A(\tilde{B}A)^+. \quad (25)$$

Причем если $\{A\}$ — столбцовая матрица полного ранга, то

$$P(A, B) = A(A^* \tilde{B}A)^{-1} A^* \tilde{B}. \quad (26)$$

Важно, что в (25) в качестве матрицы A можно взять любую другую, имеющую тот же образ. В (26) — то же самое, только A должна быть столбцовой полного ранга. Часто имеет смысл выбирать столбцы A ортонормированными, тогда

$$A^*A = I; \quad A^+ = A^*; \quad \hat{A} = AA^*. \quad (27)$$

Учитывая (24), для завершения доказательства теоремы остается обосновать формулу (25) для случая произвольных матриц A и B , удовлетворяющих условию теоремы, а не только для случая матриц полного ранга.

В формуле (25) проектор \tilde{B} определен однозначно для всех матриц B с одним и тем же образом.

Рассмотрим скелетное разложение матрицы $A: A = XY$. Матрица X имеет тот же образ, что и матрица A , и является столбцовой матрицей полного ранга; Y — строчная матрица полного ранга и $A(\tilde{B}A)^+ = XY(\tilde{B}XY)^+$.

В силу леммы $\tilde{B}X$ — столбцовая матрица полного ранга, так как подпространства $\{A\}$ и $\{B\}$ по условию теоремы пересекаются только по нулевому вектору. Поэтому можно применить (14) и, учитывая что $YY^+ = I$, записать

$$\begin{aligned} A(\tilde{B}A)^+ &= XY(\tilde{B}X \cdot Y)^+ = XY Y^+ (\tilde{B}X)^+ = \\ &= X(\tilde{B}X)^+ = P(A, B). \end{aligned} \quad (28)$$

Последнее равенство выполняется в силу того, что $\{A\} = \{X\}$. Теорема доказана.

Обратим внимание на то, что в (26) столбцы матрицы $\tilde{B}A$ задают подпространство $\{B\}^\perp$. При этом матрицу A можно заменить другой матрицей полного ранга с тем же числом столбцов: $\{\tilde{B}A\} = \{\tilde{B}D\}$, если $\{B\}$ и $\{D\}$ — дополнительные подпространства.

Таким образом, формулу (26) можно записать так:

$$P(A, B) = A(D^* \tilde{B}A)^{-1} D^* \tilde{B}.$$

Так как образы $\tilde{B}A$ и $\tilde{B}D$ совпадают, то $\tilde{B}D = \tilde{B}A \cdot R$, где R — невырожденная матрица. Поэтому матрица $D^* \tilde{B}A = R^* : A^* \tilde{B}A$ также невырожденная. Но в отличие от $A^* \tilde{B}A$ матрица $D^* \tilde{B}A$ уже не будет эрмитовой.

Положив $F = BD$, получим выражение [6, 17] для проектора:

$$P = A(FA)^{-1}F^*,$$

где для дополнительных подпространств $\{A\}$ и $\{F\}^\perp$ — образ и ядро проектора P . Как и для матрицы A , имеет смысл брать столбцы матрицы F ортонормированными.

Оказывается, что выражение $A(\tilde{B}A)^+$ будет неким проектором на подпространство $\{A\}$, даже когда столбцы матриц A и B не составляют базис пространства. Необходимо только, чтобы образы этих матриц пересекались по нулевому вектору.

В следующих двух теоремах выясняется вопрос, что это за проектор и определяются некоторые родственные выражения.

Теорема 2. Пусть A и B две матрицы с одинаковым числом строк, причем $\{A\} \cap \{B\} = 0$. Тогда

$$A(\tilde{B}A)^+ = (\tilde{B}\hat{A})^+. \quad (29)$$

Матрица $A(\tilde{B}A)^+$ является проектором:

$$A(\tilde{B}A)^+ = P(\{A\}, \{B\} + (\{A\} + \{B\})^\perp). \quad (30)$$

Симметричная сумма двух таких проекторов есть ортопроектор:

$$A(\tilde{B}A)^+ + B(\tilde{A}B)^+ = P([A : B]). \quad (31)$$

Докажем (29).

Поскольку (28) устанавливает, что

$$A(\tilde{B}A)^+ = X(\tilde{B}X)^+$$

(требуется только, чтобы подпространства $\{A\}$ и $\{B\}$ пересекались по нулевому вектору), то, последовательно используя (9), (14) и (16), получаем

$$\begin{aligned} A(\tilde{B}A)^+ &= X(\tilde{B}X)^+ = (X^+)^+(\tilde{B}X)^+ = \\ &= (\tilde{B}X \cdot X^+)^+ = (\tilde{B}\hat{X})^+ = (\tilde{B}\hat{A})^+. \end{aligned}$$

Последнее равенство выполняется в силу того, что $\{A\} = \{X\}$. Для дополнительных подпространств $\{A\}$ и $\{B\}$ из (29) следует формула Гревилла (4).

Для доказательства (30) положим, что столбцы матрицы C задают базис подпространства $(\{A\} + \{B\})^\perp$, и отметим, что $\{B\}$ и $\{C\}$ ортогональны так же, как $\{A\}$ и $\{C\}$. Кроме того, $D = [B : C]$. Тогда

$$P(\{A\}, \{B\} + (\{A\} + \{B\})^\perp) = P(A, D) = A(\tilde{D}A)^+.$$

По свойству (21) $\tilde{D} = \tilde{B} - \hat{C}$, поэтому

$$\tilde{D}A = (\tilde{B} - \hat{C})A = \tilde{B}A.$$

Откуда и следует (30).

Равенство (31) следует из (20) и (30):

$$\begin{aligned} A(\tilde{B}A)^+ + B(\tilde{A}B)^+ &= P(\{A\}, \{B\} + \{C\}) + \\ + P(\{B\}, \{A\} + \{C\}) &= P(\{A\} + \{B\}, \{C\}) = P([A : B]). \end{aligned}$$

Теорема 2 доказана.

Теорема 3. Пусть A и B две матрицы с одинаковым числом строк, причем $\{A\} \cap \{B\} = 0$. Тогда

$$(\tilde{B}A)^+ A = A^+ A; \quad (32)$$

$$A^+ A(\tilde{B}A)^+ = (\tilde{B}A)^+; \quad (33)$$

$$(\tilde{B}A)^+ = A^+ - A^+ B(\tilde{A}B)^+. \quad (34)$$

Для любых двух матриц A и B с одинаковым числом строк

$$(\tilde{B}A)^+ B = 0. \quad (35)$$

Чтобы доказать (32), используем скелетное разложение матрицы $A = XY$

$$\begin{aligned} (\tilde{B}A)^+ A &= (\tilde{B}XY)^+ XY = Y^+ (\tilde{B}X)^+ XY = \\ &= Y^+ (X^* \tilde{B}X)^{-1} X^* \tilde{B}XY = Y^+ Y = A^+ A. \end{aligned}$$

Аналогично доказывается равенство (33).

Преобразуем правую часть (34), учитывая последовательно (30), (22), (20), (33):

$$\begin{aligned} A^+ - A^+ B(\tilde{A}B)^+ &= A^+ (I - B(\tilde{A}B)^+) = \\ &= A^+ (I - P(\{B\}, \{A\} + (\{A\} + \{B\})^\perp)) = \\ &= A^+ P(\{A\} + (\{A\} + \{B\})^\perp, \{B\}) = \\ &= A^+ (P(\{A\}, \{B\} + (\{A\} + \{B\})^\perp) + \\ &+ P((\{A\} + \{B\})^\perp, \{A\} + \{B\})) = \\ &= A^+ (A(\tilde{B}A)^+ + P((\{A\} + \{B\})^\perp)) = (\tilde{B}A)^+. \end{aligned}$$

Слагаемое $A^+ P((\{A\} + \{B\})^\perp)$ в предпоследнем выражении равно нулю, так как равенство его нулю по свойству (15) эквивалентно

$$A^* P((\{A\} + \{B\})^\perp) = 0,$$

что очевидно выполняется.

Равенство (35) выполняется для любых матриц A и B с одинаковым числом строк. Действительно, $(\tilde{B}A)^+ B = A^* \tilde{B}B = 0$, учитывая (18). Отсюда, применив (15), получим $(\tilde{B}A)^+ B = 0$. Другое обоснование этого факта смотри есть в работе [7]. Доказательство теоремы 3 завершено.

Вернемся к уравнению (23). Мы получили, что $X = (\tilde{B}A)^+$. Точно также $Y = (\tilde{A}B)^+$. Это дает обратную матрицу для блочной матрицы

$$[A : B]^{-1} = \begin{bmatrix} (\tilde{B}A)^+ \\ (\tilde{A}B)^+ \end{bmatrix}.$$

Данная формула может быть распространена на случай, когда $\{A\} + \{B\} \subset \mathbb{C}^n$.

Следствие 1. Если $\{A\} \cap \{B\} = 0$, то

$$[A : B]^+ = \begin{bmatrix} (\tilde{B}\hat{A})^+ \\ (\tilde{A}\hat{B})^+ \end{bmatrix}. \quad (36)$$

Эта формула доказывается непосредственной проверкой уравнений (8), при этом учитываются равенства (31) и (32), (33), (35).

Формула Клайна [7] позволяет вычислить псевдообратную матрицу для блочной матрицы $[A : B]$ для произвольных матриц A и B . Равенство (36) есть частный случай этой формулы. В работе [7] фактически доказано следующее следствие, имеющее отношение к данному случаю.

Следствие 1.3. Следующие три условия эквивалентны:

$$[A : B]^+ = \begin{bmatrix} A^+ - A^+B(\tilde{A}\hat{B})^+ \\ (\tilde{A}\hat{B})^+ \end{bmatrix};$$

$$(\tilde{A}\hat{B})^+(\tilde{A}\hat{B})B^*A^+A^+B = B^*A^+A^+B; \quad (37)$$

$$B(\tilde{A}\hat{B})^+B = B.$$

Отметим, что в условиях **следствия 1**, т. е. при $\{A\} \cap \{B\} = 0$, условие $B(\tilde{A}\hat{B})^+B = B$ выполняется в силу (32) и (8). (Сравнение (36) с (37) доказывает тождество (34).) Оказывается, что данное условие эквивалентно тому, что $\{A\} \cap \{B\} = 0$ — подпространства $\{A\}$ и $\{B\}$ пересекаются по нулевому вектору. Этот факт доказан в **теореме 5** для произвольных матриц A и B [18, 19].

Проекторы $(\tilde{B}\hat{A})^+$ и $A(\tilde{B}\hat{A})^+$

В условиях **теоремы 2** матричные выражения $(\tilde{B}\hat{A})^+$ и $A(\tilde{B}\hat{A})^+$ задают один и тот же проектор. Известно, что для любых ортопроекторов F и E матрица $(FE)^+$ является проектором [20]. В данном разделе выясняется, что за проектор задает выражение $(\tilde{B}\hat{A})^+$ для произвольных матриц A и B . Оказывается, выражение $A(\tilde{B}\hat{A})^+$ также всегда является проектором.

Пусть A и B две произвольные матрицы с одинаковым числом строк. Рассмотрим следующие подпространства: $\mathcal{A} = \{A\}$, $\mathcal{B} = \{B\}$, $\mathcal{Y} = \mathcal{A} \cap \mathcal{B}$, $\mathcal{X} = \mathcal{Y}_A^\perp$ и $\mathcal{Z} = \mathcal{Y}_B^\perp$ так, что $\mathcal{A} = \mathcal{X} \oplus \mathcal{Y}$ и $\mathcal{B} = \mathcal{Z} \oplus \mathcal{Y}$. Пусть матрицы X, Y, Z составлены из базисных векторов подпространств $\mathcal{X}, \mathcal{Y}, \mathcal{Z}$, соответственно.

Рассмотрим скелетное разложение матриц A и B :

$$A = [X : Y]P = XP_1 + YP_2, \text{ где } P = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix}; \quad (38)$$

$$B = [Z : Y]Q = ZQ_1 + YQ_2, \text{ где } Q = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{bmatrix}. \quad (39)$$

Причем $Y^*X = 0$ и $Y^*Z = 0$, так что выполняются равенства:

$$\hat{Y}\hat{Z} = \hat{X}\hat{Y} = 0; \quad \hat{Z}\hat{Y} = 0; \quad X^*\hat{Y} = 0; \quad X^*\hat{Z}\hat{Y} = 0, \quad (40)$$

и подобные им.

В силу (21) выполняются равенства:

$$\hat{A} = \hat{X} + \hat{Y}; \quad \hat{B} = \hat{Z} + \hat{Y}.$$

Рассмотрим выражение $(\tilde{B}\hat{A})^+$:

$$(\tilde{B}\hat{A})^+ = ((I - \hat{Y} - \hat{Z})(\hat{X} + \hat{Y}))^+ =$$

$$= (\hat{X} - \hat{Z}\hat{X})^+ = (\tilde{Z}\hat{X})^+ = X(\tilde{Z}X)^+ =$$

$$= P(\mathcal{X}, \mathcal{Z} + \mathcal{Y} + (\mathcal{A} + \mathcal{B})^\perp) = P(\mathcal{X}, \mathcal{B} + (\mathcal{A} + \mathcal{B})^\perp).$$

Аналогично (31)

$$(\tilde{B}\hat{A})^+ + (\tilde{A}\hat{B})^+ = P(\mathcal{X}, \mathcal{Z} + \mathcal{Y} + (\mathcal{A} + \mathcal{B})^\perp) +$$

$$+ P(\mathcal{Z}, \mathcal{X} + \mathcal{Y} + (\mathcal{A} + \mathcal{B})^\perp) = P(\mathcal{X} + \mathcal{Z}).$$

Второе выражение

$$A(\tilde{B}\hat{A})^+ = A((I - \hat{Y} - \hat{Z})[X : Y]P)^+ =$$

$$= A([\tilde{Z}X : 0]P)^+ = A(\tilde{Z}XP_1)^+.$$

В силу леммы столбцы матрицы $\tilde{Z}X$ линейно независимы; строки матрицы P_1 линейно независимы по построению в (38), поэтому к матрице $\tilde{Z}XP_1$ применимо (14):

$$A(\tilde{B}\hat{A})^+ = [X : Y]PP_1^+(\tilde{Z}X)^+ =$$

$$= X(\tilde{Z}X)^+ + YP_2P_1^+(\tilde{Z}X)^+. \quad (41)$$

Докажем, что это проектор. Для этого обозначим два последних слагаемых через α и β , соответственно. По **теореме 2** $\alpha = X(\tilde{Z}X)^+$ является проектором. Учитывая, что $(\tilde{Z}X)^+ = (X^*\tilde{Z}X)^{-1}X^*\tilde{Z}$ в силу (12), $\alpha\beta = 0$, $\beta\alpha = \beta$ и $\beta^2 = 0$. Так что $(\alpha + \beta)^2 = \alpha + \beta$.

Слагаемое α есть проектор $(\tilde{B}\hat{A})^+$. Так как Y — столбцовая матрица полного ранга, а $(\tilde{Z}X)^+$ — строчная матрица полного ранга, то слагаемое $\beta = YP_2P_1^+(\tilde{Z}X)^+$ будет равно нулю тогда и только тогда, когда $P_2P_1^+ = 0$. По свойству (15) $P_2P_1^+ = 0$ тогда и только тогда, когда $P_2P_1^* = 0$.

Таким образом, доказана **теорема 4**, утверждающая следующие условия.

Пусть A и B две матрицы с одинаковым числом строк. Тогда матричное выражение $(\tilde{B}\hat{A})^+$ является проектором:

$$(\tilde{B}\hat{A})^+ = P((\{A\} \cap \{B\})_{\{A\}}^\perp, \{B\} + (\{A\} + \{B\})^\perp). \quad (42)$$

Симметричная сумма двух таких проекторов является ортопроектором:

$$(\tilde{B}\hat{A})^+ + (\tilde{A}\hat{B})^+ = P((\{A\} \cap \{B\})_{\{A\}}^\perp + (\{A\} \cap \{B\})_{\{B\}}^\perp).$$

Матрица $A(\tilde{B}\hat{A})^+$ всегда является проектором:

$$A(\tilde{B}\hat{A})^+ = (\tilde{B}\hat{A})^+ + YP_2P_1^+(\tilde{Z}X)^+. \quad (43)$$

Проекторы $(\tilde{B}\hat{A})^+$ и $A(\tilde{B}A)^+$ совпадают при $\{A\} \cap \{B\} = 0$ или при $\{A\} \cap \{B\} \neq 0$ тогда и только тогда, когда $P_2 P_1^* = 0$, т. е. строки матриц P_1 и P_2 , определяющих скелетное разложение (38), ортогональны друг другу.

При доказательстве следующей теоремы воспользуемся обозначениями из доказательства теоремы 4.

Теорема 5. Пусть A и B — две матрицы с одинаковым числом строк. Тогда следующие два условия эквивалентны:

$$B(\tilde{A}B)^+ B = B; \tag{44}$$

$$\{A\} \cap \{B\} = 0, \tag{45}$$

подпространства $\{A\}$ и $\{B\}$ пересекаются по нулевому вектору.

Чтобы доказать, что из (44) следует (45), предположим, что существует ненулевое пересечение подпространств $\{A\}$ и $\{B\}$. После этого в равенстве $B(\tilde{A}B)^+ B = B$ можем перейти к матрицам X, Y, Z, Q_1, Q_2 из (38) и (39). Используя (40) и (41), получим

$$ZQ_1 + YQ_2 Q_1^+ Q_1 = ZQ_1 + YQ_2.$$

Так как Y — столбцовая матрица полного ранга, то $Q_2 Q_1^+ Q_1 = Q_2$. Возьмем сопряжение к этому равенству и обозначим $S_1 = Q_1^+$ и $S_2 = Q_2^+$. Получим $S_1 S_2 = 0$. Но столбцы матриц S_1 и S_2 — линейно независимые векторы и по лемме столбцы матрицы $\tilde{S}_1 S_2$ линейно независимы. Полученное противоречие доказывает, что из (44) следует (45).

Если выполняется условие (44), то в силу (32) и (8) имеем

$$B(\tilde{A}B)^+ B = B(B^+ B) = B.$$

Выводы

Основной результат данной работы — это выражение для проектора:

$$P(A, B) = A(A^* \tilde{B}A)^{-1} A^* \tilde{B}.$$

Подпространства $\{A\}$ и $\{B\}$ дополнительные, матрицы A и B столбцовые полного ранга.

Если не требовать дополнительной подпространств, оставить только условие $\{A\} \cap \{B\} = 0$, то выражение

$$A(\tilde{B}A)^+ = (\tilde{B}\hat{A})^+ = P(\{A\}, \{B\} + (\{A\} + \{B\})^\perp)$$

остаётся проектором.

Пусть A и B — произвольные матрицы с одинаковым числом строк. Показано, что выражения $A(\tilde{B}A)^+$ и $(\tilde{B}\hat{A})^+$ являются проекторами и, в общем, различны. Причем

$$(\tilde{B}\hat{A})^+ = P((\{A\} \cap \{B\})_{\{A\}}^\perp, \{B\} + (\{A\} + \{B\})^\perp).$$

Получен важный критерий: $\{A\}$ и $\{B\}$ пересекаются лишь только по нулевому вектору тогда и только тогда, когда

$$B(\tilde{A}B)^+ B = B.$$

Теоремы 1–5, лемма и следствие 1 вместе составляют технический аппарат, позволяющий проводить вычисления для различных выражений с проекторами. Примеры таких вычислений планируется привести в следующих статьях.

Список литературы

- [1] Afriat S.N. Orthogonal and oblique projectors and the characteristics of pairs of vector spaces // Proc. of the Cambridge Philosophical Society, 1957, v. 53, iss. 4, pp. 800–816.
- [2] Воеводин В.В. Энциклопедия линейной алгебры. Электронная система ЛИНЕАЛ. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 544 с.
- [3] Greville T.N.E. Solutions of the matrix equation $XAX=X$, and relations between oblique and orthogonal projectors // SIAM J. Appl. Math., 1974, v. 26, no. 4, pp. 828–832.
- [4] Ben-Israel A., Greville T.N.E. Generalized inverses. Theory and Applications. Springer, 2003, 420 p.
- [5] Малышев А.Н. Введение в вычислительную линейную алгебру. Новосибирск: Наука, 1991. 400 с.
- [6] Meyer C.D. Matrix analysis and applied linear algebra // The Mathematical Gazette, SIAM, 2000, v. 85, iss. 502, 718 p.
- [7] Cline R. E. Representation for the generalized inverse of a partitioned matrix // J. Soc. Industr. Appl. Math., 1964, v. 12, no. 3, pp. 588–600.
- [8] Lütkepohl H. Handbook of matrices. NY.:Wiley, 1996. 304p.
- [9] Bernstein D.S. Matrix Mathematics. Theory, Facts, and Formulas. Princeton: Princeton University Press, 2009, 1101 p.
- [10] Campbell S.L., Meyer C.D. Generalized inverses of linear transformations. London: Pitman Pub., 1979, 272 p.
- [11] Cvetković Ilić D. S., Yimin Wei. Algebraic Properties of Generalized Inverses. Springer, Singapore, 2017, 194 p.
- [12] Haruo Yanai, Kei Takeuchi, Yoshio Takane Projection Matrices, Generalized Inverse Matrices, and Singular Value Decomposition. Springer, 2011, 234 p.
- [13] Albert A. Regression and the Moor-Penrose pseudoinverse. NY&London: Academic Press, 1972, v. 94, 224 p.
- [14] Barnett S. Matrices: methods and applications. Oxford: Clarendon Press, 1996, 466 p.
- [15] Магнус Я.Р., Нейдеккер Х. Матричное дифференциальное исчисление с приложениями к статистике и эконометрике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 496 с.
- [16] Постников М.М. Лекции по геометрии. Семестр II. Линейная алгебра. М.: Наука, 1986. 229 с.
- [17] Беклемишев Д.В. Дополнительные главы линейной алгебры. СПб.: Лань, 2008. 496 с.
- [18] Ветошкин А.М. Компактная форма формулы Клайна // Обозрение прикл. и промышл. матем., 2014. Т. 21. Вып. 4. С. 337–338.
- [19] Ветошкин А.М. Следствия из формулы Клайна // Обозрение прикл. и промышл. матем., 2015. Т. 22. Вып. 4. С. 446–447.
- [20] Penrose R. A generalized inverse for matrices // Proc. Cambridge Philos. Soc., 1955, v. 51, pp. 406–413.

Сведения об авторах

Ветошкин Александр Михайлович — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), vetkin@mgul.ac.ru, alexander.vetkin@gmail.com

Шум Александр Анатольевич — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры высшей математики ТГТУ, shum@tstu.tver.ru

Поступила в редакцию 09.01.2019.

Принята к публикации 04.02.2019.

MATRIX EXPRESSIONS DEFINING THE OBLIQUE PROJECTOR

A.M. Vetoshkin¹, A.A. Shum²

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

²Tver State Technical University named after Afanasiy Nikitin, 22, 170026, Tver, Russia

vetkin@mgul.ac.ru

A well-known and often used formula for an orthoprojector is: $\hat{A} = A(A^*A)^{-1}A^*$, where A is a full-rank column matrix; the columns of the matrix A define the subspace on which the orthogonal projection is performed. This article proposes an expression for an oblique projector through two full-rank matrices A and B , the columns of which define range and the null space of this projector: $P(A, B) = A(A^*BA)^{-1}A^*B$, $B^*B = I - B$. This formula differs in symmetry from other known expressions in the literature [6, 17]: the matrix A^*BA is Hermitian. In deriving this result, as well as many others, a simple lemma proved to be very useful: if A is a full rank column matrix, then BA remains a full rank matrix if and only if $\{A\} \cap \{B\} = 0$. It has long been known that the generalized inverse matrix of the product of any two Hermitian projectors is some kind of projector. In this paper, the range and the null space of this projector are defined for arbitrary Hermitian projectors. An important criterion is obtained that two subspaces defined by columns of matrix A and B intersect along the zero vector: $B(AB)^+B = B$.

Keywords: projector, orthoprojector, oblique projector, generalized inverse matrix, Cline's formula

Suggested citation: Vetoshkin A.M., Shum A.A. *Matrichnye vyrazheniya, zadayushchie kosoy proektor* [Matrix expressions defining the oblique projector]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 107–113. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-107-113

References

- [1] Afriat S.N. Orthogonal and oblique projectors and the characteristics of pairs of vector spaces. *Proc. of the Cambridge Philosophical Society*, 1957, v. 53, iss. 4, pp. 800–816.
- [2] Voevodin V.V. *Entsiklopediya lineynoy algebrы. Elektronnyaya sistema LINEAL* [Encyclopedia of linear algebra. Electronic system LINEAL]. Saint Petersburg: BHV-Peterburg, 2006. 544 p.
- [3] Greville T.N.E. Solutions of the matrix equation $XAX=X$, and relations between oblique and orthogonal projectors. *SIAM J. Appl. Math.*, 1974, v. 26, no. 4, pp. 828–832.
- [4] Ben-Israel A., Greville T.N.E. *Generalized inverses. Theory and Applications*. Springer, 2003. 420 p.
- [5] Malyshev A.N. *Vvedenie v vychislitel'nyu lineynuyu algebru* [Introduction to Computational Linear Algebra]. Novosibirsk: Nauka, 1991. 400 p.
- [6] Meyer C.D. Matrix analysis and applied linear algebra. *The Mathematical Gazette*, SIAM, 2000, v. 85, iss. 502, 718 p.
- [7] Cline R. E. Representation for the generalized inverse of a partitioned matrix. *J. Soc. Industr. Appl. Math.*, 1964, v. 12, no. 3, pp. 588–600.
- [8] Lütkepohl H. *Handbook of matrices*. NY.:Wiley, 1996. 304p.
- [9] Bernstein D.S. *Matrix Mathematics. Theory, Facts, and Formulas*. Princeton: Princeton University Press, 2009, 1101 p.
- [10] Campbell S.L., Meyer C.D. *Generalized inverses of linear transformations*. London: Pitman Pub., 1979, 272 p.
- [11] Cvetković Ilić D.S., Yimin Wei. *Algebraic Properties of Generalized Inverses*. Springer, Singapore, 2017, 194 p.
- [12] Haruo Yanai, Kei Takeuchi, Yoshio Takane *Projection Matrices, Generalized Inverse Matrices, and Singular Value Decomposition*. Springer, 2011, 234 p.
- [13] Albert A. *Regression and the Moor-Penrose pseudoinverse*. NY&London: Academic Press, 1972, v. 94, 224 p.
- [14] Barnett S. *Matrices: methods and applications*. Oxford: Clarendon Press, 1996, 466 p.
- [15] Magnus J.R., Neudecker H. *Matrichnoe differentsial'noe ischislenie s prilozheniyami k statistike i ekonometrike* [Matrix differential calculus. With applications in statistics and econometrics]. Moscow: Fizmatlit, 2002, 496 p.
- [16] Postnikov M.M. *Leksii po geometrii. Semestr II. Lineynaya algebra* [Lectures on geometry. Semester II. Linear algebra]. Moscow: Nauka, 1986. 229 p.
- [17] Beklemishev D.V. *Dopolnitel'nye glavy lineynoy algebrы* [Additional chapters of linear algebra]. Saint Petersburg: Lan', 2008. 496 p.
- [18] Vetoshkin A.M. *Kompaktnaya forma formuly Klayna* [Compact form of the Cline formula]. *Obozrenie prikl. i promyshl. matem.* [Review app. and industrial Math.], 2014, t. 21, v. 4, pp. 337–338.
- [19] Vetoshkin A.M. *Sledstviya iz formuly Klayna* [Consequences from Clin's formula] *Obozrenie prikl. i promyshl. matem.* [Review app. and industrial Math.], 2015, t. 22, v. 4, pp. 446–447.
- [20] Penrose R. A generalized inverse for matrices. *Proc. Cambridge Philos. Soc.*, 1955, v. 51, pp. 406–413.

Authors' information

Vetoshkin Aleksandr Mikhaylovich — Cand. Sci. (Tech), Associate Professor of BMSTU (Mytishchi branch), vetkin@mgul.ac.ru

Shum Aleksandr Anatol'evich — Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor of TvSTU, shum@tstu.tver.ru

Received 09.01.2019.

Accepted for publication 04.02.2019.

О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ СОПРОВОЖДЕНИЯ ЧТЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОГО КУРСА АЛГЕБРЫ РЕАЛЬНЫМИ ПРИЛОЖЕНИЯМИ ИЗ ОБЛАСТИ КРИПТОГРАФИИ (ДЛЯ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ)

Т.А. Ласковая¹, К.К. Рыбников², О.К. Чернобровина³

¹МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

²ООО «Полиэдр» 107143, Москва, шоссе Открытое, д. 20, стр. 1

³МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

talaskovy@mail.ru

Одним из важных аспектов построения программы преподавания традиционных базовых курсов высшей математики для студентов технических университетов является задача сопровождения этих курсов реальными практическими приложениями. Только в этом случае будущие инженеры ощутят прикладную перспективу применения математического аппарата, которым они овладевают в процессе обучения. Эта задача представляется достаточно сложной, так как теоретический багаж студентов младших курсов невелик: основы дифференциального и интегрального исчисления и основные положения линейной алгебры. Авторы предлагают использовать при преподавании курса высшей алгебры в первую очередь примеры из области криптографии, для решения которых, как правило, достаточно материала первого курса (даже первого семестра). Это, например, шифр Лестера Хилла, подстановки и подходы к анализу структуры формальных нейронов.

Ключевые слова: шифр Хилла, подстановка, задача о назначениях

Ссылка для цитирования: Ласковая Т.А., Рыбников К.К., Чернобровина О.К. О некоторых возможностях сопровождения чтения классического курса алгебры реальными приложениями из области криптографии (для студентов младших курсов технических университетов) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 114–120. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-114-120

*Применение науки составляет особое умение,
гораздо более высокое, чем сама наука.*

Фрэнсис Бэкон

Восприятие курсов высшей математики для студентов младших курсов технических университетов иногда оказывается достаточно сложным. И дело не только в трудности изучаемого материала, но и в психологических особенностях студентов. Будущий инженер интуитивно хотел бы с первых месяцев обучения оценить возможности прикладных исследований на основе изучаемого математического аппарата. Если преподаватель строит свой курс на изложении формального математического курса, то это может негативно сказаться на качестве обучения, не говоря уже об интересе обучающихся к дисциплине. Эта объективная опасность подстерегает даже опытного лектора [19, 20], и надо сказать, что проблема, которая в связи с этим встает перед преподавателем, достаточно сложна.

Цель работы

Авторы ставят целью с первых месяцев изучения курса высшей математики предоставить возможность будущим инженерам приступить к анализу реальных прикладных моделей.

Материалы и методы

Используемыми методами являются основные алгоритмы линейной алгебры, методы анализа выпуклых многогранников и исследования некоторых объектов симметрической группы. Весь этот материал доступен для первокурсника.

Среди таких приложений достаточно перспективным направлением является классическая криптография [6–10] в сочетании с самыми простыми сведениями из курса алгебры. Приведем несколько конкретных примеров.

Решение систем линейных уравнений и шифр Хилла. На самом раннем этапе изучения курса линейной алгебры студенты знакомятся с понятием определителя квадратной матрицы, способами построения обратной матрицы, а также с матричным методом решения невырожденной квадратной системы линейных уравнений. Как ни странно, даже эти начальные знания могут быть использованы при математическом анализе одного из шифров.

В 1929 году американский математик Лестер Сандерс Хилл (1890–1961) предложил достаточно простой способ шифрования [1, 2].

Пусть каждой букве латинского алфавита A, B, C, ..., Z поставлено в соответствие некоторое целое положительное число 0, 1, 2, ..., 25 так, что отображение {A, B, C, ..., Z} → {0, 1, 2, ..., 25} биективно.

Наиболее простой случай, разумеется, имеет вид (1)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

(1)

O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Процесс шифрования заключается в следующем. Предположим, что у нас есть *n*-мерный

вектор $x = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$, определяющий шифруемый, или

открытый, текст, и квадратная матрица *A* размером $n \times n$, $A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$, которая называется

ключом шифрования.

Зашифрованный текст (шифртекст), соответствующий открытому тексту *x*, определяется как *n*-мерный вектор *b*:

$$Ax = b \pmod{26},$$

где

$$b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix}, \quad b_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \pmod{26}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Операции по mod 26 таковы, что вместо чисел берутся их остатки при делении на 26.

Расшифрование, т. е. нахождение *x* по известному вектору *b*, определяется соотношением $x = A^{-1}b \pmod{26}$. (2)

Разумеется, этот процесс возможен только при условии, что у матрицы *A* существует обратная матрица A^{-1} . В нашем случае это осуществляется при условиях:

1) $\det A \neq 0$;

2) $\det A$ не имеет общих делителей с основой модуля (в данном случае это число 26).

Последнее условие соблюдается автоматически, если основа модуля — простое число (например, 29). Это легко может быть достигнуто, если в биективное отображение вида (1) (нумерация букв алфавита может быть выбрана другой) добавить в качестве прообразов некоторые вспомогательные символы (например, пробел, точка, знак вопроса).

Пример по Хиллу

Пусть сообщение (открытый текст) имеет вид $x = \text{ACT} (0 \ 2 \ 19)$.

При выбранном ключе

$$A = \begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} G & Y & B \\ N & Q & K \\ U & R & P \end{pmatrix}$$

шифртекст *b* определяется так:

$$b = Ax = \begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 19 \end{pmatrix} \pmod{26} = \begin{pmatrix} 15 \\ 14 \\ 7 \end{pmatrix}$$

$$\text{или } b = \begin{pmatrix} P \\ O \\ H \end{pmatrix}.$$

Восстановим теперь открытый текст *x* по шифртексту *b*, воспользовавшись соотношением (2):

$$x = A^{-1}b = \begin{pmatrix} 8 & 5 & 10 \\ 21 & 8 & 21 \\ 21 & 12 & 8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 15 \\ 14 \\ 7 \end{pmatrix} \pmod{26} =$$

$$= \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 19 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A \\ C \\ T \end{pmatrix}. \blacksquare$$

Криптоаналитические слабости шифра Хилла достаточно очевидны. Во-первых, это возможность определить матричный ключ *A* при большом наборе известных пар открытого текста и соответствующего ему шифртекста. Во-вторых, весьма трудно предположить эффективный алгоритм построения прямых и обратных матриц *A* и A^{-1} , что должно было бы обеспечить построение процедуры выбора и смены ключа.

Можно предположить, что сам автор осознавал слабости своей схемы шифрования. В своих работах он упоминал о возможности многократного применения этой схемы, т. е. построения схемы шифрования с набором ключей A, B_1, B_2, \dots, B_k :

$$Ax = b, \quad B_1b = \beta^{(1)}, \quad B_2\beta^{(1)} = \beta^{(2)}, \quad \dots, \quad B_k\beta^{(k-1)} = \beta^{(k)}.$$

В то же время известный историк криптографии Дэвид Кан в своей книге «Взломщики кодов» [3] отметил некоторые перспективы развития этого подхода к шифрованию, а также его достоинства. Прежде всего, это был первый опыт так называемого блочного шифрования, т. е. шифрования не позначного, а оперирующего с векторами (словами из букв алфавита).

Хотя сам Хилл ограничился преобразованием трехмерных векторов X , очевидно, что размерность их может быть увеличена. Аппарат же процедуры шифрования полностью соответствует теоретическим сведениям из начального курса классической алгебры.

Именно это вызвало большой интерес у математиков-криптографов, когда в августе 1929 года Лестер Хилл представил свой доклад на съезде Американского математического общества в городе Боулдер (штат Колорадо).

Следует заметить, что все это много позже оценил Дэвид Кан, определив метод шифрования Хилла как «общий и мощный» [3].

Что же требуется студенту для анализа схемы шифрования Хилла? Не так уж много. Достаточно знать теорию решения квадратных систем линейных уравнений над полем действительных чисел и ее модификацию над кольцами вычетов по модулям 26 и 29 [4]. Впрочем, возможен выбор и других оснований модуля.

Решение системы линейных неравенств и анализ структуры соответствующего полиэдра как основа для изучения ряда технических приложений. При изучении теории решения систем линейных уравнений в стороне, как правило, оказывается смежный, естественно возникающий вопрос: как решать систему линейных неравенств?

На самом деле решение систем линейных неравенств может быть сведено к решению систем линейных уравнений путем простого введения дополнительных переменных [15, 17].

Для системы линейных неравенств

$$\begin{aligned} a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n &\leq b_i, \\ b_i &\geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m), \end{aligned} \quad (3)$$

вводим дополнительные переменные и переходим к рассмотрению системы линейных уравнений

$$\begin{aligned} a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n + x_{n+i} &= b_i \\ (i = 1, 2, \dots, m). \end{aligned} \quad (4)$$

Для полученной системы (4) можно применять методы нахождения ее общего решения, что входит в программу алгебры на первом курсе. Такой подход достаточно хорошо известен [5, с. 139–141].

Целесообразность изучения на первом курсе методов решения систем линейных неравенств обосновывается двумя факторами.

Во-первых, в том случае, если полученная система неравенств задает ограниченный полиэдр, то в дальнейшем для соответствующего выпуклого многогранника можно легко ввести понятие его вершины, что пригодится при обучении,

когда студенты будут осваивать симплекс-метод решения задач линейного программирования.

Во-вторых, что касается явных простых технических приложений математических полиэдральных моделей, то это в первую очередь рассмотрение задач анализа структуры комплекса формальных нейронов с линейной функцией активации [12–14], в том числе задач синтеза формальных нейронов (так называемые задачи настройки нейронов [13]).

Кроме того, при минимальных затратах времени можно продемонстрировать студентам, что системы линейных неравенств можно трактовать как математические модели распределения ресурсов [5].

Подстановки как базовый элемент построения узлов криптосхем. Математическая модель выбора подстановки. Подстановкой из n элементов конечного множества $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ называется биективное отображение этого множества на себя $f: X \rightarrow X$.

Общепринятая в математической литературе символическая запись подстановки имеет вид

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & i & \dots & n \\ x_1 & x_2 & \dots & x_i & \dots & x_n \end{pmatrix}.$$

Каждому из элементов множества X присваивается номер от 1 до n (разумеется, все номера различны), а их образами x_1, x_2, \dots, x_n являются те же числа, записанные в другом порядке. Случай, когда $i = x_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$), также возможен:

$$\begin{aligned} 1 &\rightarrow x_1, \\ 2 &\rightarrow x_2, \\ &\dots\dots\dots \\ i &\rightarrow x_i, \\ &\dots\dots\dots \\ n &\rightarrow x_n, \end{aligned}$$

и называется тождественной подстановкой.

Тождественная подстановка имеет вид

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & i & \dots & n \\ 1 & 2 & \dots & i & \dots & n \end{pmatrix}.$$

На множестве подстановок из n элементов можно определить бинарную операцию умножения:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & i & \dots & n \\ x_1 & x_2 & \dots & x_i & \dots & x_n \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_n \\ y_1 & y_2 & \dots & y_n \end{pmatrix};$$

$A \times B$ определяется как отображение $i \rightarrow x_i \rightarrow y_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$).

Пример

Пусть

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 4 & 1 & 3 \end{pmatrix},$$

$$Q = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

Тогда

$$P \cdot Q = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 1 & 2 & 4 \end{pmatrix}, Q \cdot P = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}. \blacksquare$$

Операция умножения является не коммутативной, но ассоциативной. Множество подстановок, очевидно, образует группу. Для каждого элемента существует обратный, а в качестве единицы принимается тождественная подстановка.

Именно подстановки являются наиболее старым и известным способом шифрования. Еще в I веке до нашей эры Гай Юлий Цезарь применял подобный шифр. Схема такого шифрования описывается как подстановка

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & 33 \\ 4 & 5 & 6 & \dots & 3 \end{pmatrix}$$

применительно к русскому алфавиту. Это отображение

$$i \rightarrow (x + 3) \pmod{33}, i = 1, 2, \dots, 33.$$

Юлий Цезарь использовал подстановку, использующую сдвиг букв алфавита на 3 позиции. Разумеется, сдвиг может быть осуществлен на любое число позиций в пределах мощности алфавита [9]. Сдвиг может быть переменным и использоваться как ключевая система [10].

В работе [5] приводятся примеры из литературы, оживляющие изложение этого раздела для студентов: В.А. Каверин «Исполнение желаний» — студент Николай Трубачевский расшифровывает десятую главу «Евгения Онегина» А.С. Пушкина; А.Н. Толстой «Петр Первый» — разбойники общаются на секретном языке «Тарабарщина»; А.Н. Рыбаков «Кортик» — директор школы Алексей Иванович расшифровывает мудрую литорею (древнерусский шифр), с помощью которой в ножнах и кортике записывается фраза «Сим гадом завести часы»; упоминаются также рассказы Эдгара По «Золотой жук» и А. Конан Дойля «Пляшущие человечки». В последних двух рассказах герои, занимающиеся расшифровкой тайнописи, учитывают статистические характеристики открытых текстов и соответствующих им шифртекстов.

Подстановки часто используются в качестве узлов современных криптосхем. При этом основное требование к подстановке — «хорошее перемешивание» знаков входа (первой строки подстановки) при отображении. Это позволяет защитить криптосхему от попыток использовать статистические (частотные) характеристики открытого текста. Одно из таких требований для подстановки

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & i & \dots & j & \dots & n \\ x_1 & x_2 & \dots & x_i & \dots & x_j & \dots & x_n \end{pmatrix} —$$

добиться возможно меньшего числа пар (прообраз — образ)

$$\begin{pmatrix} i \\ x_i \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} j \\ x_j \end{pmatrix} \quad (i \rightarrow x_i, j \rightarrow x_j),$$

удовлетворяющих условию

$$(x_i - i) \pmod{n} = (x_j - j) \pmod{n}.$$

Кстати, с точки зрения этого требования подстановка шифра Гай Юлия Цезаря является очень слабой.

В работе [11] предлагается математическая модель выбора подстановки, удовлетворяющей вышеуказанному требованию.

Для этой модели предлагается построить матрицу $C = \|c_{ijkl}\|$ размером $n^2 \times n^2$, где

$$c_{ijkl} = \begin{cases} 1, & \text{если выполняется условие} \\ & (i \rightarrow j), (k \rightarrow l), (j - i) \pmod{n} = \\ & = (l - k) \pmod{n}, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Требуется решить квадратичную задачу о назначениях

$$\sum_{i,j,k,l=1}^n c_{ijkl} x_{ij} x_{kl} \rightarrow \min \quad (5)$$

при условиях:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (7)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ или } 1, \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n. \quad (8)$$

Решение задачи (5)–(8) достаточно трудоемко при относительно больших значениях n . Однако возможно решать задачу приближенно, применяя схему метода ветвей и границ, где нижние оценки для ветвей могут быть получены с помощью решения линейных задач о назначениях при выборе для ветви фиксированного набора назначений вида $i \rightarrow j$ [11, 16]. Для линейных задач условие (8) может быть заменено на $x_{ij} \geq 0$.

Остается заметить, что подстановка определяется при решении задачи (5)–(8) как подстановочная матрица

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nn} \end{pmatrix},$$

элементы которой принимают значения 0 и 1 при условиях (6), (7), т. е. в каждой строке и в каждом столбце такой матрицы находится только одна единица (остальные элементы нулевые).

При изучении множества подстановок студенту не требуется дополнительных специальных

знаний. Понятие подстановки, операция умножения — этого достаточно, чтобы решать подстановочные уравнения и проводить первичный анализ подстановочных узлов криптосхем. Все это доступно первокурснику. Впоследствии на старших курсах по алгебраическим дисциплинам студентам предстоит познакомиться с симметрической группой (группой подстановок), изучить линейное программирование и дискретную математику.

Выводы

Рассмотренные авторами модели являются полезными приложениями прикладной части курса высшей математики и обеспечены необходимым математическим аппаратом. Этот материал расширяет представление о перспективах работы выпускника высшего учебного заведения.

Список литературы

- [1] Lester Hill. Cryptography in an Algebraic Alphabet // *The American Mathematical Monthly*, v. 36, June-July, 1929, pp. 306–312.
- [2] Lester Hill. Concerning Certain Linear Transformation Apparatus of Cryptography // *The American Mathematical Monthly*, 1931, v. 37, March, pp. 135–154.
- [3] David Kahn. *The Codebreakers: The Comprehensive History of Secret Communication from Ancient Times to the Internet*. New York: Scribner, 1966, pp. 405–723.
- [4] Ласковая Т.А., Рыбников К.К., Чернобровина О.К., Чернышова А.Г. Об истории развития основных математических принципов криптографии и их иллюстративном значении при преподавании математических дисциплин // *Труды XII Международных Колмагоровских чтений*. Ярославль: РИО ЯГПУ, 2015. С. 296–400. 459 с.
- [5] Рыбников К.К. Введение в дискретную математику и теорию решения экстремальных задач на конечных множествах. М.: Гелиос АРВ, 2010, 320 с.
- [6] Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В. *Основы криптографии*. М.: Гелиос АРВ, 2002. С. 115–119. 481 с.
- [7] Гомес Ж. *Математики, шпионы и хакеры. Кодирование и криптография*. М.: Де Агостини, 2014. 144 с.
- [8] Бабаш А.В., Шанкин Г.П. *Криптография*. М.: СОЛОН-Р, 2002. 512 с.
- [9] Черчхауз Р. *Коды и шифры. Юлий Цезарь, «Энигма» и Интернет*. М.: Весь мир, 2007. 263 с.
- [10] Земор Ж. *Курс криптографии. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», ИКИ, 2006. 256 с.*
- [11] Рыбников К.К. Прикладные аспекты использования одного приближенного метода решения квадратичной

- задачи о назначениях // *Обозрение прикладной и промышленной математики*, 2004. Т. 11. Вып. 3. С. 582–583.
- [12] Никонов В.Г., Рыбников К.К. Применение полиэдральных методов в прикладных математических задачах, сводящихся к анализу и решению систем линейных неравенств // *Вестник МГУЛ–Лесной Вестник*, 2003. № 1(26). С. 81–85.
 - [13] Рыбников К.К. Приближенные методы настройки формального нейрона для решения задачи распознавания двух векторных массивов // *Обозрение прикладной и промышленной математики*, 2009. Т. 16. Вып. 2. С. 380–382.
 - [14] Ласковая Т.А., Рыбников К.К., Чернобровина О.К. О реализации универсальных двоичных узлов преобразования в электронных схемах комплексом формальных нейронов // *Обозрение прикладной и промышленной математики*, 2011. Т. 18. Вып. 2. С. 295–297.
 - [15] Ласковая Т.А., Рыбников К.К., Чернобровина О.К. История развития методов анализа полиэдральных математических моделей // *Труды X Международных Колмагоровских чтений*. Ярославль: ЯГПУ, 2012. С. 188–191.
 - [16] Кирилина Т.Ю., Рыбников К.К., Чернышова А.Г. Задачи о назначениях как математические модели принятия управленческих решений и определения оценок рейтинга в социологических исследованиях рабочих коллективов // *X Ковалевские чтения «Россия в современном мире: взгляд социолога»: материалы научно-практической конференции*. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет, 13–15 ноября 2015 г. / Отв. ред. Ю.В. Асочаков. СПб.: Скифия-принт, 2015. С. 42–48.
 - [17] Рыбников К.К., Ласковая Т.А. К истории развития теории решения систем линейных неравенств в XIX веке // *Современная математика и математическое образование, проблемы истории и философии математики: материалы Межд. научной конференции, Тамбов, ТГУ им. Г.Р.Державина, 22.04–25.04 2008 г.* Тамбов: ТГУ. С. 155–157.
 - [18] Рыбников К.К., Чернобровина О.К. Математическая подготовка инженеров космической отрасли на базе Московского лесотехнического института. Страницы истории (к 50-летию отечественной пилотируемой космонавтики) // *Труды IX Международных Колмагоровских чтений*. Ярославль: ЯГПУ, 2011. С. 309–311.
 - [19] Рыбников К.К., Чернобровина О.К. О некоторых принципах построения учебного курса «Дискретная математика» для студентов инженерных специальностей // *Труды IX Международных Колмагоровских чтений*. Ярославль: ЯГПУ, 2011. С. 311–313.
 - [20] Рыбников К.К. Элементы численного дискретного анализа в подготовке преподавателей математики. Связь непрерывного и дискретного // *Гуманитаризация среднего и высшего математического образования: методология, теории и практика: материалы Всероссийской научной конференции*. Ч. 2. Саранск: МГПИ, 2002. С. 132–135.

Сведения об авторах

Ласковая Татьяна Алексеевна — старший преподаватель кафедры математического моделирования МГТУ им. Н.Э. Баумана, talaskovy@mail.ru

Рыбников Константин Константинович — канд. физ.-мат. наук, доцент, директор ООО «Полиэдр», kkrubnikov@mail.ru

Чернобровина Ольга Константиновна — старший преподаватель кафедры информационно-измерительных систем и технологии приборостроения МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), olga@mgul.ac.ru

Поступила в редакцию 21.12.2018.

Принята к публикации 25.04.2019.

ON SOME POSSIBILITIES OF SUPPORTING THE READING OF THE CLASSICAL COURSE OF ALGEBRA WITH REAL APPLICATIONS IN THE FIELD OF CRYPTOGRAPHY FOR STUDENTS OF JUNIOR COURSES OF TECHNICAL UNIVERSITIES

T.A. Laskovaya¹, K.K. Rybnikov², O.K. Chernobrovina³

¹BMSTU, 5, Block 1, 2nd Baumanskaya st., 105005, Moscow, Russia

²«POLYEDR», Open Highway, 20, Moscow, 107143, Russia

³BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

talaskovy@mail.ru

One of the important aspects of the program of teaching traditional basic courses of higher mathematics for students of technical universities is the task of supporting these courses with real practical applications. Only in this case, future engineers will feel the applied perspective of the mathematical apparatus, which they master in the learning process. This task is quite difficult as the theoretical background of junior students is very poor. The authors propose to use in teaching the course of higher algebra in the first place examples from the field of cryptography, for which, as a rule, enough material of the first course (and even the first semester!). These are, for example, Leicester hill cipher, substitutions and approaches to the analysis of the structure of formal neurons.

Keywords: the hill cipher, substitution, assignment problem

Suggested citation: Laskovaya T.A., Rybnikov K.K., Chernobrovina O.K. *O nekotorykh vozmozhnostyakh soprovozhdeniya chteniya klassicheskogo kursa algebrы real'nymi prilozheniyami iz oblasti kriptografii dlya studentov mladshikh kursov tekhnicheskikh universitetov* [On some possibilities of supporting the reading of the classical course of algebra with real applications in the field of cryptography for students of junior courses of technical universities]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 114–120. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-114-120

References

- [1] Lester Hill. Cryptography in an Algebraic Alphabet // *The American Mathematical Monthly*, v. 36, June-July, 1929, pp. 306–312.
- [2] Lester Hill. Concerning Certain Linear Transformation Apparatus of Cryptography // *The American Mathematical Monthly*, 1931, v. 37, March, pp. 135–154.
- [3] David Kahn. *The Codebreakers: The Comprehensive History of Secret Communication from Ancient Times to the Internet*. New York: Scribner, 1966, pp. 405–723.
- [4] Laskovaya T.A., Rybnikov K.K., Chernobrovina O.K., Chernyshova A.G. *Ob istorii razvitiya osnovnykh matematicheskikh printsipov kriptografii i ikh illyustrativnom znachenii pri prepodavanii matematicheskikh distsiplin* [The story of the development of the basic mathematical principles of cryptography and their illustrative value in teaching mathematical disciplines]. *Trudy XII Mezhdunarodnykh Kolmogorovskikh chteniy* [Proceedings of the XII International Kolmogorovsky readings], Yaroslavl: RIO YGPU, 2015, pp. 296–400. 459 p.
- [5] Rybnikov K.K. *Vvedenie v diskretnuyu matematiku i teoriyu resheniya ekstremal'nykh zadach na konechnykh mnozhestvakh* [Introduction to discrete mathematics and theory for solving extremal problems on finite sets]. Moscow: Gelios ARV, 2010, 320 p.
- [6] Alferov A.P., Zubov A.Yu., Kuz'min A.S., Cheremushkin A.V. *Osnovy kriptografii* [Fundamentals of cryptography], 2nd ed. Moscow: Gelios ARV, 2002, pp. 115–119, 481 p.
- [7] Gomes Zh. *Matematiki, shpiony i khakery. Kodirovanie i kriptografiya* [Maths, spies and hackers. Encryption and cryptography]. Moscow: De Agostini, 144 p.
- [8] Babash A.V., Shankin G.P. *Kriptografiya* [Cryptography]. Moscow: SOLON-R, 2002, 512 p.
- [9] Cherkhkhauz R. *Kody i shifry. Yuliy Tsezar', «Enigma» i Internet* [Codes and ciphers. Julius Caesar, Enigma and the Internet]. M.: Ves' mir, 2005, 263 p.
- [10] Zemor Zh. *Kurs kriptografii* [Cryptography course]. Izhevsk: NITs «Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika», IKI, 2006, 256 p.
- [11] Rybnikov K.K. *Prikladnye aspekty ispol'zovaniya odnogo priblizhennogo metoda resheniya kvadrachnoy zadachi o naznacheniyakh* [Applied aspects of using one approximate method for solving a quadratic assignment problem] *Obozrenie prikladnoy i promyshlennoy matematiki* [Review of applied and industrial mathematics], 2004, t. 11, v. 3, pp. 582–583.
- [12] Nikonov V.G., Rybnikov K.K. *Primenenie poliedral'nykh metodov v prikladnykh matematicheskikh zadachakh, svodyashchikhsya k analizu i resheniyu sistem lineynykh neravenstv* [Application of polyhedral methods in applied mathematical problems, which are reduced to the analysis and solution of systems of linear inequalities]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2003, no. 1 (26), pp. 81–85.
- [13] Rybnikov K.K. *Priblizhennyye metody nastroyki formal'nogo neyrona dlya resheniya zadachi raspoznavaniya dvukh vektornykh massivov* [Approximate methods for setting up a formal neuron for solving the problem of recognizing two vector arrays]. *Obozrenie prikladnoy i promyshlennoy matematiki* [Review of applied and industrial mathematics], 2009, t. 16, v. 2, pp. 380–382.
- [14] Laskovaya T.A., Rybnikov K.K., Chernobrovina O.K. *O realizatsii universal'nykh dvoichnykh uzlov preobrazovaniya v elektronnykh skhemakh kompleksom formal'nykh neyronov* [On the implementation of universal binary transformation nodes in electronic circuits by a complex of formal neurons]. *Obozrenie prikladnoy i promyshlennoy matematiki* [Review of applied and industrial mathematics], 2011, t. 18, v. 2, pp. 295–297.
- [15] Laskovaya T.A., Rybnikov K.K., Chernobrovina O.K. *Istoriya razvitiya metodov analiza poliedral'nykh matematicheskikh modeley* [History of development of methods of analysis of polyhedral mathematical models] [Proceedings of the X International Kolmogorov readings: Collection of articles]. Yaroslavl: YAGPU, 2012, p. 188–191.

- [16] Kirilina T.Yu., Rybnikov K.K., Chernyshova A.G. *Zadachi o naznacheniakh kak matematicheskie modeli prinyatiya upravlencheskikh resheniy i opredeleniya otsenok reytinga v sotsiologicheskikh issledovaniyakh rabochikh kollektivov* [The problem of assignments as a mathematical model in managerial decisions and determine ranking in sociological studies of work teams]. X Kovalevskie chteniya «Rossiya v sovremennom mire: vzglyad sotsiologa»: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii [The Tenth Kovalevskie reading. Materials of scientific-practical conference]. Sankt-Peterburg, Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet, November 13–15, 2015. Ed. Yu.V. Asochakov. Sankt-Peterburg: Skifiya-print, 2015, 248 p.
- [17] Rybnikov K.K., Laskovaya T.A. *K istorii razvitiya teorii resheniya sistem lineynykh neravenstv v XIX veke* [The history of the theory of solving systems of linear inequalities in the XIX century]. *Sovremennaya matematika i matematicheskoe obrazovanie, problemy istorii i filosofii matematiki* [Modern mathematics and mathematical education, problems of history and philosophy of mathematics] Inter. scientific conference, Tambov, TSU them. G. R. Derzhavina, 22.04–25.04 2008), p. 155–157.
- [18] Rybnikov K.K., Chernobrovina O.K. *Matematicheskaya podgotovka inzhenerov kosmicheskoy otrasli na baze Moskovskogo lesotekhnicheskogo instituta. Stranitsy istorii (k 50-letiyu otechestvennoy pilotiruемой kosmonavtiki)* [Mathematical training of engineers of space branch on the basis of the Moscow forest engineering Institute. Pages of history (to the 50th anniversary of the national manned cosmonautics)]. *Trudy IX Mezhdunarodnykh Kolmogorovskikh chteniy* [Proceedings of IX International Kolmogorov readings: Collection of articles]. Yaroslavl: YAGPU, 2011, pp. 309–311.
- [19] Rybnikov K.K., Chernobrovina O.K. *O nekotorykh printsipakh postroeniya uchebnogo kursa «Diskretnaya matematika» dlya studentov inzhenernykh spetsial'nostey* [About some principles of construction of a training course «Discrete mathematics» for students of engineering specialties]. *Trudy IX Mezhdunarodnykh Kolmogorovskikh chteniy* [Proceedings of IX International Kolmogorov readings: Collection of articles]. Yaroslavl: AGPU, 2011, pp. 311–313.
- [20] Rybnikov K.K. *Elementy chislennogo diskretnogo analiza v podgotovke prepodavateley matematiki. Svyaz' nepreryvnogo i diskretnogo* [Elements of numerical discrete analysis in the training of teachers of mathematics. Communication of continuous and discrete] *Gumanitarizatsiya srednego i vysshego matematicheskogo obrazovaniya: metodologiya, teorii i praktika: materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii* [Proceedings of the all-Russian scientific conference «Humanitarization of secondary and higher mathematical education: methodology, theory and practice»], P. 2. Saransk: MGPI, 2002, pp. 132–135.

Authors' information

Laskovaya Tat'yana Alekseevna — Senior Lecturer at the Department of Mathematical Modeling of the BMSTU, talaskovy@mail.ru

Rybnikov Konstantin Konstantinovich — Cand. Sci. (Phys.-Mat.), Associate Professor, Director of Polyedr, kkrbybnikov@mail.ru

Chernobrovina Ol'ga Konstantinovna — Senior Lecturer at the Department of Information Measuring Systems and Instrument Engineering Technologies of the BMSTU (Mytishchi branch), olga@mgul.ac.ru

Received 21.12.2018.

Accepted for publication 25.04.2019.

РОЛЬ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Г.А. Аминова, А.Д. Солодова

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

aminovaga@mati.ru

Рассматриваются проблемы становления и развития малого бизнеса на современном этапе. Стоит заметить, что эти проблемы неоднократно обсуждались в научной литературе. Известно, какую роль играет малый бизнес (МБ) в экономике развитых стран. В России малый бизнес развивается медленными темпами, в основном в сфере инфраструктуры. Впервые поднимается вопрос о необходимости МБ в обрабатывающей промышленности, прежде всего в машиностроении. Это особенно важно на современном этапе в условиях санкций, нестабильной международной экономической ситуации и импортозамещения, когда российским предприятиям практически недоступен рынок комплектующих изделий. Как показывает опыт развитых стран, функции производства комплектующих изделий вполне успешно можно передать малым предприятиям, которые создаются вокруг крупных производств. Такое объединение, несомненно, является успешным. Малый бизнес приобретает постоянный рынок заказов, гарантии кредитов, дешевую аренду помещений, квалифицированные кадры и т. п. Развитие научно-технического прогресса также позволяет МБ осуществлять производство на новой технологической основе. Крупные же производства при этом освобождаются от несвойственных им задач, а уделяют все внимание сборке основного продукта. Выигрывают обе стороны. При этом сохраняется качество продукции, происходит снижение издержек производства, определяются направления, в которых необходимо двигаться, создается устойчивое положение малого бизнеса на рынке. Следует отметить, что решение этих вопросов невозможно без системной государственной поддержки.

Ключевые слова: малый и средний бизнес, обрабатывающая промышленность, машиностроение, малое предпринимательство, инновации, государственная поддержка МСБ

Ссылка для цитирования: Аминова Г.А., Солодова А.Д. Роль малого и среднего бизнеса в обрабатывающей промышленности // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 3. С. 121–125.
DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-121-125

Обеспечение стабильного развития и повышение эффективности национальной экономики во многом зависит от малого бизнеса. Организационно-правовыми формами малого предпринимательства считаются в основном индивидуальные мелкие и средние частные различные трудовые кооперации с дополнительной ответственностью.

Малое предпринимательство возникло задолго до нашей эры и сохранило свою форму до наших дней [1]. Исторически его прототипом было простое товарное производство и товарно-денежный обмен мелких товаропроизводителей: кустарей и ремесленников, мелких торговцев и ростовщиков.

Цель работы

Цель работы — проанализировать текущее положение малого бизнеса в сфере обрабатывающей промышленности (машиностроении) и рекомендовать пути его улучшения.

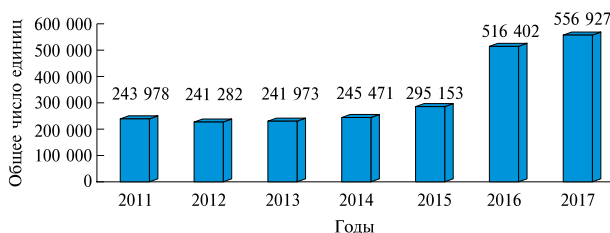
Материалы и методы

Значение малого бизнеса в действующей рыночной экономике очень велико. В структуре национального валового продукта многих развитых стран мира на долю малого бизнеса приходится до 60 % внутреннего национального продукта (ВНП).

Сейчас существует немало сфер бизнеса, где малые размеры предпринимательства оказываются наиболее предпочтительными и эффективными, например, в сфере обслуживания, ремонта и т. п. Вот почему во многих странах мира наблюдается рост малого и среднего предпринимательства, особенно там, где не требуется значительных капиталовложений, больших объемов производства, но требуется высокое искусство, профессиональное мастерство. Так, к примеру, в США именно малые и средние предприятия разрабатывают и внедряют в производство около половины всех нововведений в экономике, относящихся к сфере научно-технического прогресса. В свою очередь, в Западной Европе примерно половина продукции обрабатывающей промышленности изготавливается на мелких и средних предприятиях. В Индии и Японии число малых предприятий (МП) превышает 10 млн. Оперативно реагируя на сигналы рынка, они проявляют необходимую гибкость, способствуют значительному насыщению рынка потребительскими товарами и услугами и более полному удовлетворению местного рынка [2].

К сожалению, в России роль малого бизнеса преуменьшается, особенно в таком стратегическом задании, как модернизация экономики.

Достаточно будет привести данные о том, что в машиностроении, прежде всего в обрабатывающей промышленности, у нас функционирует всего лишь 15–16 % всех действующих МП [3]. Динамика изменений количества МП в России представлена на рисунке. Однако нельзя утверждать, что в России для улучшения ситуации с развитием МП совсем ничего не предпринимается. Усиление роли малого бизнеса в обрабатывающей промышленности предусмотрено документом «Стратегия развития малого и среднего предпринимательства до 2030 года». Цель Стратегии — развитие сферы малого и среднего предпринимательства как одного из факторов инновационного развития страны и улучшения отраслевой структуры экономики.



Динамика количества малых и микропредприятий в России
Dynamics of the number of small and micro enterprises in Russia

Стратегия направлена на создание конкурентоспособной, гибкой и адаптивной экономики, которая обеспечивает высокий уровень индивидуализации товаров и услуг, высокую скорость технологического обновления и стабильную занятость [4].

Трудности с воплощением в жизнь всех поставленных задач возникают только из-за введения все новых санкций со стороны стран ЕС и США, при которых МП в России обладает низким уровнем конкурентоспособности.

Этот уровень обычно говорит не только о малоэффективной государственной поддержке, но и об использовании устаревших технологий, низких расходах на НИОКР, ограничениях по доступу к капиталу, отсутствию транспарентности и, в конце концов, о недостатке профессионализма.

Стимулирующим фактором в развитии МБ зачастую является налоговая политика государства [5]. Ее суть состоит в поэтапном снижении предельных ставок налогов, соблюдении прогрессивности налогообложения при достаточно узкой налоговой базе и широкой сфере применения налоговых льгот. Помимо этого, государство должно обратить пристальное внимание на банковское финансирование предпринимателей, которые инвестировали в проекты высокотехнологичных отраслей экономики, ведь кредитование стартап-проектов в этой области очень ограничено.

Именно поэтому необходимо придать государственной политике по отношению к малому

бизнесу системный характер. И приоритетные векторы развития для малого и среднего бизнеса (МСБ) должны быть определены не только решением внутренних проблем в данной области, но и, в первую очередь, его ролью в экономическом развитии страны на многолетнюю перспективу.

Общая стратегия господдержки МСБ должна концентрироваться на:

- обеспечении благоприятной рыночной среды;
- улучшении производственной и социальной инфраструктуры;
- мотивации к интеграции субъектов МСБ на базе технологического и кадрового совершенствования;
- осуществлении непрерывной всеобъемлющей селективной поддержки ориентированных на экспорт производств.

Следует заметить, что малое предпринимательство — необходимый элемент рыночной экономики, позволяющий решать важные социально-экономические задачи. К ряду основных его преимуществ можно отнести:

- обеспечение необходимой мобильности в условиях рынка, создание глубокой специализации и кооперации, без которых немыслима его высокая эффективность;
- способность не только быстро заполнять ниши, образующиеся в потребительской сфере, но и сравнительно быстро окупаться;
- создание атмосферы конкуренции;
- создание той среды и духа предпринимательства, без которых рыночная экономика невозможна [6].

Абсолютно точно можно еще сказать, что мелкие и средние предприятия играют заметную роль в занятости, производстве отдельных товаров, исследовательских, научно-производственных разработках и инновациях.

Малые предприятия в промышленности, с учетом обрабатывающей, — это производства с численностью работников до 100 человек. То есть это достаточно мощные организации, способные не только обеспечивать выпуск конкурентоспособной продукции для потребления внутри страны, но и стать реальными участниками мировых рынков инновационной продукции. Представим только, насколько выгоднее было бы передать комплектующие малому бизнесу [7].

В самом начале экономического кризиса и введения санкций против Российской Федерации самой острой темой было импортозамещение. В основном это касалось сферы машиностроения, авиастроения, потому как именно здесь наблюдалась наиболее высокая зависимость от иностранных комплектующих.

К примеру, гордость российского авиапрома Sukhoi Superjet 100 включает российские, американские и французские комплектующие.

А что касается бортовой электроники, кислородной системы, интерьера и системы шасси, то они на 100 % состоят их импортных комплектов. Теперь же в серийное производство будет запущен инновационный двигатель марки ПД-14. При этом отечественными инженерами уже разработана и более мощная модификация двигательного агрегата марки ПД-18Р [8].

Малый бизнес также может запустить успешное производство комплектующих, аналогичных импортным, заметно разгрузив крупные заводы и большие предприятия [9]. Главное выявить, какой продукт, какого качества и цены востребован на сегодняшний день.

От такого сотрудничества МБ и крупных представителей сферы бизнеса выиграют обе стороны. Для больших предприятий плюсом может быть, например, передача в аренду МСБ неиспользуемых площадей, а для малых — возможность использования маркетинговых исследований и получение наиболее актуальной информации о достижениях в научно-техническом прогрессе (НТП).

Результаты и обсуждение

Безусловно, рывком в развитии малого бизнеса в обрабатывающей промышленности будет являться количество привнесенных им инноваций. Во-первых, это станет отличной возможностью для массового экспорта наших изделий (на данный момент Россия экспортирует за рубеж преимущественно углеводороды — нефть и газ). Во-вторых, существенно сократятся издержки производства тех или иных комплектующих [10].

Также МСБ стоит обратить внимание на IT-решения, связанные с проектированием оборудования в области машиностроения, применением имитационного моделирования и 3D инженерного анализа. Это значительно повысит производительность труда и позволит исключить ряд ошибок в ходе разработки и эксплуатации тех или иных машин.

Если говорить об обрабатывающей промышленности, то отдельное внимание стоит уделить металлообработке, так как эта сфера напрямую связана с машиностроением [11].

Среди перспективных и приобретаемых все большую популярность методик и технологий в области металлургии и металлообработки, стоит выделить газотермическое напыление, которое использует керамические, металлические и композитные виды покрытия, а также плазменные модификации, повышающие прочность материалов перед коррозионными процессами и упрочняющие покрытие вакуумного типа, плазменное напыление высокочастотной категории и т. д. [12].

Использование лазера в металлообработке открывает практически безграничные возможности. Лазер позволяет максимально точно и экономно раскроить любой металл независимо от его технических характеристик. Одним из основных его преимуществ является безопасность использования [13].

В настоящее время достаточно остро стоит проблема усиления деформационной способности металлов. Особенно актуален вопрос для наноструктурных сплавов и малопластичных соединений, которые используются для изготовления проволоки, листа, поковок, полос, фольги и других изделий малого сечения [14].

Для стимулирования развития и внедрения инноваций в области машиностроения кардинальному изменению необходимо подвергнуть существующую систему разрешений, создающую «высокие» административные барьеры для бизнеса. Для этого необходимо:

- оптимизировать лицензионно-разрешительную систему через сокращение разрешительных документов, не влияющих на обеспечение безопасности от высоких рисков, дублирующих разрешения, а также перевести на уведомительный порядок разрешения, не связанные с прямой угрозой для жизни и здоровья людей, носящие информационный характер и необходимые для мониторинга определенной сферы;

- обеспечить качественное изменение разрешительного законодательства, которое должно опираться на новые принципы, основанные на определении исчерпывающего перечня всех разрешений в Едином законе, с разделением их на категории по степени экономической безопасности бизнеса и соответственно с дифференциацией условий и порядка выдачи;

- оптимизировать бизнес-процессы сохраненных разрешительных документов.

Результатом реформы должны стать: законодательное закрепление понятий всех видов разрешений; исчерпывающий перечень разрешительных документов; категоризация всех разрешительных документов; четкая регламентация порядка введения новых разрешительных документов.

Одним из способов снижения административного давления на бизнес является развитие элементов «электронного правительства» [15]. Для этого необходимо обеспечить широкое предоставление государственных услуг через применение информационных технологий и полный перевод выдачи разрешений в электронный формат [16].

Выводы

Дальнейшее и широкое развитие малого и среднего бизнеса, прежде всего в обрабатывающей промышленности, должно стать одним из

важнейших направлений экономической политики государства. Общая стратегия господдержки МСБ должна концентрироваться на:

- обеспечении благоприятной рыночной среды;
- улучшении производственной и социальной инфраструктуры;
- мотивации к интеграции субъектов МСБ на базе технологического и кадрового совершенствования;
- осуществлении непрерывной селективной поддержки ориентированных на экспорт производств.

Список литературы

- [1] Малое и среднее предпринимательство в России // Статистический сборник / ред. А.Л. Кевеш. М.: Росстат, 2017. 78 с.
- [2] Аминова Г.А., Каширин В.В., Воронин А.П. Предпринимательство: теория и практика. М.: МАТИ, 2012. С. 297–300.
- [3] Солодова А.Д., Новиков С.В. Главные тренды в авиационной отрасли: цифровая экономика и новые технологии // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки, 2018. № 5. С. 276–278.
- [4] Аминова Г.А., Тихонов Г.В. Организация и управление инновационно-инвестиционной деятельностью в малом бизнесе // Вестник Московского авиационного института, 2017. Т. 24. № 1. С. 201–206.
- [5] Тихонов Г.В. Современное развитие малых и средних предприятий в отечественной промышленности. М.: АНО МИИР, 2016. 56 с.
- [6] Аминова Г.А., Тихонов Г.В. Место России в мировой экономике. Ржев: Филиал АО «Тверская типография» Ржевская типография, 2017. 212 с.
- [7] Сорокин А.Е., Новиков С.В. Некоторые особенности управления инновационной деятельностью в странах ЕС и США // Инновации, 2018. № 6. С. 84–91.
- [8] Новиков С.В. Вопросы импортозамещения при формировании научно-технологических приоритетов исследований и разработок // Экономика и предпринимательство, 2018. № 9. С. 167–171.
- [9] Тихонов Г.В. Методика адаптации малых и средних предприятий России к кризисным условиям // Вестник Московского авиационного института, 2017. Т. 24, № 3. С. 236–240.
- [10] Пушкарева М.Б. Концептуальные основы стратегического маркетингового планирования при управлении инновационно-инвестиционной деятельностью промышленных организаций // Экономика и управление в машиностроении, 2014. № 2. С. 5–8.
- [11] Сулягин В.Ю., Беспалов М.В., Черкашнев Р.Ю. Финансовая среда предпринимательства. М.: ИНФРА-М, 2015. 272 с.
- [12] Тактаров Г.А. Финансовая среда предпринимательства и предпринимательские риски. М.: КноРус, 2013. 184 с.
- [13] Филиппов Ю.В., Авдеева Т.Т. Основы развития местного хозяйства. М.: Логос, 2015. 974 с.
- [14] Фирсова О.А. Управление рисками организаций. М.: МАБИВ, 2012. 457 с.
- [15] Черняк В.З. История предпринимательства. М.: Юнити-Дана, 2015. 608 с.
- [16] Чепуренко А.Ю. Малый бизнес в рыночной среде. М.: Издательский дом Московского международного университета, 2009. 324 с.

Сведения об авторах

Аминова Галина Александровна — канд. экон. наук, доцент кафедры 507 «Экономическая теория» Московского авиационного института, aminovaga@mati.ru

Солодова Анастасия Дмитриевна — ассистент кафедры 516 «Энергетический сервис и управление энергосбережением» Московского авиационного института, solodo-nastya@mail.ru

Поступила в редакцию 26.01.2019.

Принята к публикации 11.03.2019.

ROLE OF SMALL BUSINESS IN MANUFACTURING INDUSTRY

G.A. Aminova, A.D. Solodova

Moscow Aviation Institute (National Research University), 4, Volokolamskoe shosse, 125993, Moscow, Russia
aminovaga@mati.ru

This research article discusses the problems of the formation and development of small business at the present stage. It is worth noting that these problems have been repeatedly discussed in the scientific literature. We know what role small business (SB) plays in the economies of developed countries. Unfortunately, in Russia, small business is developing at a slow pace and mainly in the field of infrastructure. In this paper, for the first time, the question is raised about the need for SB in the manufacturing industry, primarily in engineering. This is especially important at the present stage, in the conditions of sanctions, the unstable international economic situation and import substitution, when the Russian market is not available for components. As the experience of developed countries shows, the functions of the production of components can quite successfully be transferred to small enterprises that are created around large-scale industries. This alliance will undoubtedly be successful. A small business acquires a permanent market of orders, loan guarantees, cheap rental of premises, qualified personnel, etc. The state of scientific and technological progress also allows SB to manufacture on a new technological basis. At the same time, large-scale production is exempt from tasks inherent to them and they devote all their attention to the assembly of the main product. And those and other enterprises will win. At the same time, product quality is preserved, production costs are reduced, a stable position of small business in the market is created. It should be noted that the solution of these issues is impossible without a systemic state support, and then determine the directions in which it is necessary to move in this matter.

Keywords: small and medium business (SME), manufacturing, mechanical engineering, small business, innovation, state support of SMEs

Suggested citation: Aminova G.A., Solodova A.D. *Rol' malogo i srednergo biznesa v obrabatyvayushchey promyshlennosti* [Role of small business in manufacturing industry]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 121–125. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-121-125

References

- [1] *Maloe i srednee predprinimatel'stvo v Rossii* [Small and Medium Entrepreneurship in Russia]. Statistical Collection. Ed. A.L. Kevesh. Moscow: Rosstat, 2017, 78 p.
- [2] Aminova G.A., Kashirin V.V., Voronin A.P. *Predprinimatel'stvo: teoriya i praktika* [Entrepreneurship: theory and practice]. Moscow: MATI, 2012, pp. 297–300.
- [3] Solodova A.D., Novikov S.V. *Glavnye trendy v aviatsionnoy otrasli: tsifrovaya ekonomika i novye tekhnologii* [Major trends in the aviation industry: digital economy and new technologies]. *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki* [Humanitarian, socio-economic and social sciences], 2018, no. 5, pp. 276–278.
- [4] Aminova G.A., Tikhonov G.V. *Organizatsiya i upravlenie innovatsionno-investitsionnoy deyatelnosti v malom biznese* [Organization and management of innovation and investment activities in small business]. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta* [Bulletin of the Moscow Aviation Institute], 2017, v. 24, no. 1, pp. 201–206.
- [5] Tikhonov G.V. *Sovremennoe razvitiye malyykh i srednikh predpriyatiy v otechestvennoy promyshlennosti* [Modern development of small and medium-sized enterprises in the domestic industry]. Moscow: ANO MIIR, 2016, 56 p.
- [6] Aminova G.A., Tikhonov G.V. *Mesto Rossii v mirovoy ekonomike* [Russia's place in the global economy]. Rzhev: Filial AO «Tverskaya tipografiya» Rzhevskaya tipografiya [Branch of JSC «Tver Printing House» Rzhevskaya Printing House], 2017, 212 p.
- [7] Sorokin A.E., Novikov S.V. *Nekotorye osobennosti upravleniya innovatsionnoy deyatelnosti v stranakh ES i SShA* [Some features of innovation management in the EU and the USA]. *Innovatsii* [Innovations], 2018, no. 6, pp. 84–91.
- [8] Novikov S.V. *Voprosy importozameshcheniya pri formirovaniy nauchno-tekhnologicheskikh prioritetov issledovaniy i razrabotok* [Import substitution issues in the formation of scientific and technological research and development priorities]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and Entrepreneurship], 2018, no. 9, pp. 167–171.
- [9] Tikhonov G.V. *Metodika adaptatsii malyykh i srednikh predpriyatiy Rossii k krizisnym usloviyam* [Methods of adaptation of small and medium-sized enterprises of Russia to crisis conditions]. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta* [Bulletin of the Moscow Aviation Institute], 2017, v. 24, no. 3, pp. 236–240.
- [10] Pushkareva M.B. *Kontseptual'nye osnovy strategicheskogo marketingovogo planirovaniya pri upravlenii innovatsionno-investitsionnoy deyatelnosti v promyshlennykh organizatsiyakh* [Conceptual foundations of strategic marketing planning in the management of innovative and investment activities of industrial organizations]. *Ekonomika i upravlenie v mashinostroyeni* [Economics and Management in Engineering], 2014, no. 2, pp. 5–8.
- [11] Sutyagin V.Yu., Bepalov M.V., Cherkashnev R.Yu. *Finansovaya sreda predprinimatel'stva* [The financial environment of entrepreneurship]. Moscow: INFRA-M, 2015, 272 p.
- [12] Taktarov G.A. *Finansovaya sreda predprinimatel'stva i predprinimatel'skie riski* [The financial environment of entrepreneurship and business risks]. Moscow: KnoRous, 2013, 184 p.
- [13] Filippov Yu.V., Avdeeva T.T. *Osnovy razvitiya mestnogo khozyaystva* [Basics of local economy development]. Moscow: Logos, 2015, 974 p.
- [14] Firsova O.A. *Upravlenie riskami organizatsiy* [Risk management organizations]. Moscow: MABIV, 2012, 457 p.
- [15] Chernyak V.Z. *Istoriya predprinimatel'stva* [History of entrepreneurship]. Moscow: Unity-Dan, 2015, 608 p.
- [16] Chepurenko A.Yu. *Malyy biznes v rynochnoy srede* [Small business in a market environment]. Moscow: Izdatel'skiy dom Moskovskogo mezhdunarodnogo universiteta [Publishing House of the Moscow International University], 2009, 324 p.

Authors' information

Aminova Galina Aleksandrovna — Cand. Sci. (Economic), Associate Professor of the Department 507 «Economic theory» of the Moscow Aviation Institute, aminovaga@mati.ru

Solodova Anastasia Dmitriyevna — Assistant of the Department 516 «Energy service and energy saving management» of the Moscow Aviation Institute, solodo-nastya@mail.ru

Received 26.01.2019.

Accepted for publication 11.03.2019.