

СОДЕРЖАНИЕ

Памяти профессора кафедры почвоведения Евгения Дюльевича Сабо

Кормилицына О.В., Бондаренко В.В. Евгений Дюльевич Сабо. Поток жизни	4
Бабилов Б.В., Вомперский С.Э., Константинов В.К., Карминов В.Н., Мартыненко О.В. Заслуженному деятелю науки РФ, доктору технических наук, профессору Евгению Дюльевичу Сабо 90 лет	9
Кураев В.Н. Вклад профессора Е.Д. Сабо в академическое и университетское лесное почвоведение	11

Гидротехнические мелиорации в лесном хозяйстве и ландшафтной архитектуре

Константинов В.К. Обоснование и пути возрождения гидроресомелиорации в России	12
Пахучий В.В., Пахучая Л.М., Шевелев Д.А. Использование вегетационных индексов для целей гидроресомелиоративных исследований	17
Дробнич О.А. Особенности сохранения и реставрации водных элементов в произведениях садово-паркового и ландшафтного искусства	24
Морозова В.С. Зависимость роста декоративных растений от факторов окружающей среды	34
Сабо Е.Д., Морозова В.С., Карминов В.Н., Мартыненко О.В. Влияние параметров орошения на рост и развитие однолетних цветочных растений (на примере рода <i>Tagetes</i>)	40
Карминов В.Н., Морозова В.С., Сабо Е.Д., Мартыненко О.В., Васильев С.Б. Режимы орошения. Эффективность и оптимизация	48
Есипова В.А., Куклина Т.Э., Фролова В.А. Возможности знакомства с редкими изданиями как средство формирования общекультурных и общепрофессиональных компетенций у обучающихся по направлению ландшафтная архитектура	55

Почвоведение и экология

Булгаков Д.С., Рожков В.А. О выделении почвенно-климатических ареалов на территории России для целей лесного хозяйства	78
Кормилицына О.В., Бондаренко В.В. Мониторинг состояния почвенно-грунтовых условий озелененных территорий	86
Лебедева Г.С., Кормилицына О.В., Латанов А.А., Бондаренко В.В. Влияние физической деградации городских почв на состояние зеленых насаждений	90
Бондаренко В.В., Кормилицына О.В., Коолен Д. Определение индекса листовой поверхности на основе анализа цифровых изображений кроны и его использование для оценки категорий состояния деревьев	94
Рыкова Т.В., Мартынюк А.А. Обоснование допустимых выпадений тяжелых металлов на сосновые экосистемы в полевом эксперименте	99
Котов А.А. Результаты лабораторных исследований потерь препарата из материала покрытия рабочего органа машины для контактного нанесения пестицида	105
Максимова А.Н., Мартыненко О.В., Карминов В.Н., Онтиков П.В., Минаков Н.М. Возможности ГИС-технологий для рационального использования лесных почв	112
Васильев С.Б., Родин А.Р. Теоретические и практические аспекты рекультивации техногенных ландшафтов	118
Майорова Е.И., Гончарук Н.Ю. Почвенные условия формирования Южнотаежных ельников	123

Селекция и интродукция растений

Коновалов В.В., Махрова Т.Г., Романовский М.Г. Ивантеевские культуры Карельской березы	129
Махрова Т.Г., Сапелин А.Ю. Древесные интродуценты в составе насаждений ВДНХ	140
Федотов Г.Н., Федотова М.Ф., Шалаев В.С., Батырев Ю.П. К вопросу о стимуляции прорастания семян с неглубоким покоем	147

Таксация и лесоустройство

Киселева В.В., Коротков С.А., Карминов В.Н., Стоноженко Л.В. О некоторых закономерностях в строении ельников Северо-Восточного Подмосковья	158
Анисочкин Г.В. Методика оценки фотосинтезирующей поверхности кроны деревьев	172
Гиряев М.Д., Аксенова К.С., Аксенов П.А. Принципы установления арендной платы за древесину, отпускаемую на корню	176
Онтиков П.В., Щепашенко Д.Г., Карминов В.Н., Дюрауер М., Мартыненко О.В. Динамика площадей древесных насаждений Московского региона за 2000–2013 годы	184

CONTENTS

In memory of professor of the department of soil science Eugene Dyulevich Sabo

Kormilicyna O.V., Bondarenko V.V. *Eugene Dyulevich Sabo – the stream of life*..... 4

Babikov B.V., Vomperskiy S.E., Konstantinov V.K., Karminov V.N., Martynenko O.V.
Honored science worker, doctor of technical sciences, professor Evgeny Dyulievich Sabo turns 90..... 9

Kuraev V.N. *The contribution of prof. E.D. Sabo in the academic and univercity forest soil science*..... 11

Hydraulic reclamation forestry and landscape architecture

Konstantinov V.K. *Substantiation and ways of reviving forest hydromelioration in Russia* 12

Pakhuchiy V.V., Pakhuchaya L.M., Shevelev D.A.
Using vegetative indexes for the forest drainage research 17

Drobnich O.A. *Features of the conservation and restoration of water features in the works of garden art and landscape culture*..... 24

Morozova V.S.
The dependence of the growth of ornamental plants from environmental factors..... 34

Sabo E.D., Morozova V.S., Karminov V.N., Martynenko O.V. *The influence of the irrigation on the growth and development of annual flower plants (on the example of the genus Tagetes)* 40

Karminov V.N., Morozova V.S., Sabo E.D., Martynenko O.V., Vasilyev S.B.
The irrigation regimes. Efficiency and optimization..... 48

Esipova V.A., Kuklina T.E., Frolova V.A. *Connection between rare books and students as an important part of education process in a landscape architecture university program* 55

Soil science and ecology

Bulgakov D.S., Rozhkov V.A. *On soil allocation and climatic areas on the territory of Russia for forestry*..... 78

Kormilicyna O.V., Bondarenko V.V. *The monitoring of soil conditions of green areas*..... 86

Lebedeva G.S., Kormilicyna O.V., Latanov A.A., Bondarenko V.V.
The influence of physical degradation of city soils on the condition of green plantings 90

Bondarenko V.V., Kormilicyna O.V., Koolen A.J. *Estimation of leaf area index using the analysis of digital images of the crown and its use for the estimation of tree state categories* 94

Rykova T.V., Martynuyk A.A.
Studies of pine phytocoenosis responses on heavy metal fallouts in field experiment..... 99

Kotov A.A. *The laboratory research results of liquid losses from a coating material of a machine working body for the contact application of planticides* 105

Maximova A.N., Martynenko O.V., Karminov V.N., Ontikov P.V., Minakov N.M.
GIS technologies for sustainable forest soil use 112

Vasilyev S.B., Rodin A.R. *Theoretical and practical aspects of recultivation of technogenic landscapes* 118

Mayorova E.I., Goncharuk N.Yu. *Soil conditions of formation of South taiga spruce*..... 123

Selection and introduction of plants

Konovalov V.V., Makhrova T.G., Romanovsky M.G. *Ivanteevsky breeds of Karelian birch* 129

Makhrova T.G., Sapelin A.Yu. *The introduced species of trees and shrubs in the plantations of VDNH*..... 140

Fedotov G.N., Fedotova M.F., Shalaev V.S., Batyrev Y.P.
To the issue of stimulation of germination of seed with shallow dormancy 147

Inventory and forest management

Kiseleva V.V., Korotkov S.V., Karminov V.N., Stonozhenko L.V.
Certain regularities in the structure of spruce forests in Northeastern Moscow area 158

Anisochkin G.V. *Technique of estimation of tree crown photosynthesizing surface* 172

Giryaev M.D., Aksenova K.S., Aksenov P.A.
Principles of rent establishment for the timber sold on the root..... 176

Ontikov P.V., Schepaschenko D.G., Karminov V.N., Durauer M., Martynenko O.V.
Dynamics of the area of tree cover in the Moscow region for the years 2000-2013 184

ЕВГЕНИЙ ДЮЛЬЕВИЧ САБО. ПОТОК ЖИЗНИ

О.В. КОРМИЛИЦЫНА, доц. каф. почвоведения МГУЛ, канд. с.-х. наук,

В.В. БОНДАРЕНКО, доц. каф. почвоведения МГУЛ, канд. биол. наук

caf-soil@mgul.ac.ru



Евгений Дюльевич Сабо 1951 г.

19 марта 2015 г. доктору технических наук, заслуженному деятелю науки, члену-корреспонденту РАЕН, профессору кафедры почвоведения Московского государственного университета леса Евгению Дюльевичу Сабо исполнилось 90 лет.

Евгений Дюльевич прошел сложный и продолжительный жизненный путь, но всегда сохранял желание познавать и улучшать окружающий мир.

Отец Евгения Дюльевича родился и получил юридическое образование в Венгрии. За участие в революционном движении был приговорен на родине к смертной казни, но по обмену на пленных венгерских офицеров в 1922 г. приехал в Россию. В СССР он окончил Институт красной профессуры по специальности «Цветная металлургия». По этой специальности и работал всю жизнь. Друзья и знакомые отца были металлургами, горняками и геологами, поэтому не случайно одной из первых книг у Евгения была «Занимательная минералогия». С огромным интересом слушал он рассказы тех, кто работал в экспедициях в разных районах страны.

Мама Евгения Дюльевича родилась в Смоленской губернии. Ее отец работал управляющим частными лесами. Высшее образование по специальности «История французской литературы» она получила в Швейцарии. Работала библиографом.

В школу Евгений поступил сразу во 2-ой класс. Учился на «отлично». Активно посещал различные кружки: оборонно-стрелковый, токарный, слесарный и столярный.

Начиная с 1 июля 1941 г., будучи еще школьником, в комсомольско-молодежной бригаде строил оборонительные укрепления под Москвой.

В октябре 1941 г. вместе с родителями Евгений Дюльевич был эвакуирован в Свердловск. Там он окончил школу и в 1942 г. поступил в Свердловский горный университет на геологоразведочный факультет, но проучился только один год. Вместе с другими студентами занимался разгрузочно-погрузочными работами на железнодорожной станции. А вечерами и ночами работал на военном заводе под Свердловском, изготавливая тару для реактивных снарядов системы залпового огня «Катюша».

Затаренные боеприпасы загружали в железнодорожные вагоны. В результате Евгений Дюльевич получил обморожение обеих рук, лечение которых продолжалось почти десять лет, но чувствительность конечностей так и не была до конца восстановлена.

В 1943 г. он вернулся в Москву, был мобилизован и направлен на восстановление сначала речного (работал в организации «Мосречпорт»), а потом и городского транспорта г. Москвы (в Октябрьском трамвайном депо токарем 4-го разряда). За работу Евгений Дюльевич получил грамоту от Московского городского Совета депутатов трудящихся.

С 1943 по 1946 гг. вместе с родителями работал на Балхашском медеплавильном заводе в отделе главного механика инженером-конструктором по приспособлениям к металлорежущим станкам с целью повышения их производительности. В его обязанности входил контроль за состоянием краевого хозяйства в металлургическом цехе. В нижней части цеха располагались медеплавильные печи и конвертеры по очищению черной меди от вредных примесей. В верхней части цеха, где находились

краны, приходилось дышать воздухом с примесью сернистого газа. Работа в таких условиях не могла продолжаться более полутора часов. В этот же период в обязанности Евгения Дюльевича входило составление необходимой технической документации для обоснования выбора оптимальных режимов обработки металлов. Работа проводилась под руководством главного механика завода и включала определение прочностных характеристик металлов, из которых были сделаны основные силовые агрегаты станков. Кроме того, составлялись многопрофильные номограммы оптимальных режимов обработки металлов и сечений металлической стружки различных видов стали. Это позволило в короткий срок использовать оборудование, полученное от союзников по «ленд-лизу».

В 1946 г., вернувшись в Москву, он поступил в Московский гидромелиоративный институт, сразу на 2-ой курс. В студенческие годы Евгений Дюльевич активно занимался научной и общественной работой, увлекался спортом. В это время он оказался перед выбором: продолжать научную деятельность либо профессионально заниматься стрелковым спортом, т. к. получил приглашение в юношескую сборную г. Москвы. Евгений Дюльевич выбрал научную деятельность. В 1948 г. был избран председателем научного студенческого общества и возглавлял его до окончания института.

С 1950 г. началась трудовая деятельность Евгения Дюльевича в системе лесного хозяйства. Он работал в Дубравном отряде комплексной научной экспедиции по вопросам ползащитного разведения Академии наук СССР. Работал под руководством известных почвоведов А.А. Роде и И.Н. Антипова-Каратаева. Впоследствии, после разделения Дубравного отряда, Евгений Дюльевич перешел в организацию «Агролеспроект» на должность главного специалиста отдела осушения.

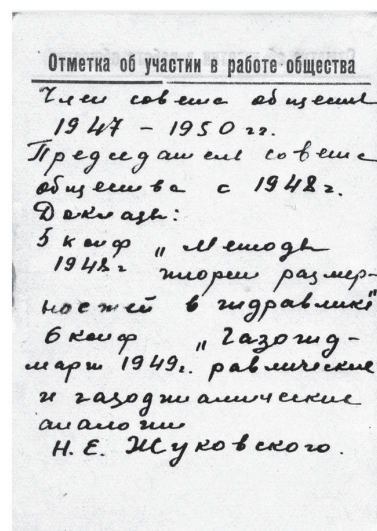
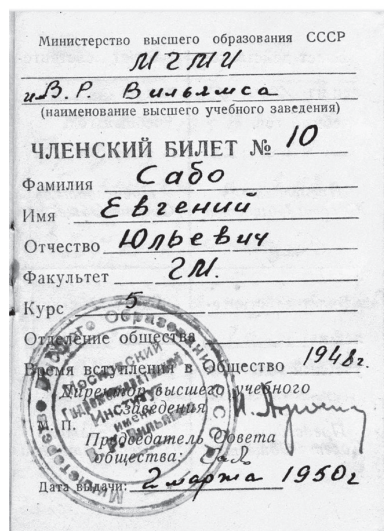
Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР («Главзарубежводстрой») по линии Государственного комитета СССР по внешним экономическим связям (ГКЭС СССР) Е. Д. Сабо был направлен в Республику Куба в качестве главного инженера проекта, а затем советника руководителя региона Пинар-дель-Рио. Основная деятельность заключалась в проектировании водохранилищ, систем орошения цитрусовых, кофе, риса и других культур. Евгений Дюльевич принимал участие в разработке превентивного планирования систем водообеспечения, а также организации и налаживании связей между сельским и водным хозяйствами Кубы. Кроме того, он неоднократно выступал в качестве эксперта, предотвратив строительство ряда водохозяйственных объектов, которые могли бы нарушить экологическую и санитарно-эпидемиологическую обстановку в крупных и средних населенных пунктах.

После возвращения из Республики Куба Евгений Дюльевич продолжил работу в «Агролеспроекте» в качестве начальника отдела «Разработки автоматизированных систем проектирования», совмещая две должности, руководителя отдела и руководителя научно-исследовательской группы. При подборе кадров в научно-исследовательскую группу отдела приходилось учитывать ряд обстоятельств: сжатые сроки выполнения работ (обычно 1–2 года); ответственные заказчики (Госкомитет СССР по лесному хозяйству, Госплан СССР, Совет министров СССР и т. д.); ограниченное финансирование, а следовательно, и ограниченная численность персонала; жизнь в полевой период в сложных бытовых условиях.

Несмотря на эти обстоятельства, результаты научно-исследовательской работы удавалось внедрять в систему проектирования в короткие сроки и без отрыва от производства.

За успехи Е. Д. Сабо был награжден тремя серебряными медалями ВДНХ СССР и почетными грамотами.

За период работы в «Агролеспроекте», на основе которого был создан Всесоюзный проектно-изыскательский институт «Союзгипролесхоз», Евгений Дюльевич подготовил и защитил кандидатскую



Членский билет научного студенческого общества



У здания гидромелиоративного института 1949 г.



Евгений Дюльевич Сабо 1965 г.



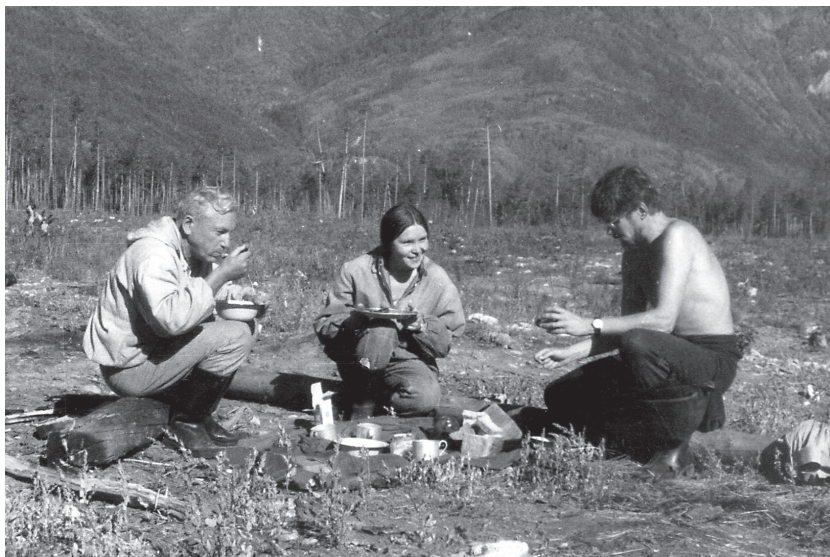
С собакой Рекси



Семинар по гидролесомелиорации
прибалтика 1961 г.



Рыбалка байкал 1970 г.



Привал



Симпозиум по гидролесомелиорации В.К. Константинов Е.Д. Сабо



Обсуждение проекта 2001 г.

и докторскую диссертации. После защиты докторской диссертации он получил предложение перейти на работу в Московский лесотехнический институт на должность заведующего кафедрой почвоведения, а уже через полтора года получил звание профессора по кафедре почвоведения и гидротехнической мелиорации в Ленинградской лесотехнической академии, а затем звание члена-корреспондента Российской академии естественных наук.

В Московском лесотехническом институте Евгений Дюльевич Сабо организовал почвенную лабораторию, оснащенную современным оборудованием; внедрил автоматизированную систему расчета гидравлических и гидрологических параметров на базе ПК, разработал курс по гидротехническим мелиорациям ландшафта, уделяя особое внимание вопросам осушения и орошения на территории объектов ландшафтной архитектуры; проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений; гидропластике ландшафта.

Лекции Е. Д. Сабо на факультете повышения квалификации МГУЛ, а также в других образовательных учреждениях всегда вызывали огромный интерес у слушателей и коллег.

Евгений Дюльевич являлся активным членом двух диссертационных советов по специальностям: 06.03.03 – «Лесоведение и лесоводство; лесные пожары и борьба с ними», и 03.00.16 – «Экология». Его консультации помогли многим аспирантам и докторантам раскрыть научный потенциал и самореализоваться.

Евгений Дюльевич считал своими учителями в области почвоведения – С.В. Астапова, В.А. Ковду, мелиорации – Н.А. Костякова и С.Ф. Аверьянова, метеорологии и гидрологии – М.И. Марцелли, И.И. Агроскина и Г.Т. Дмитриева, высшей математики – С.С. Бюшгенса, в области сопротивления материалов и теории сооружений – И.П. Прокофьева.

Е.Д. Сабо опубликовал более 300 печатных работ. Он награжден юбилейными медалями и почетными грамотами. Евгению Дюльевичу Сабо присвоено звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Можно с уверенностью сказать, что всем, кто знал Евгения Дюльевича Сабо, посчастливилось быть рядом с ним.

**ЗАСЛУЖЕННОМУ ДЕЯТЕЛЮ НАУКИ РФ, ДОКТОРУ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК,
ПРОФЕССОРУ ЕВГЕНИЮ ДЮЛЬЕВИЧУ САБО 90 ЛЕТ**

Б.В. БАБИКОВ, *проф. СПбГЛТУ, д-р с.-х. наук*⁽¹⁾,

С.Э. ВОМПЕРСКИЙ, *проф. Института лесоведения РАН, советник, академик РАН, д-р биол. наук*⁽²⁾,

В.К. КОНСТАНТИНОВ, *проф. СПбНИИЛХ, д-р с.-х. наук*⁽³⁾,

В.Н. КАРМИНОВ, *доц., МГУЛ, канд. с.-х. наук*⁽⁴⁾,

О.В. МАРТЫНЕНКО, *доц., МГУЛ, канд. с.-х. наук*⁽⁴⁾

caf-soil@mgul.ac.ru.

Евгений Дюльевич Сабо родился 19 марта 1925 г. в Москве в семье служащих. В 1950 г. окончил Московский гидромелиоративный институт им. В.Р. Вильямса по специальности инженер-гидротехник. Начало производственной деятельности (1950–1953 гг.) связано с работой в Комплексной научной экспедиции по вопросам полезащитного лесоразведения АН СССР. Первые научные работы и публикации его на эту тему посвящены вопросам лиманного и регулярного орошения объектов защитного лесоразведения в Ростовской области, Западном Казахстане и в Калмыкии. По результатам указанных работ в 1955 г. Евгений Дюльевич защитил диссертацию «Основы лиманного орошения древесно-кустарниковых насаждений на элементарном стоке в районе Ергеней» на ученую степень кандидата технических наук.

С 1954 по 1960 гг. занимался в Институте леса АН СССР вопросами осушения заболоченных лесных земель, главным образом, проведением стационарных исследований в Московской и Вологодской областях, а также сбором полевых экспедиционных материалов в различных областях и автономных республиках РСФСР, в Белоруссии, Украинской, Латвийской, Литовской и Эстонской ССР. Исследования, направленные на борьбу с избытком влаги на землях лесного фонда, называемую гидролесомелиорацией или гидротехнической осушительной мелиорацией переувлажненных и заболоченных лесных земель, продолжались с перерывами без малого 30 лет и в 1982 г. завершились успешной защитой в Московском государственном мелиоративном институте диссертации: «Обоснование гидролесомелиорации» на соискание ученой степени доктора технических наук.

В 1960 г. Е.Д. Сабо перешел на работу в проектно-изыскательское объединение «Агролеспроект» (позднее Институт «Союзгипролесхоз» и «Росгипролес»), в котором трудился с 4-летним перерывом до 1985 г., занимая здесь должности главного инженера проекта, главного специалиста и начальника отдела, он одновременно руководил научно-исследовательской группой. Разработал и внедрил в производство ряд основополагающих документов, направленных на совершенствование научных основ проектирования и его автоматизации, планирования и руководства гидролесомелиоративными работами в Гослесфонде СССР, РСФСР и ряда стран СНГ, главными из которых являются «Справочник гидролесомелиоратора» (1981) и «Руководство по осушению лесных земель» в трех частях (1985–1986).

Указанные нормативные документы и результаты гидролесомелиоративных исследований, опубликованные самостоятельно и с соавторами в монографиях «Основы гидролесомелиорации» (1962), «Новое в лесосошении» (1966), «Гидролесомелиоративный фонд СССР и основные направления лесосошения» (1975), «Лесосошительная мелиорация» (1975) и др., были использованы при осушении значительной площади лесов и болот из 5 млн га, мелиорированной в нашей стране в послевоенный период.

С 1966 по 1970 гг., находясь в служебной командировке в Республике Куба, Евгений Дюльевич работал над решением проблем, связанных с орошением плантаций цитрусовых, кофе, гандуля, табака и других сельскохозяйственных культур, а также рисовых полей, проектированием и строительством водохранилищ на малых и средних реках, использованием подземных вод, межбассейновым перераспределением стока. В качестве советника директора регионала Пинар-дель-Рио занимался общими вопросами организации водного хозяйства провинции, увязкой интересов цитрусоводства, разведения кофе, орошения риса, кролиководства, коневодства и т. д., учитывая вертикальную систему руководства сельским хозяйством Республики.

В 1985 г. Евгений Дюльевич перешел на преподавательскую работу в Московский лесотехнический институт заведующим, а затем профессором кафедры почвоведения, где до последнего времени готовил инженерные и научно-педагогические кадры. Сфера его научных и профессио-



Калининградская область. Выездное совещание Межведомственного НТС по гидролесомелиорации (1984 г.), четвертый слева – проф. Е.Д. Сабо

нальных интересов дополнялась вопросами гидротехнических мелиораций в ландшафтном строительстве, а также развитием идей по гидропластике ландшафта. Опубликовал в соавторстве монографии «Гидротехнические мелиорации ландшафта» (2004) и «Гидротехнические мелиорации ландшафтного строительства» (2008).

В последние годы именно этому направлению деятельности Евгений Дюльевич отдавал много сил и энергии. Под его непосредственным руководством были разработаны гидромелиоративные проекты для музея-усадьбы «Архангельское», мемориального комплекса «Бутовский полигон», музея-заповедника «Лефортово», усадьбы Кусково, Лопасня-Зачатьевское, пансионата «Морозовка» и др.

Результаты его работ по гидромелиорации значительны: предложение систем лиманного орошения, учет гидролесомелиоративного фонда и его структуры лесной зоны СССР, разработка системы таксационных динамических показателей осушаемых насаждений по типам леса и климатическим зонам; определение лесоводственной и экономической эффективности при осушении лесов; оценка влияния гидролесомелиорации на окружающую среду (леса суходолов, рыбное и охотничье хозяйство, побочное пользование), создание систем автоматизации расчетов и проектирования гидролесомелиоративных систем, научное обоснование видов уплотнения и разуплотнения почв на вырубках, завершившееся выводом общего интегрального трехпараметрического уравнения уплотнения и разуплотнения дерново-подзолистых суглинистых почв.

Необходимо отметить и его многогранную научно-общественную деятельность, которая была связана с участием в различных ученых и технических советах учебных, научных заведений, а также министерств и ведомств, редакций научных журналов («Лесное хозяйство» и др.) в качестве члена совета или эксперта, а также с неоднократным участием в качестве официального и неофициального оппонента по кандидатским и докторским диссертациям, основного докладчика на форумах различного ранга мелиораторов и лесоводов. С 1973 г. Евгений Дюльевич был членом бюро Межведомственного научно-технического совета по гидролесомелиорации при Ленинградском (Санкт-Петербургском) НИИ лесного хозяйства. В 1995–2014 гг. работал заместителем председателя научной секции «Гидролесомелиорация» при отделении мелиорации водного и лесного хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук (до включения в состав РАН).

Евгений Дюльевич Сабо внес существенный вклад в теоретическое обоснование и практическое решение многих вопросов сложной проблемы осушения и освоения переувлажненных земель СССР и России в послевоенный период, что может быть использовано и при возрождении гидролесомелиорации в нашей стране.

**ВКЛАД ПРОФЕССОРА Е.Д. САБО В АКАДЕМИЧЕСКОЕ
И УНИВЕРСИТЕТСКОЕ ЛЕСНОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ**

В.Н. КУРАЕВ, *вед. науч. сотрудник ВНИИЛМ, канд. с.-х. наук*

caf-soil@mgul.ac.ru

Имя профессора Е.Д. Сабо широко известно среди научной и вузовской общественности в области лесного почвоведения и лесоведения. Он являлся крупнейшим специалистом в области гидролесомелиорации.

В 1962 г. была издана крупная монография «Основы гидролесомелиорации» – авторы Н.И. Пьявченко и Е.Д. Сабо. Позднее он был одним из авторов совместно с С.Э. Вомперским и А.С. Форминым книги «Лесоосушительная мелиорация» (1975). В этих монографиях Евгением Дюльевичем написаны главы и разделы: характеристика гидролесомелиоративного фонда – типов условий местопроизрастания ABCD_{4,5}; зональность лесоосушения и влияние его на гидрологию окружающих территорий; интенсификация ведения лесного хозяйства на мелиорированных землях; изыскания и проектирование лесоосушения; его экономическая эффективность. Отдельной монографией Е.Д. Сабо опубликовал «Новое в лесоосушении» (1966). Для производственников в 1976 г. была издана брошюра «Осушение лесных земель».

В 1981 г. издан «Справочник гидролесомелиоратора» (авторы Е.Д. Сабо, Ю.Н. Иванов, Д.А. Шатилло) под редакцией Е.Д. Сабо. В этом справочнике Евгений Дюльевич написал главу «Осушение гидролесомелиоративного фонда» (водный режим и плодородие переувлажненных земель, способы и режим осушения, системы, дороги и сооружения, бонитировка осушенных насаждений, текущий прирост в них, таксационные показатели) и главы (совместно): «Охрана природы при лесоосушении», «Лесохозяйственное освоение осушенных земель». Им выполнена общая редакция справочника.

Докторскую диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук под названием «Обоснование гидролесомелиорации» Е.Д. Сабо защищал в 1983 г. в Московском гидролесомелиоративном институте.

Мое знакомство с Е.Д. Сабо состоялось в 1986 г., когда он приезжал в лабораторию лесного почвоведения ВНИИЛМ и оставил о себе глубокое впечатление как об эрудированном, талантливом специалисте в области лесного почвоведения и лесоведения с европейской интеллигентностью и тактичностью. Во время приезда во ВНИИЛМ Евгений Дюльевич предложил мне быть рецензентом подготавливавшегося им в то время учебного пособия для студентов – «Основы гидролесомелиорации» (части I, II и III). Учебное пособие отличалось содержательностью, глубоким академическим подходом к рассматриваемым проблемам, написано на хорошем литературном языке и понятном студентам даже несмотря на многочисленные математические формулы, уравнения связи с интегралами и дифференциалами, свидетельствующими к тому же об эрудированности и незаурядных математических способностях. Заключение было положительным, и все 3 части учебника опубликованы в 1987, 1988 и 1993 гг. Думаю, что и пользующиеся им студенты имеют такое же хорошее мнение об учебнике.

Заслуживает высокой оценки инициатива Е.Д. Сабо по проведению рабочих научных семинаров по проблемам лесного почвоведения. Преподаватели, студенты и аспиранты кафедры вместе с приглашенными научными сотрудниками ВНИИЛМ, аспирантами МГУ и других вузов ежегодно собирались на кафедре почвоведения МЛТИ (МГУЛ) и обменивались докладами о результатах своих, как правило, еще не опубликованных последних исследований по разным проблемам лесного почвоведения. Обсуждения проводились в непринужденной обстановке, все участники получали друг от друга полезную информацию и с удовольствием приезжали на такие же семинары в последующие годы, несмотря на то, что тексты выступлений не публиковались.

Е.Д. Сабо многие годы работал заведующим кафедрой почвоведения и являлся членом Ученого совета на факультете лесного хозяйства МГУЛ, активно участвуя в работе вплоть до последних дней. Так, когда я присутствовал в МГУЛ на защите докторской диссертации нашего директора ВНИИЛМ А.А. Мартынюка, Евгений Дюльевич, как всегда, одним из первых выступил с объективным обсуждением содержания представленной диссертации и сделанного доклада.

У Евгения Дюльевича Сабо много последователей и учеников, в том числе его бывшая аспирантка, теперь заведующая кафедрой почвоведения МГУЛ канд. с.-х. наук О.В. Кормилицына.

УДК 631.6

ОБОСНОВАНИЕ И ПУТИ ВОЗРОЖДЕНИЯ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ В РОССИИ

В.К. КОНСТАНТИНОВ, *проф., гл. научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства, д-р с.-х. наук*⁽¹⁾

svyrodova@mail.ru

⁽¹⁾ ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21

Изложена история лесосушительных работ и исследований по этой проблеме в России, начиная с последней четверти XIX в. Работы проводились государством и частными лицами. Всего на территории России, Белоруссии, Украины и Прибалтики до 1992 г. осушили более 5 млн га лесов III-Va классов бонитета и безлесных торфяных болот. 4 млн га было мелиорировано в 1956–1991 гг. Получен большой лесоводственный и экономический эффект. Стоит вопрос о сохранении осушенных лесов, повышении их производительности и возобновлении лесосушительных работ. Даны рекомендации по реконструкции лесосушительных систем.

Установлена важность и первоочередное влияние осушения на повышение производительности и продуктивности лесов. Гидролесомелиорация после возрождения ее на усовершенствованной научной основе должна и может занять в перспективе ведущее положение в ряду хозяйственных мероприятий.

В настоящее время перед гидролесомелиорацией стоит ряд важнейших задач. Необходимо сохранить наиболее ценные леса на осушенных землях, которые сейчас подвергаются вторичному заболачиванию. Следует приступить к реконструкции лесосушительных сетей, не обеспечивающих оптимальный для роста леса водный режим. Реконструированные гидролесомелиоративные системы (осушаемые земли и гидротехнические сооружения на них) должны отвечать всем требованиям ведения правильного лесного хозяйства. Планируемые мелиоративные работы должны оккупаться за более короткие сроки. Считаем, что часть средств для этого можно получить за счет досрочной рубки осушаемых насаждений с запасами, превышающими запасы спелых древостоев в богатых лесорастительных условиях с дренированными почвами.

Ключевые слова: история работ по осушению лесов и болот, проектирование, объемы, лесоводственный эффект, рекомендации по возрождению, цели и задачи реконструкции лесосушительных систем.

Первые известные опыты по осушению лесных земель в России, подготовленные трудами М.В. Ломоносова, А.Т. Болотова, М.И. Афонина, В.А. Левшина и других [1], относятся к XVIII в. и были начаты под Петербургом. Примеры положительного влияния осушения переувлажненных земель на рост и возобновление леса были выявлены вначале попутно с сельскохозяйственной мелиорацией и при строительстве окювеченных дорог [2], а также явились побочным результатом соединения рек каналами.

В «Теоретическом и практическом руководстве к осушению угодьев...» Г. Энгельмана [2] указано, что в 1775 г. в Рябовской мызе в 15 верстах от столицы по проекту и под руководством Э. Шредера осушалось болото вдоль р. Охта, покрытое густым ельником и ольшаником, большую часть которого предполагалось использовать под луга и выгоны. Здесь на площади 970 га прорыли 128 км канав глубиною 1,4 м (главный канал) и 1 м (осушители). Географ Г.А. Исаченко [3]

отмечал, ссылаясь на М.М. Цыбу, что в 1802 г. вторично были осушены вновь заболоченные земли Стрелинской мызы. Этими работами руководил упомянутый гидротехник Г. Энгельман. Рабочими в количестве 250 человек за 5 месяцев на торфянике было создано 5 водоотводных каналов длиной по 3 км каждый и проведена планировка площади. Часть ее предназначалась для лесовыращивания.

В 1840 г. главный лесничий графини Софьи Строгановой, лесоустроитель и лесовод А.М. Теплоухов в отчете по Слудицкой даче в Санкт-Петербургской губернии писал, что «...нельзя довольно надивиться, до какой степени рост и качество деревьев улучшаются уже в первые годы по осушению почвы; этому я видел много примеров, которых, впрочем, не надо далеко искать...», в частности, вдоль Кудровского проспекта, проложенного 15 лет тому назад [2].

В царской России гидролесомелиоративные (преимущественно лесосушительные) работы осуществлялись как частными

лицами, так и государством под руководством различных организаций, подчиненных на протяжении длительного времени Министерству государственных имуществ.

До 1870 г. было осушено около 50 тыс. га территорий с разным лесоводственным успехом. Так, Санкт-Петербургский помещик Иван Пискарев [2] в донесении Обществу для поощрения лесного хозяйства сообщал, что им на 309 десятинах дикой болотной земли с мелким сосновым и березовым лесом на Выборгской стороне в 1820 г. было проложено 60 верст неглубоких канав, в результате чего через 12 лет прирост сосны увеличился в 3 раза и «по сему обсушивание земли для росту дерев не только полезно, но и необходимо». Этот объект частично сохранился и сейчас на территории Пискаревского лесопарка. По нашим исследованиям, в Санкт-Петербурге произрастают сосняки и березняки второй генерации II-IV классов бонитета.

Высоким качеством отличалось, по Г.П. Сазонову [2], осушение земель в Старорусском, Грузинском и Новгородском лесничествах, выполненное «пашенными солдатами» под руководством графа А.А. Аракчеева. При прокладке канав строились дороги, ставились мосты и уширялись просеки, что было полезно в противопожарном отношении.

С 1835 по 1855 гг. были проведены успешные работы по осушению лесов и болот в Лисинской даче (построено около 300 км канав). В основном, работы проводились по проекту, составленному капитаном корпуса лесничих И.Г. Войнюкова, [4]. В этот период была осушена знаменитая «Суланда» с торфянистыми и торфяными почвами, а также глубокое Хейновское низинное болото, где сейчас произрастают сосновые и еловые насаждения второго поколения насаждения с запасами более 400–600 м³ на гектаре.

Вместе с тем отмечалось, что лесоводственная эффективность осушения многих торфяных болот пока неизвестна, и поэтому главное внимание следует обращать на осушение вырубок для обеспечения успешного их возобновления. Министр государственных имуществ генерал-адъютант П.Д. Киселев в циркуляре от 17 октября 1853 г.

выразил необходимость проведения указанных работ следующими словами: «...возвращение истребленных лесов, осушение для этого почвы, везде почти затопляемой водой, есть дело времени и способов, коими лесное управление располагать может». Уже тогда предполагалось, что осушение земель в одном месте позволяет увеличить заготовку леса в другом.

Очередной этап в лесоосушении наступил в 1873 г. с организацией по инициативе министра государственных имуществ графа П.А. Валуева Западной (первоначально Полесской) и Северной экспедиций по осушению болот, которые занимались проектно-исследовательскими и строительными работами до 1903 г.

Западная экспедиция под руководством генерала И.И. Жилинского занималась мелиорацией земель на территории Белорусского и Украинского Полесья и в центральном районе России, включая Мещеру. В 1874–1897 гг. она осуществила канализацию (общее осушение редкими каналами через 0,6–1,0 км) 3,3 млн га, из которых 615 тыс. га занимали древесные заросли и леса. Суммарный эффект от канализации, послужившей основой для частного (детального) осушения некоторых объектов, достиг к 1910 г., по Э.Э. Керну, 4,67 млн руб.: 1,03 млн – от увеличения продуктивности лесов, 2,53 млн – от роста цены на древесину, 0,87 млн – от улучшения сенокосов и 0,34 млн – от сплава леса по каналам [2]. Все затраты практически полностью окупались.

Северная экспедиция, которой руководил большую часть времени (15 из 30 лет) статский советник И.К. Августиневич, осушила с 1875 г. на северо-западе европейской части страны, включая Прибалтику, 110 тыс. га казенных и частных лесов с густотой осушительной сети 24 м на га – в 3 раза меньше современной. После мелиорации на казенных землях облесилось 11,9 тыс. га болот, а на 43,7 тыс. га были созданы нормальные условия для роста леса. Были отрегулированы также многие естественные ручьи и речки, берущие начало с болот, на них проложены редкие каналы для увеличения стока воды,

обеспечивающего работу мельниц и сплав леса. Но было обращено внимание на необоснованность осушения значительных площадей верховых болот.

В формировании убеждения о целесообразности осушения болот немаловажная заслуга принадлежала известному русскому естествоиспытателю академику А.Ф. Миддендорфу. Он считал, что единственной возможностью смягчения континентального климата в России является ее облесение: «Поэтому в целях сохранения достаточной влаги в воздухе и воды в суходольных реках надо заботиться не о том, чтобы сохранить болота (которых 10–12 тыс. лет назад после схода ледника у нас не было – В.К.) с вечно парящими над ними признаками смерти, а о том, чтобы беречь и разводить леса».

Результаты этих и других более ранних мелиоративных работ и немногочисленных лесоводственных исследований были обобщены А.Д. Дубахом в совместной с Р.П. Спарро монографии «Осушение болот открытыми каналами» [5] и в учебниках А.Д. Дубаха [6 и др.], что позволило ему заложить основы современной гидролесомелиорации.

Широкомасштабные гидролесомелиоративные работы в нашей стране развернулись в советский период и проводились по специальным техническим руководствам с 1955 по 1991 год. Первое из них было подготовлено А.Д. Дубахом с его учеником М.П. Елпатьевским в 1940 г. и издано в 1949 г. [7]. Из последующих руководств наиболее значимые были изданы в 1971 [8] и 1985–1986 [9]. Они базировались на богатом научном материале, полученном учеными Института леса РАН и Московского государственного университета леса (Н.И. Пьявченко, С.Э. Вомперский, Е.Д. Сабо, А.А. Сирин, Т.В. Глухова; и др.), ЛенНИИЛХ-СПбНИИЛХ (М.П. Елпатьевский, М.М. Елпатьевский, Г.Е. Пятецкий, В.К. Константинов, А.А. Кнize, Н.А. Красильников, А.А. Корепанов, Н.А. Дружинин, Г.Б. Великанов, Ю.А. Попов, Ю.А. Добрынин; и др.), Ленинградской лесотехнической академии (Х.А. Писарьков, А.Ф. Тимофеев, Б.В. Бабиков, В.В. Пахучий; и др.), Белорусского

технологического института и БелНИИЛХ (Л.П. Смоляк, В.А. Ипатьев, В.К. Поджаров, Л.С. Застенский; и др.), СевНИИЛХ (А.М. Тараканов, В.В. Худяков; и др.); Институт леса КНЦ РАН (В.М. Медведева, В.И. Саковец; и др.), УкрНИИЛХ (А.И. Михович, Е.Ф. Черняк, Е.Г. Поляков; и др.), УГЛТА (А.С. Чиндяев; и др.), ЭстНИИЛХОП (У.А. Валк), НПО «Силава» (К.К. Буш, П.П. Залитис), ЛитНИИЛХ (Ю.Ю. Русецкас, Т.К. Капустинскайте), но еще далеки от совершенства. В частности, нуждаются в разработке вопросы ведения лесного хозяйства на осушаемых землях, что было предпринято ЛенНИИЛХ в 1995 г. при разработке группой ведущих мелиораторов страны (Б.В. Бабиков, С.Э. Вомперский, Ю.А. Добрынин, А.А. Кнize, В.К. Константинов, Е.Д. Сабо и др.) «Основных положений по гидролесомелиорации», утвержденных в том же году Рослесхозом [10]. Положительную роль в координации исследований сыграл Межведомственный научно-технический совет (МНТС) по гидролесомелиорации, организованный при ЛенНИИЛХ в 1973 г. решением Всесоюзного совещания ученых, представителей высших учебных заведений, проектных организаций и производства [10]. Первым председателем был избран директор ЛенНИИЛХ Д.П. Столяров, его заместителем В.К. Константинов, возглавивший совет с 1993 г. В состав Бюро совета многие годы входили Б.В. Бабиков, С.Э. Вомперский и Е.Д. Сабо.

В СССР в послевоенные годы в общей сложности было осушено вместе с объектами малой мелиорации более 4 млн га лесов, болот и сплошных вырубок, преимущественно на территории европейской части страны. Этому способствовали образование сети проектно-изыскательских организаций под эгидой ВО «Агролеспроект» и Института «Союзгипролесхоз» и механизация основных землеройных и трассоподготовительных работ, для чего только в РСФСР было создано 43 лесных машинно-мелиоративных и дорожно-мелиоративных станций, на Вырицком ОМЗ ЛенНИИЛХ разрабатывалась и выпускалась новая землеройная и лесокультурная техника. Большие успехи были достигнуты при создании плужных и фрезерных каналокопателей.

В настоящее время на осушенных 50–100 лет тому назад землях имеется много крупных массивов сосны и ели с запасами более 200–450 м³/га и ежегодным дополнительным приростом древесины от 2 до 10 м³/га. Немалая часть таких лесов уже вырублена, получен большой экономический эффект.

Заметим, однако, что прекращение гидролесомелиоративных работ в нашей стране было связано не только с развалом СССР, но и обязано ряду ошибок, допущенных при их проведении. Главная из них, как и в царской России, заключалась в осушении значительной площади земель, не являющихся гидролесомелиоративным фондом. Этому способствовало неэффективное планирование работ, острый недостаток кадров, а также отставание научного обоснования от быстро растущих объемов лесосушения.

Установлено, что по степени влияния осушения на повышение производительности и продуктивности лесов, длительности сохранения данного эффекта и комплексному положительному эффекту для лесного хозяйства гидролесомелиорация после возрождения ее на усовершенствованной научной основе, должна и может занять в перспективе ведущее положение в ряду хозяйственных мероприятий.

Перед гидролесомелиораторами России стоят новые задачи. В первую очередь необходимо сохранить наиболее ценные леса на осушенных землях, которые сейчас из-за непроведения ремонта лесосушительных систем подвергаются вторичному заболачиванию, что снижает не только прирост древесины, но и может привести к разрушению насаждений. Во-вторых, надо приступить к реконструкции лесосушительных сетей, не обеспечивающих оптимальный для роста леса водный режим. В-третьих, реконструированные гидролесомелиоративные системы (осушаемые земли и гидротехнические сооружения на них) должны отвечать всем требованиям для ведения правильного лесного хозяйства, лесозащиты, ремонта осушительной сети и охраны лесов от пожаров, а поэтому иметь транспортную доступность для выполнения названных работ. В-четвер-

тых, планируемые мелиоративные работы должны окупаться за более короткие сроки. Считаем, что часть средств для этого можно получить за счет досрочной рубки осушаемых насаждений с запасами, превышающими запасы спелых древостоев в богатых лесорастительных условиях с дренированными почвами. Целесообразно также досрочно вырубать часть лиственных древостоев на осушаемых и намечаемых к осушению землях с достаточно богатыми почвами, если их запасы превышают 100 м³/га. В этих случаях желательно переходить на плантационное выращивание леса с обязательным созданием лесных культур. Одним из первоочередных и доступных мелиорации объектов при реконструкции лесосушительных систем являются сплошные вырубки, при осушении которых в ряде условий можно вырастить через 50–60 лет новые хвойные леса с запасами сосны и ели более 200–400 м³/га [10 и др.].

Библиографический список

1. Шерстобоев, И.Я. К истории отечественной гидротехники и мелиорации в нашей стране / И.Я. Шерстобоев // Гидротехника и мелиорация. – 1951. – № 9. – С. 67–69; 1954. – № 4. – С. 52–62; 1957. – № 7. – С. 48–59; 1960. – № 10. – С. 54–59.
2. Константинов, В.К. Осушение лесов в России / В.К. Константинов // Лесное хозяйство. – 1994. – № 1. – С. 36–38.
3. Исаченко, Г.А. Окно в Европу: история и ландшафты / Г.А. Исаченко. – СПб: СПбГУ, 1998. – 476 с.
4. Бабиков, Б.В. Осушение лесных земель в Лисинском учебно-опытном лесхозе / Б.В. Бабиков // 200 лет лесному учебному и опытному делу в Лисинском учебно-опытном лесхозе / Под общей ред. д-ра с.-х. наук Г.И. Редько. – СПб.: СПбЛТА, 1997. – С. 214–229.
5. Дубах, А.Д. Осушение болот открытыми каналами / А.Д. Дубах, Р.П. Спарро. – М.-Л.: ГИЗ, 1930. – 343 с.
6. Дубах, А.Д. Гидротехнические мелиорации лесных земель / А.Д. Дубах. – М.: Гослестехиздат, 1945. – 345 с.
7. Лесоосушительная мелиорация: техн. указ / А.Д. Дубах, М.П. Елпатьевский. – М.-Л.: Гослестбумиздат, 1949. – 79 с.
8. Технические указания по осушению лесных площадей. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 216 с.
9. Руководство по осушению лесных земель / Сост.: Ю.Н. Иванов, Б.А. Ушаков, Ю.П. Зюков, Е.Д. Сабо. – М.: Гослесхоз СССР, 1985–1986. – Ч.1. Изыскания. – 64 с.; Ч.2. – Проектирование. – 99 с.; Ч. 3. – Приложения. – 115 с.
10. Константинов, В.К. Гидролесомелиорация – осушение и лесохозяйственное освоение переувлажненных земель лесного фонда (к истории исследований в СПбНИИЛХ) / В.К. Константинов // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2014. – № 2. – С. 80–93.

SUBSTANTIATION AND WAYS OF REVIVING FOREST HYDROMELIORATION IN RUSSIA

Konstantinov V.K., Prof., Chief Researcher of St. Petersburg Research Institute of Forestry, Dr. Sci. (Agricultural)⁽¹⁾

svyrodova@mail.ru

⁽¹⁾St. Petersburg Research Institute of Forestry, Institute St., 21, St. Petersburg, 194021, Russia

The history of forest drainage works and research on this problem in Russia is outlined leading back to the last quarter of the 19th century. The work was carried out both by the state and by individuals. The total number of drained hectares in Russia, Belarus, Ukraine and the Baltic States accounts for more than 5 million hectares of forests of III-Va quality class and treeless peat bogs until 1992. Four million hectares have been reclaimed in 1956–1991. A large silvicultural and economic effect has been obtained. The question is raised of maintaining the drained forests, increasing their productivity and renewing forest drainage works. Recommendations are given for the reconstruction of forest drainage systems.

The importance and priority of the drainage effect on improving the performance and productivity of forests has been shown. After its revival on an improved scientific basis melioration may take a leading position in a number of economic activities.

At present, the forest science is facing a number of important tasks. We must save the most valuable forests, which are now subjected to secondary waterlogging on the reclaimed land. We should proceed to the reconstruction of isosurfacing networks that do not provide for optimal growth of the forest water regime. Reconstructed hydrating systems (drained land and hydrotechnical constructions) must meet all requirements for conducting proper forestry. The planned reclamation works have to be paid back over a shorter period of time. We believe that a part of the funds for this can be obtained through early felling of drained planting with reserves that excess stocks of mature stands in rich forest conditions with drained soils.

Keywords: history of drainage works in bogs and forests, design, volumes, silvicultural effect, recommendations for revival, goals and objectives of reconstruction of forest drainage systems.

References

1. Sherstoboev I.Ya. *K istorii otechestvennoy gidrotehniki melioratsii v nashey strane* [The history of domestic hydraulic engineering and land reclamation in our country], *Gidrotehnika i melioratsiya* [Hydraulic Engineering and Reclamation]. 1951, no. 9. pp. 67-69; 1954, no. 4., p. 52-62; 1957, no. 7, pp. 48-59; 1960. no. 10, pp. 54–59.
2. Konstantinov V.K. *Oshushenie lesov v Rossii* [Drainage of forests in Russia]. *Lesnoe khozyaystvo*. 1994, no 1, pp. 36–38.
3. Isachenko G.A. *Okno v Evropu. Istoriya i landshafty* [Window to Europe: history and landscapes]. SPb: SPbGU, 1998, pp 476 p.
4. Babikov B.V. *Oshushenie lesnykh zemel' v Lisinskom ukhebno-opytном leschoze* [Drainage of forest land in Lisino training and experimental forestry]. *200 let lesnomu ukhebному i opytному delu v Lisinskom ukhebno-opytном leschoze* [200 years of forestry training and development business in Lisino training and experimental forestry]. SPb: SPbLTA, 1997, pp. 214-229.
5. Dubakh A.D., Sparro R.P. *Oshushenie bolot otkrytymi kanalami* [Draining swamps open channels]. Moscow: 1912, 352 p. Moscow, 1918, 372 p.; Moscow-Lenonhrad: Gosizdat, 1926, 368 p.; 1929, 423 p.; 1930, 343 p.
6. Dubakh A.D. *Gidrotekhnicheskie melioratsii lesnykh zemel'* [Hydraulic reclamation of forest land]. Moscow: Goslestechizdat, 1945, 345 p.
7. Dubakh A.D., Elpatyevskiy M.P. *Lesoosushitel'naya melioratsiy* [Forest drainage reclamation]. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1949, 79 p.
8. *Technicheskieskie ukasaniya po osusheniyu lesnykh ploshshadey* [Technical Guidelines for the drainage of forest land]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1971, 216 p.
9. Ivanov Yu.N., Ushakov B.A., Zyukov Yu.P., Sabo E.D. *Rukovodstvo po oshusheniyu lesnykh zemel'* [Guidelines for the drainage of forest land]. Moscow: Gosleshoz SSSR, 1985-1986. Ch. 1. Izyskaniya, 64 p.; Ch. 2. Proektirovanie, 99 p.; Ch. 3. Prilozheniya, 115 p.
10. Konstantinov V.K. *Gidrolesomelioratsiy – osushenie i lesochozaystvennoe osvoenie pereuvlazhnennykh zemel' lesnogo fonda* [Reclamation – draining waterlogged and forestry development of forest lands (the history of research in SPbNIIH)] *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva*. 2014, no. 2. pp. 80–93.

УДК 631.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.В. ПАХУЧИЙ, *проф. Сыктывкарского лесного института (филиала) СПб ГЛТУ им. С.М. Кирова, д-р с.-х. наук⁽¹⁾,*

Л.М. ПАХУЧАЯ, *доц. Сыктывкарского лесного института (филиала) СПб ГЛТУ им. С.М. Кирова⁽¹⁾,*

Д.А. ШЕВЕЛЕВ, *асп. Сыктывкарского лесного института (филиала) СПб ГЛТУ им. С.М. Кирова⁽¹⁾*

pakhutchy@rambler.ru, pakhutchaya@rambler.ru, d-shevelev@agiks.ru

⁽¹⁾Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВПО СПб ГЛТУ им. С.М. Кирова
167982 Сыктывкар, ГСП-1, ул. Ленина, 39,

Использование методов дистанционного зондирования Земли находит все большее применение в лесоводственно-экологических и таксационных исследованиях. Рассматриваются результаты исследований в насаждениях на объектах лесосошения в Корткеросском лесничестве Республики Коми, строительство осушительной сети в котором выполнено в 1976 г. Рассмотрена возможность применения при оценке влияния осушения на рост леса данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий. Предложено использовать при исследованиях различные по площади и форме опытные объекты: пробные площади, лесные массивы в кварталах (полигоны) и узкие трансекты. Показана целесообразность применения при гидролесомелиоративных исследованиях вегетационных индексов, в т. ч. NDVI – нормализованного разностного индекса растительности. Расчет индекса NDVI производится на использовании двух наиболее стабильных участков спектральной кривой отражения растениями, при этом высокая фотосинтетическая активность, связанная с более продуктивными фитоценозами, ведет к меньшему отражению в красной области спектра и большему отражению в инфракрасной области спектра. Установлено, что теснота связи между индексом NDVI и удалением пробных площадей или трансект от каналов или степенью канализации в границах квартала выше при использовании пробных площадей и трансект и ниже для выборок из полигонов. Независимо от вида опытных объектов (пробные площади, трансекты, полигоны) в средней подзоне тайги Республики Коми на объектах гидролесомелиорации на водораздельных площадях индекс NDVI больше на участках с большей степенью канализации и вблизи осушительных каналов.

Ключевые слова: Республика Коми, гидролесомелиорация, вегетационные индексы

Дистанционные методы находят широкое применение при изучении структуры и производительности лесных фитоценозов, для оценки санитарного состояния лесов, их инвентаризации и др. В то же время при исследовании влияния лесосошения на рост леса, изменчивости таксационных показателей древостоев на межканальной полосе, других характеристик лесоводственной эффективности гидромелиорации эти методы используются сравнительно редко [1, 2]. В данной работе приведены результаты исследований на объектах гидролесомелиорации в средней подзоне тайги Республики Коми. При оценке влияния осушения на рост леса использованы данные дистанционного зондирования Земли и геоинформационные технологии. При этом в качестве показателя, получаемого по снимкам и косвенно отражающего производительность насаждений, использовали наиболее часто используемый

вегетационный индекс NDVI – нормализованный разностный индекс растительности. Расчет NDVI основан на использовании двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участков спектральной кривой отражения растениями. В красной области спектра находится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом растений, а в инфракрасной области – максимальное отражение клеточными структурами листа. То есть высокая фотосинтетическая активность, связанная, как правило, с более продуктивными фитоценозами, ведет к меньшему отражению в красной области спектра и большему отражению в инфракрасной области спектра.

Объекты и методы исследований

Объекты исследования представлены осушаемыми участками в Корткеросском участковом лесничестве Корткеросского лесничества Республики Коми. Строитель-

Характеристика насаждений на опытных участках
Characteristics of the stands on the experimental plots

№ пробной площади / год таксации	порода	Характеристика древостоев элементов леса				Характеристика ярусов			Текущий класс бонитета	Тип леса
		Д, см	Н, м	А, лет	М, м ³ /га	Состав	Р отн	М, м ³ /га		
5 / 2002	С	15,5	14,7	110	194	8С2Е ед.Б	1,0	234	III-IV	С. черн.
	Е	18,4	15,0	170	33					
	Б	11,6	10,7	100	7					
11 / 1998	С	13,5	8,5	146	92	10С ед.Б	0,9	93	V	С. сф.
	Б	9,5	9,0	41	1					
25 / 1998	С	17,8	12,3	181	153	10С ед.Е, ед.Б	0,9	155	Va	С. б.-сф.
	Е	8,0	6,4	141	1					
	Б	8,1	8,1	66	1					

Примечание: Д – диаметр, Н – высота, А – возраст, N – густота, G – сумма площадей сечения (для яруса – абсолютная полнота), М – запас древесины, Р отн. – полнота относительная, С – сосна, Е – ель, Б – береза, сф. – сфагновый, б.-сф. – багульниково-сфагновый, черн. – черничник.

ство осушительной сети здесь выполнено в 1976 г. Характеристика опытных объектов и физико-географических условий района исследования приводилась ранее [2–4]. Фрагмент таксационного описания насаждений на объектах лесосушения приведен в табл. 1.

Числовые значения пикселей (DN – digital numbers) для пробных площадей определяли по снимку Landsat TM5 (25.06. 2009 г., разрешение 15 и 30 м) и Канопус-В (10.07.2013 г., разрешение 10 м), а в границах кварталов – по снимку с Landsat TM5 16.08.2007 г. (разрешение 30 м). При оценке этих значений на узких трансектах, закладываемых вдоль каналов, использовали снимок сверхвысокого разрешения (0,5 м) со спутника WorldView-2 (дата съемки 17.07.2013 г.). Для снимков выполнена геометрическая и радиометрическая коррекция.

Расчет индекса NDVI выполнен по формуле

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED), \quad (1)$$

где NIR – значение DN в ближней инфракрасной области спектра;

RED – значение DN в красной области спектра.

Для визуализации и анализа данных дистанционного зондирования создавались ГИС-представления. Их основой служили лесоустроительные планшеты, топографические

карты, космические снимки, данные GPS. Для работы в среде ГИС и получения характеристик снимков использовали программные продукты ArcGIS, Quantum GIS, ERDAS IMAGINE, ENVI 4.6.1. Учитывая реальные размеры пробных площадей, на снимках при разрешении 30 м их площадь ограничивали 2–3, при разрешении 15 м – 20–30, при разрешении 10 м – 50–60 пикселями. Аналогичный подход был принят при выявлении медленных изменений в лесах, когда в пределах изучаемых участков выделялись площади размером 2–6 пикселей [5]. Размеры и площадь кварталов принимали согласно материалам лесоустройства. Протяженность каналов в границах кварталов устанавливали на основе измерений по снимку. Степень канализации в целом для квартала определялась по соотношению протяженности каналов в квартале (км) к площади квартала (км²) (табл. 2). Размеры трансект составляли 195×1 пиксель. Удаление рядов пикселей от осушительных каналов определяли по кратчайшему расстоянию от их центров до каналов.

Результаты исследований

Для двух выборок по 5 пробных площадям (спутник Канопус-В, 10.07.2013 г., разрешение 10 м) в пределах одного межканального пространства на осушенном водоразделе

**Фрагмент выборки характеристик степени канализации и индекса NDVI
в кварталах Корткеросского участкового лесничества**
A fragment of the sample of characteristics of the degree of sewage and NDVI
in the blocks of Kortkeros district forestry

Номер квартала	Площадь квартала, км ²	Протяженность каналов в квартале, км	Степень канализации (протяженность каналов/площадь квартала), км/км ²	Среднее значение NDVI (16.08.2007 г.)
14	2,50	2,52	1,01	0,46
16	2,30	10,47	4,55	0,48
78	1,41	4,67	3,32	0,46
79	1,16	10,57	9,14	0,47
80	2,01	10,72	5,34	0,47
161	1,72	3,19	1,86	0,43
206	2,87	5,85	2,04	0,49
207	2,85	7,74	2,71	0,48
208	3,07	9,20	3,00	0,49

Примечание: общее количество кварталов в выборке – 37, диапазон изменения степени канализации для всей выборки – от 0,77 до 9,14 км/км², диапазон изменения NDVI – от 0,43 до 0,49.

**Зависимость NDVI от расстояния до осушительных каналов (м)
при различной мощности торфа на пробных площадях (м)**
The dependence of NDVI on the distance from drainage channels (m) f
or various capacity of peat in the experimental plots (m)

№	N	R	R _{0,05}	Коэффициенты уравнения Y=AX+B		Мощность торфа, м
				A	B	
1	12	0,63	0,58	-0,00080	0,5407	0,15-0,25
2	19	0,50	0,46	-0,00050	0,5281	0,15-0,30
3	25	0,24	0,40	-0,00020	0,5157	0,15-0,40
4	32	0,09	0,35	-0,00009	0,5083	0,15-0,60
5	19	0,29	0,46	-0,09240	0,5340	0,15-0,30
6	32	0,37	0,35	-0,04880	0,5221	0,15-0,60

Примечание: X, м – расстояние от центра пробной площади до ближнего канала; Y – NDVI (нормализованный разностный индекс растительности); N – повторность опыта (количество пробных площадей); R – коэффициент корреляции

между NDVI и расстоянием от середины пробной площади до ближнего канала установлена отрицательная связь, достигающая по тесноте средней величины ($R = 0,36-0,56$; $R_{0,05} = 0,88$), т. е. на качественном уровне показано, что вблизи каналов индексы больше, чем на середине межканальной полосы. Это согласуется с представлением о данном индексе как относительной характеристике фитомассы, количественные оценки которой при выраженном лесоводственном эффекте осушения должны быть больше вблизи каналов.

Увеличение выборки пробных площадей с 5 до 12–19 (табл. 3) приводит к повышению тесноты связи на достаточно высоком уровне значимости ($R = 0,50-0,63$; $R_{0,05} = 0,46-0,58$). Дальнейшее увеличение объема выборки до 25–32 пробных площадей приводит к обратному эффекту ($R = 0,24-0,09$; $R_{0,05} = 0,40-0,35$).

При объяснении установленной закономерности необходимо учитывать, что объекты исследования расположены на водораздельной площади с мелкой залежью

торфа (по отдельным измерениям от 0,15–0,20 м до 0,8–0,9 м). В среднем для пробных площадей мощность торфа не превышает 0,6 м. В этом случае определенное значение для роста леса и накопления фитомассы может иметь близость к поверхности подстилающего минерального грунта, т. е. мощность торфа. Анализ данных табл. 3 показывает, что при выравнивании выборки включенных в анализ пробных площадей по мощности торфа коэффициент корреляции и коэффициент регрессии увеличиваются. При ограничении выборки пробных площадей по мощности торфа в пределах 0,15–0,25 м коэффициент корреляции между индексом NDVI и расстоянием до ближнего канала достигает 0,63 и достоверен на 5 % уровне значимости. В рассмотренных случаях коэффициенты регрессии отрицательные. Однако, учитывая тенденцию уменьшения коэффициента регрессии по абсолютной величине с увеличением диапазона мощности торфа, можно допустить, что при определенной комбинации опытных объектов коэффициенты регрессии могут принять положительное значение. Это необходимо учитывать при оценке влияния осушительной сети на водный режим почв и рост леса на мелкозалежных торфяниках [6, 7].

Индекс NDVI недостоверно или слабо достоверно на 5 % уровне значимости зависит от мощности торфа ($R = 0,29–0,37$; $R_{0,05} = 0,46–0,35$). В данном случае дифференцирование опытных объектов в выборках по расстоянию до осушительных каналов не выполнялось. При выравнивании выборки по признаку «расстояние до осушительных каналов» наблюдается усиление связи между индексом NDVI и мощностью торфа. Так, для 14 пробных площадей на водораздельной площади, расположенных вблизи осушительных каналов (удаление центров пробных площадей от осушителя 12–14 м), установлена достоверная линейная зависимость между NDVI и мощностью торфа (2)

$$y = -0,0808x + 0,5367 \quad (R = 0,68; \\ R_{0,05} = 0,53; R_{0,01} = 0,66), \quad (2)$$

где y – NDVI,

x – мощность торфа, м.

При аппроксимации зависимости между этими показателями степенной функцией теснота связи усиливается ($R = 0,75$; $R_{0,05} = 0,53$; $R_{0,01} = 0,66$).

При расстоянии между регулируемыми осушителями 120–130 м количество закладываемых на межканальном пространстве в полевых условиях опытных участков ограничено и обычно не превышает 5 пробных площадей. При оценке изменчивости значений пикселей на межканальном пространстве по космоснимкам количество сравниваемых рядов пикселей может быть существенно увеличено за счет использования снимков сверхвысокого разрешения и линейных опытных объектов – трансект. Регрессионный анализ зависимости средних значений индекса NDVI для 87 и 40 трансект от расстояния до ближнего канала показал следующее. Для совокупности 87 трансект наблюдается уменьшение среднего значения индекса NDVI по мере движения от каналов к середине межканальной полосы

$$y = -0,0009x + 0,6514 \quad (R^2 = 0,1363; \\ R = 0,37; R_{0,01} = 0,27). \quad (3)$$

Такая же закономерность наблюдается для совокупности 40 трансект

$$y = -0,0011x + 0,6203 \quad (R^2 = 0,3247; \\ R = 0,56; R_{0,01} = 0,39), \quad (4)$$

где x – удаление трансекты от канала, м;

Y – NDVI.

В обоих случаях связь слабая или средняя, по направлению отрицательная. Т. е., так же как и при использовании пробных площадей, подтверждается установленная выше закономерность, свидетельствующая о том, что фитомасса насаждений вблизи каналов больше, чем на середине межканального пространства. В то же время в данном случае связь достоверна на высоком (1 %) уровне значимости.

Оценка зависимости NDVI от степени канализации в границах квартала показала, что на водораздельных площадях с преимущественно мелкой залежью или с мелкой и средней залежью торфа коэффициент корреляции между данными показателями составляет около 0,30 ($R_{0,05} = 0,44–0,71$). Направленные связи положительное, т. е. чем больше

протяженность каналов на единице площади, тем больше индекс NDVI.

Для участков на надпойменных террасах такая тенденция может не сохраняться. Связь слабая, недостоверная и даже отрицательная, хотя коэффициенты регрессии в этом случае незначительны по величине

$$y = -0,0001x + 0,4712 \quad (R = 0,017; R_{0,05} = 0,67), \quad (5)$$

где x – степень канализации (км/км²);
 Y – NDVI.

Причина слабой связи между индексом NDVI и степенью канализации на надпойменных террасах, видимо, объясняется тем, что уровни почвенно-грунтовых вод здесь залегают в торфе, степень разложения которого в результате трансформации торфяной залежи после осушения достигает 55–60 % [8]. Вследствие быстрого подтока влаги по капиллярам над уровнем воды практически независимо от его колебания поддерживается высокая влажность. Запасы влаги в верхних горизонтах изменяются в течение периода вегетации незначительно. Это приводит к выравниванию водного режима в корнеобитаемой зоне на межканальной полосе и ослаблению связи между степенью канализации и индексом NDVI.

Из определения индекса NDVI следует, что при достаточной сомкнутости полога насаждений его величина в значительной степени определяется фитомассой листьев (хвои). Определение фитомассы компонентов дерева сопряжено с определенными трудностями. В то же время, получение таких оценок возможно на основе конверсионных коэффициентов [9, 10]. Используя такие коэффициенты и данные о запасе древесины на опытных участках вблизи осушительных каналов, получили массу хвои (листьев) на 1 га на этих участках. В зависимости от состава и типа леса на 14 пробных площадях этот показатель изменялся от 8,4 до 26,5 т/га. Сравнение индексов NDVI и массы хвои (листьев) на этих пробных площадях показало, что между этими показателями наблюдается достоверная положительная связь

$$y = 0,0022x + 0,4726 \quad (R^2 = 0,3274; R = 0,58; R_{0,05} = 0,53), \quad (6)$$

где x – фитомасса хвои (листьев), т/га;

Y – NDVI.

Установленная зависимость согласуется с известным представлением о вегетационном индексе NDVI как о косвенной характеристике продуктивности фитоценозов, в т. ч. лесных сообществ на объектах гидромелиорации. При наличии статистически достаточного количества тестовых объектов, для которых определены или рассчитаны характеристики компонентов фитомассы, возможно решение обратной задачи, т. е. получение уравнений для количественной оценки фитомассы по значениям индекса NDVI. Для объектов лесосошения это могут быть участки с различной степенью канализации, насаждения, отличающихся составом и производительностью, расположенные на различном удалении от осушительных каналов.

Таким образом, при гидроресомелиоративных исследованиях методами геоинформационных технологий и дистанционного зондирования в качестве объектов исследования возможно использование пробных площадей, узких трансект и лесных массивов в границах кварталов (полигонов). Традиционные пробные площади следует рассматривать как основной объект исследования и учетную единицу в полевых условиях и на космоснимках. В то же время, при изучении роста леса, реакции древостоев на осушение, элементов водного режима при малых расстояниях между каналами полезно использование узких трансект по снимкам сверхвысокого разрешения. Применение трансект позволяет увеличить количество учетных единиц (повторностей) на межканальном пространстве и повысить достоверность оценок тесноты связи между, например, значениями пикселей и их удалением от каналов на снимке.

При использовании полигонов, а не пробных площадей или трансект, изменчивость средних оценок значений пикселей уменьшается. По данным табл. 2 средние значения NDVI для кварталов изменяются от 0,43 до 0,49. Это приводит к ослаблению анализируемых связей между NDVI и степенью канализации в квартале. Однако в данном случае можно учесть влияние на рост леса

не только регулирующих осушителей, но и проводящей сети. Такой подход полезен при нерегулярном размещении осушительных каналов на осушаемой площади. При этом возможно использование лесостроительных материалов, характеризующих размеры и площадь кварталов и запасы древесины в их границах. Наконец, необходимо учитывать, что осушаются именно лесные массивы. Поэтому для получения реальных оценок лесоводственной эффективности осушения целесообразно использование не только пробных площадей, но и полигонов достаточной большой площади.

Заключение

При гидролесомелиоративных исследованиях на основе данных дистанционного зондирования и методов ГИС-технологий могут быть использованы традиционные пробные площади, трансекты или лесные массивы в границах кварталов (полигоны). Теснота связи между индексом NDVI (нормализованный разностный индекс растительности) и удалением пробных площадей или трансект от каналов или степенью канализации в границах квартала выше при использовании пробных площадей и трансект и ниже для выборок из полигонов.

Между индексом NDVI и фитомассой хвой (листвен) насаждения, полученной на основе конверсионных коэффициентов, установлена достоверная положительная связь ($R^2 = 0,3274$; $R = 0,58$; $R_{0,05} = 0,53$).

Независимо от вида опытных объектов (пробные площади, трансекты, полигоны) в средней подзоне тайги Республики Коми на объектах гидролесомелиорации на водораздельных площадях индекс NDVI больше на участках с большей степенью канализации и вблизи осушительных каналов. Это согласуется с базовыми положениями гидролесомелиорации о влиянии осушения на рост и производительность леса.

При использовании индекса NDVI для оценки влияния осушения на накопление фитомассы на мелкозалежных торфяниках необходимо учитывать мощность торфа. При ограничении выборки учетных единиц по мощности торфа теснота связи между индексом NDVI и показателями интенсивности осушения (удаление от осушительных каналов, степень канализации) увеличивается.

Библиографический список

1. Серов, А.В. Опыт определения состава насаждений / А.В. Серов, О.И. Попова, В.В. Пахучий // ArcReview. – 2005. – № 3. – С. 11.
2. Исследование влияния осушения на рост сосны с использованием ГИС и ДДЗ / Д.А. Шевелев // Сб. материалов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам НИР в 2013 г. – Сыктывкар: Сыктывкарский лесной институт, 2014. – С. 283–286.
3. Пахучий, В.В. Гидролесомелиоративное районирование Коми АССР / В.В. Пахучий, С.А. Созин, А.П. Урнышев // География и природные ресурсы. – 1990. – № 4. – С. 147–149.
4. Пахучий, В.В. Гидролесомелиоративное районирование Севера европейской части России / В.В. Пахучий // География и природные ресурсы. – 1996. – № 2. – С. 85–90.
5. Черепанов, А.С. Технология выявления медленных изменений в лесах по мультиспектральным космическим снимкам (на примере вымокания лесов) / А.С. Черепанов // Геоматика (Geomatics). – 2009. – № 3(4). – С. 66–75.
6. Пахучий, В.В. Влияние зольности торфа и глубины почвенно-грунтовых вод на рост сосновых древостоев на осушенных мелкозалежных торфяниках / В.В. Пахучий // Изв. вузов «Лесной журнал». – № 1. – 1987. – С. 13–15.
7. Пахучий, В.В. Оптимизация параметров осушительных систем на слабоотторфованных лесных землях / В.В. Пахучий // Изв. вузов «Лесной журнал». – № 1. – 1991. – С. 118–120.
8. Чиндяев, А.С. Трансформация торфяной залежи и древесного яруса еловых биогеоценозов под влиянием 30-летнего периода осушения // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2008. – № 3 (60). – С. 94–98.
9. Бобкова, К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов европейского северо-востока / К.С. Бобкова. – Л.: Наука, 1987. – 156 с.
10. Древесные ресурсы / К.С. Бобкова, П.А. Перчаткин, В.Ф. Свойкин // Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми (Дизайн. Информация. Картография). – М., 2000. – С. 331–368.

USING VEGETATIVE INDEXES FOR THE FOREST DRAINAGE RESEARCH

Pakhuchiy V.V., Prof. SPbFTU, Dr. Sci. (Agriculture)⁽¹⁾; **Pakhuchaya L.M.**, Assos. Prof. SPbFTU⁽¹⁾; **Shevelev D.A.**, pg. SPbFTU⁽¹⁾

pakhutchy@rambler.ru, pakhutchaya@rambler.ru, d-shevelev@agiks.ru

⁽¹⁾ Syktyvkar Forest Institute (branch) of Saint-Petersburg Forest Technical University of S.M. Kirov, 167982 Syktyvkar, GSP-1, Lenina street, 39

The methods of remote boring are increasingly used in silvicultural, ecological and forest inventory studies. The results of the research in the stands on the objects of forest drainage in the Kortkerossky forest area of the Komi Republic, the construction of a drainage network on which was made in 1976, are given. The possibility of application of the data on remote boring and geoinformation technologies at an assessment of drainage influence on the growth of the stands is considered. It is recommended to use various objects (in area and form) for the research: sample plots, forest massifs in compartments (polygons) and narrow transects. It is offered to use vegetative indexes, including NDVI – the normalized differential index of vegetation widely, during forest drainage research. The calculation of NDVI is made using two most stable regions of the spectral curve of the reflection of the plants, and thus high photosynthetic activity, associated with more productive plant communities, leads to a less reflection in the red region of the spectrum and a larger reflection in the infrared region of the spectrum. It has been found that the tightness of the link between NDVI and the removal of plots or transects from canals or degree of sewage within the boundaries of the forest compartment is higher when using sample plots and transects and lower for the samples of polygons. Regardless of the type of experimental objects (plots, transects, polygons) in the middle taiga subzone of the Komi Republic on the sites of forest in the watershed areas, the NDVI is greater at the sites with a greater degree of sanitation and near drainage channels.

Keywords: the Komi Republic, forest drainage, vegetative indexes, NDVI.

References

1. Serov A.V. Popova O.I. Pakhuchiy V.V. *Opyt opredeleniya sostava nasazhdeniy* [Experience determine the composition of stands] ArcReview. 2005, № 3, p. 11.
2. Shevelev D.A. *Issledovanie vliyaniya osusheniya na rost sosny s ispol'zovaniem GIS i DDZ* [Investigation of the effect of drainage on the growth of pine using GIS and remote sensing] Sb. materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava Syktyvkar'skogo lesnogo instituta po itogam NIR v 2013 g. [Coll. Proceedings of the Conference of the faculty of Syktyvkar Forest Institute on the results of research in 2013]. Syktyvkar: Syktyvkar forest institute, 2014, pp. 283-286.
3. Pakhuchiy V.V. Sozin S.A. Urnyshev A.P. *Gidrolesomeliativnoe rayonirovanie Komi ASSR* [Forest drainage zoning of the Komi ASSR] Geografiya i prirodnye resursy [Geography and natural resources]. 1990, № 4, pp. 147-149.
4. Pakhuchiy V.V. *Gidrolesomeliativnoe rayonirovanie Severa Evropeyskoy chasti Rossii* [Forest drainage zoning of the North European part of Russia] Geografiya i prirodnye resursy [Geography and natural resources]. 1996, № 2, pp.85-90.
5. Cherepanov A.S. *Tekhnologiya vyyavleniya medlennykh izmeneniy v lesakh po mul'tispektral'nym kosmicheskim snimkam (na primere vymokaniya lesov)* [Technology detect slow changes in the forests on multispectral satellite images (as example of waterlogging forests)] Geomatika [Geomatics]. 2009, № 3(4), pp. 66-75.
6. Pakhuchiy V.V. *Vliyanie zol'nosti torfa i glubiny pochvenno-gruntovykh vod na rost sosnovykh drevostoev na osushennykh melkozaleznykh torfyanikakh* [Effect of peat ash content and depth of groundwater on the growth of pine stands on drained shallow peatlands] Izv. vuzov Lesnoy zhurnal [News of HEINs Forest magazine]. 1987, № 1, pp. 13-15.
7. Pakhuchiy V.V. *Optimizatsiya parametrov osushitel'nykh sistem na slabootorfovannykh lesnykh zemlyakh* [Optimization of parameters of drainage systems on the shallow peat forest lands] Izv. vuzov Lesnoy zhurnal [News of HEINS Forest magazine]. 1991, № 1, pp. 118-120.
8. Chindyayev A.S. *Transformatsiya torfyanoy zalezhi i drevesnogo yarusa elovykh biogeotsenozov pod vliyaniem 30-letnego perioda osusheniya* [Transformation of peat deposits and spruce tree layer of biogeocenosis under the influence of a 30-year period of drainage] Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik. 2008, № 3 (60), pp. 94-98.
9. Bobkova K.S. *Biologicheskaya produktivnost' khvoynykh lesov Evropeyskogo Severo-Vostoka* [Biological productivity of coniferous forests of the European North-East]. Leningrad: Nauka, 1987. 156 p.
10. Bobkova K.S. Perchatkin P.A. Svoikin V.F. *Drevesnye resursy. Lesnoe khozyaystvo i lesnye resursy Respubliki Komi* [Wood resources / Forestry and forest resources of the Komi Republic]. Dizayn. Informatsiya. Kartografiya [Design. Information. Kartografiya]. Moscow: 2000, pp. 331-368.

УДК 626.8

ОСОБЕННОСТИ СОХРАНЕНИЯ И РЕСТАВРАЦИИ ВОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ САДОВО-ПАРКОВОГО И ЛАНДШАФТНОГО ИСКУССТВА

О.А. ДРОБНИЧ, *ген. директор ООО «Парковая реставрация»*⁽¹⁾*olga@parkrest.ru*⁽¹⁾ ООО «Парковая реставрация», 105082, г. Москва, Бакунинская ул., д. 82 стр. 1

Реставрация и сохранение объектов культурного наследия в области садово-паркового искусства и ландшафтной архитектуры – важная и сложная инженерная задача. Решение этой проблемы во многом связано с гидротехническими изысканиями и работами, поскольку в большинстве исторических объектов имеются те или иные водные сооружения. Трудно представить русскую усадьбу XVII–XIX вв. без водоема на территории. Зачастую водоемам отдавалась главенствующая роль в организации территории и ландшафтном обустройстве усадьбы. Следует отметить, что при проведении реставрации необходимо бережно относиться к реставрируемому объекту. На небольших объектах желательно использовать исторические технологии, ручной труд. При возникновении проблемы восстановления утраченных элементов к решению задачи надо подходить индивидуально, с проведением историко-культурных исследований, включающих натурные изыскания, подбор архивных, иконографических материалов, достаточных для обоснования восстановления утраченных элементов. Если таких данных недостаточно, восстановление возможно с привлечением и анализом аналогов. В статье выполнен подробный анализ работ по реставрации различных гидротехнических сооружений объектов садово-паркового и ландшафтного искусства, проведенных при участии и под руководством автора. Особое внимание уделено описанию работ по восстановлению усадеб Кусково и Лефортово. Подчеркивается неоценимый вклад профессора Е. Д. Сабо в проведение этих работ. В усадьбе Кусково в 2009 г. под его руководством был выполнен ряд эколого-инженерных и гидрологических изысканий с целью составления эскизного проекта восстановления водной системы усадьбы на момент пика ее развития, с учетом историко-архивных материалов, с внесением небольших изменений ввиду современного состояния территории объекта культурного наследия. Работы в усадьбе Кусково были выполнены позднее, в 2012 г. Под руководством Е.Д. Сабо было выявлено подтопление подпорной стенки плотины водами Нижнего пруда, проведено исследование утраченных или сильно искаженных элементов Плотины.

Ключевые слова: Водные объекты, гидротехнические мелиорации, гидротехнические сооружения, дренаж, реставрация, сохранение культурного наследия, ландшафтная архитектура, садово-парковое строительство.

Элементы, связанные с водой, имеются во многих садах и парках. Они играют значительную роль в формировании садово-паркового ландшафта, что отражено во многих статьях и книгах. Существуют также пособия, посвященные созданию водоемов и других водных устройств. Но их сохранению и реставрации как объектов культурного наследия уделяется значительно меньше внимания. Приступая к любым мероприятиям на объектах культурного наследия, следует учитывать их историко-культурную ценность и необходимость тщательных предпроектных исследований (инженерно-гидрологические, инженерно-гидротехнические, инженерно-экологические, инженерно-топографические, историко-культурные, историко-культурный опорный план, определение предмета охраны). Предмет **охраны объекта культурного наследия** – совокупность количественных и качественных характеристик объекта, от-

ражающих его особенности, послужившие основанием для включения данного объекта культурного наследия в единый государственный Реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, произвольное изменение и (или) утрата которых наносит вред объекту культурного наследия. Предмет охраны определяется на основе историко-культурных исследований, которые включают архивные, библиографические, натурные исследования, фотофиксацию, историко-ландшафтный анализ, схему развития территории, схему сохранности объекта культурного наследия, историко-культурный опорный план.

Что обычно считается предметом охраны водных элементов? Для водоема предметом охраны может быть:

- контур пруда;
- характер рельефа берегов и островов;

- место расположения плотин и дамб, фонтанов, водопадов, их конструкция и внешний облик;
- средний уровень воды;
- характер укрепления и оформления берегов;
- источники водного питания.

Проектом реставрации и приспособлениями для современного использования не должен быть нанесен урон объекту культурного наследия. Как это иногда бывает: «В процессе реставрации объект был утрачен». «Не навреди» – главный принцип реставрации. При определенных обстоятельствах при проведении реставрации возможно применение современных материалов без ущерба для объекта культурного наследия. При проведении работ по реставрации важно бережно относиться к предмету охраны. При возможности на небольших объектах рекомендуется использовать старинные технологии, ручной труд. Часто возникает проблема восстановления утраченных элементов. В каждом конкретном случае к решению этой проблемы надо подходить индивидуально. Для этого необходимо проведение историко-культурных исследований, включающих натурные изыскания, подбор архивных, иконографических материалов, достаточных для обоснования восстановления утраченных элементов. Если таких данных недостаточно, восстановление возможно с привлечением и анализом аналогов; возможно обоснованное использование и современных форм. Любые проектные решения подлежат государственной историко-культурной экспертизе (ИКЭ) и должны рассматриваться комиссией из трех независимых экспертов, утвержденных Министерством культуры Российской Федерации (МК РФ). При получении положительного заключения ИКЭ требуется согласование в органах охраны культурного наследия, которое и выдает разрешение на проведение работ по сохранению, реставрации и приспособлению объектов культурного наследия (ОКН). При реставрации особо ответственных объектов необходимо обсуждение в Научно-методическом совете при МК РФ.

При эксплуатации объектов культурного наследия, имеющих на своей территории пруды и другие водные элементы, важно их правильное содержание, квалифицированный текущий уход и ремонт. Проведение хозяйственных мероприятий не требует таких согласований, но при непрофессиональном подходе также может нанести значительный ущерб ОКН. Многие владельцы и пользователи парков с водоемами не всегда хотят возиться с уходом за ними, пытаются их засыпать, что совершенно недопустимо.

При эксплуатации водоемов и других водных объектов, а также при разработке зон охраны следует учитывать зависимость их как от грунтовых источников питания, так и от территории, подпитывающей их дождевыми и талыми водами. Часто застройка, устройство скважин, организация дождевой канализации и другие антропогенные факторы настолько негативно влияют на водное питание водоемов, что вызывают их полное осушение или подпитку из водопровода, что встречается не только в городах, но и сельской местности. Ценность воды возрастает с каждым годом, длительность засушливых периодов увеличивается, а водоемы – это «ловушки» и хранилища воды. Не зря почти в каждом усадебном парке, регулярном или пейзажном, были или маленький пруд-копань или целая водная система, которая могла включать традиционный каскад прудов с дамбами и водопадами, систему копаных прудов, каналов, фонтаны, источники, колодцы.

Остановлюсь на конкретном опыте проведения историко-культурных исследований, работ по сохранению, реставрации и приспособлению к современному использованию на двух отдельных объектах культурного наследия, включающих водные элементы, – усадьбах «Кусково» и «Лефортово» [1–4].

Водная система ансамбля усадьбы Кусково была заложена в XVI в. и представляла собой запруды на речке Голебянка при деревне Кусковой. Плоская переувлажненная местность изобиловала болотами и прудами.

дами, которые к XVIII в. занимали 26 десятин, покрытых мелколесьем. При создании ансамбля в первой половине XVIII в. первоочередной инженерной задачей было осушение территории. Эта задача была блестяще решена, причем не только с мелиоративным результатом, но и эстетическим. Почти квадратный участок усадьбы с садом окопали глубоким и широким обводным каналом. Из грунта, выбранного при его выкопке, был устроен грандиозный внешний вал, не только служивший границей усадьбы, но и отсекавший от нее воды поверхностного стока, идущего по поверхности с небольшим уклоном на юг, к пруду. Устройство валов и каналов – распространенный прием в России в XVIII в., очевидно, позаимствованный в Голландии, знаменитой своими «польдерными системами». В России этот прием встречался еще в XVII в., например, при устройстве Нового Иерусалима (ныне Истринский район Московской области). В частности, так был организован ландшафт около скита Никона в Новом Иерусалиме.

Восточная часть обводного канала выходила к северному берегу Большого Дворцового пруда, а западная – завершалась тупиком. Расположенный в непосредственной близости от него небольшой Голландский пруд соединялся с Дворцовым прудом своим каналом. Кроме канала был выкопан отдельно расположенный Итальянский пруд, также способствующий осушению юго-восточной части усадьбы и имеющий большое композиционно-планировочное значение в ансамбле.

В первой половине XVIII в. Большой Дворцовый пруд приобрел сложные геометрические очертания, характерные для стиля барокко. Прямоугольная восточная часть пруда была дополнена расширенной западной частью, южный берег которой представлял ломаную линию, образующую тупой угол и увеличивающую площадь этой части пруда. Почти в центре западной части пруда располагался островок, квадратный в плане, с дерновыми круглыми «Бастионами» по углам. С западной стороны через протоку пруд подпитывался водами верхней час-

ти каскада, расположенной к северо-западу и входившей в соседнее имение Перово. С юго-западной стороны к пруду примыкал залив свободных очертаний, в который впадал ручей, собирающий воду с увлажненной юго-западной части территории ансамбля. Залив Большого дворцового пруда, от которого начинался Вешняковский канал, имел сложный симметричный рисунок береговой линии в духе барокко.

Восточнее и ниже дамбы Большого Дворцового пруда водная система продолжалась небольшим прямоугольным прудом «Зеркалы», объединившим три пруда – «садка» для разведения рыбы. В XVIII в. Большой Дворцовый пруд и ручей за прудом «Зеркалы» соединяла водосбросная канава, частично сохранившаяся до настоящего времени.

Главная композиционно-планировочная ось всего ансамбля, центром которого являлся обширный Дворцовый пруд, объединял пейзажный парк Гай на севере, Регулярный сад, Дворец, пруд, залив Вешняковского канала, Вешняковский канал с гаванью и Вешняковскую перспективу. Перпендикулярно данной оси через пруд «Зеркалы», дамбу Большого пруда, остров с «Бастионами» пересекала дополнительная визуальная ось.

Большой Дворцовый пруд, по материалам историко-архивных изысканий и натурального обследования, в 1760-е гг. имел форму берегов, в целом сохранившуюся до наших дней. Все его берега, кроме Вешняковского залива, были с высокими и довольно крутыми дерновыми откосами. На северном берегу устроены дерновые набережные, окаймленные с обеих сторон, что читается в рельефе до сегодняшнего дня.

При облицовке берега бетонными плитами в 1980-е гг. форма пруда и рисунок береговой линии были сохранены, а уровень воды понижен.

Особый интерес вызывает ансамбль Голландского пруда (рис. 1), включающий собственно пруд с каналом, Голландский домик (1749), Столбовую беседку-галерею (1751, утрачена), Китайскую беседку (1751,

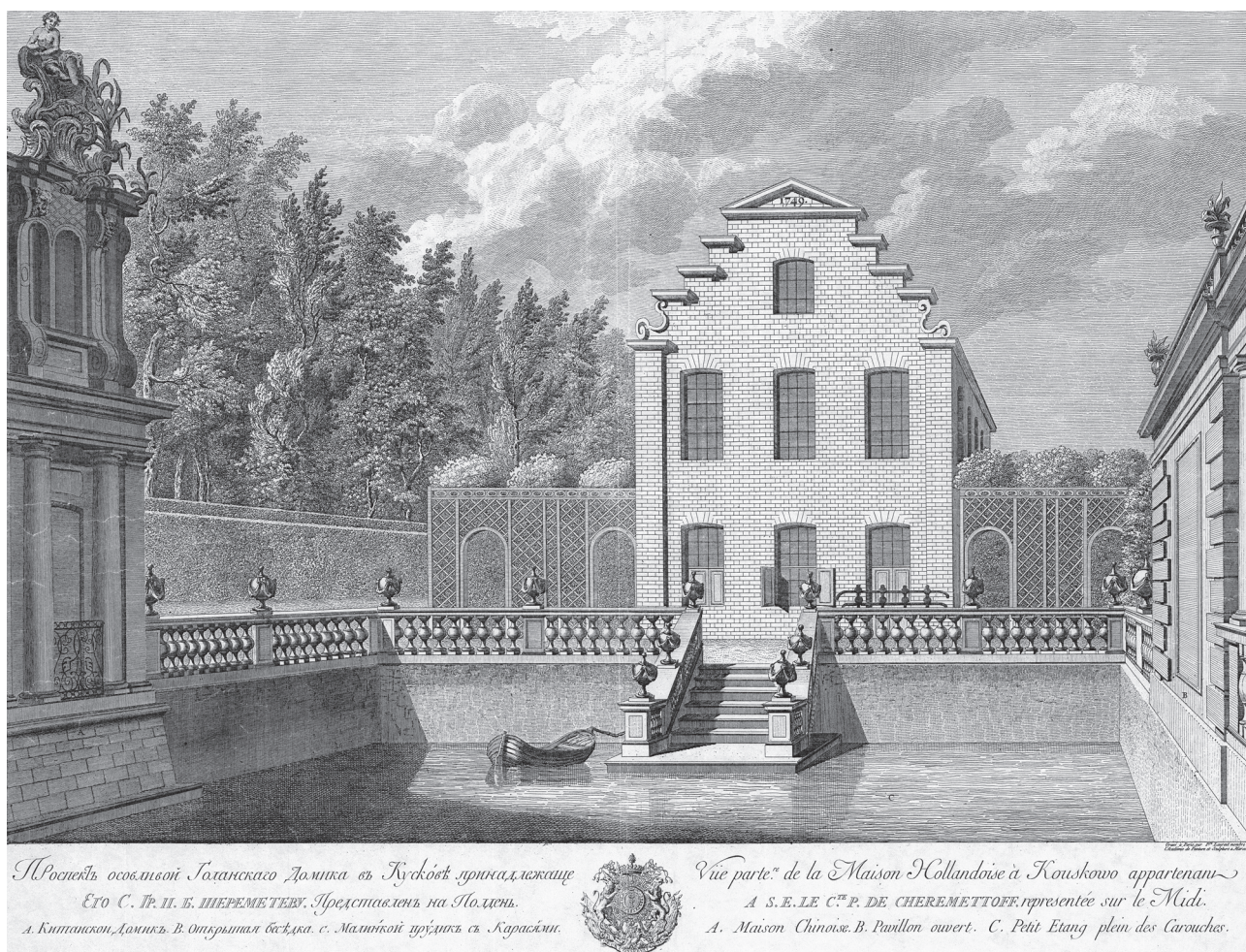


Рис. 1. Голландский домик с прудиком (гравюра, середина XIX в.)
Fig. 1. A Dutch house with a pond (engraving, mid 19th century)

утрачена), дерновые «Бастионы» на берегах канала, подъемный мост над каналом – первый из множества миниатюрных самостоятельных ансамблей, составляющих единое гармоничное целое ансамбля усадьбы Кусково. «Голландский ансамбль» выходит за пределы Регулярного сада, он функционально и визуально связан с главным въездом в усадьбу, с Большим Дворцовым прудом и островом, с «Бастионами», имитирующим маленькую крепость и находящимся на одной композиционной оси с Голландским домиком (рис. 1).

Этот ансамбль, занимающий юго-западный угол центральной части усадьбы, расположен на границе с владениями соседей и организует главный въезд, к которому подходят дороги из Москвы и близлежащего села Перово. Въезжающих в усадьбу встречали все атрибуты укреплен-

ного владения: высокий вал и глубокий ров, обозначающие границы усадьбы, дерновые «Бастионы» с пушками, дерновая крепость с бастионами на островке, подъемный мост через канал Голландского пруда. Эти шуточные атрибуты имели и функциональное значение – усадьба, окруженная с южной стороны обширным прудом, а со всех сторон высоким валом и глубоким рвом, частично заполненным водой, и имеющая два охраняемых въезда через подъемные мосты, была действительно надежно защищена от непрошенных гостей.

Перед въезжающими в усадьбу с одной стороны открывался простор Большого Дворцового пруда, а с другой – замкнутый, тесно застроенный «Голландский ансамбль», в котором перспектива маленького пруда-канала завершалась краснокирпичным Голландским домиком в окружении

симметрично расположенных, но абсолютно различных по архитектуре парковых павильонов – Китайской беседки слева и Столбовой беседки (по библиографическим документам – Дорической или Тосканской галереи) справа. Миниатюрная модель мира во времени, шутивное отражение («обманка») представления просвещенного русского барина XVIII в. о Древнем Востоке и Древнем Западе. И рядом – натуральная, реалистичная копия современной ему рациональной и трудолюбивой Голландии с настоящим каменным домом, прудом, причалом для лодок, садом, огородом, коровником, голландскими коровами и настоящим голландцем, который жил в построенном для него домике и ухаживал за этим маленьким кусочком Голландии.

По результатам проведенного историко-ландшафтного анализа можно сделать следующие выводы:

– Большой Дворцовый пруд был создан в первой половине XVIII в. на основе ранее существовавшего;

– форма пруда, рисунок береговой линии, композиционно-планировочное решение сохранились без изменений с 1760-х гг.;

– уровень воды, очевидно, несколько варьировался на протяжении 250 лет;

– берега были четко спланированы и одернованы, подводная часть могла иметь деревянное укрепление;

– оформление северного берега пруда изменялось в 1770-е гг. в связи со строительством нового главного дома: обширная пристань и ограждение с балясинами, соответствующее старому дому, заменены на небольшую пристань с металлическим ограждением, расположенным только в центральной части северного берега, поэтому воссоздание пристани и балюстрады на «период старого дома» (1740–1768 гг.) невозможно, т. к. при строительстве нового дома пристань и ограждение приобрели другие очертания, размеры и характер.

В 2009 г. под руководством профессора Е.Д. Сабо был выполнен ряд экологинженерных и гидрологических изысканий с целью составления эскизного проекта

восстановления водной системы усадьбы на момент пика ее развития, с учетом историко-архивных материалов, с внесением небольших изменений ввиду современного состояния территории объекта культурного наследия [5–7]. Объектами изысканий и проектирования послужили водная система реки Голедянки, Обводной канал и пруды «Радуга». Были предложены оригинальные решения по обводнению Овального пруда, канала «Вешняковская перспектива» и Собачьего прудика.

Второй объект, которого бы хотелось коснуться в рамках данной статьи – водная система Лефортовского дворцово-паркового ансамбля, расположенная на левом береговом склоне р. Яузы в районе Немецкой слободы. Эта усадьба начала создаваться на рубеже XVII–XVIII вв., когда на противоположном берегу по распоряжению Петра I возвели каменные палаты, вскоре подаренные царем А.Д. Меньшикову. При этих палатах был устроен регулярный сад, занимавший правый и левый берега реки. Сейчас от этого парка сохранился только пруд, называемый Меньшиковым. В те же годы на левом берегу Яузы, чуть ниже по течению, была построена усадьба графа Ф.А. Головина. Имение имело геометрически правильную планировку, парадный двор с каменными двухэтажными палатами выходил на прямоугольный пруд. В 1720-х гг. Петр I решил создать крупный дворцово-парковый ансамбль, для чего купил у потомков Ф.А. Головина усадьбу и соединил ее с левобережной частью сада Меньшикова. Эти работы были поручены голландскому ученому, основателю первого русского госпиталя, доктору Николасу Бидлоо. Лейб-медик английского короля Вильгельма III Оранского, разносторонне образованный и талантливый, Н. Бидлоо был приглашен царем в Россию еще в 1703 г. Благодаря сохранившимся архивным документам с указаниями и разъяснениям Петра I о производстве работ и ответов Н. Бидлоо воссоздается детальная картина задуманного ансамбля. Бидлоо поручалось сделать фигурный пруд, две плотины и фонтаны, вы-

копать каналы, посадить деревья. При этом подчеркивалась необходимость учитывать существующую ситуацию, следовать натуре для того, чтобы творить с пониманием. Петром I были даны конкретные указания об устройстве эрмитажей, прудке с каменной стенкой вместо деревянной, менажерее с решетками из железной проволоки. Вблизи мельницы предписывалось сделать грот. Петр I сам следил за воплощением своего замысла, о чем свидетельствуют замечания, присланные им из Петербурга, касающиеся, в частности, проекта беседок, выполненного архитектором И. Зарудным. Петр увязывал создание Головинского ансамбля с таким важным государственным делом, как постройка Ладожского канала: «Я надеюсь некогда ехать ... водою из Петербурга в Москву и выйти на берег в Головинском саду».

В парке предполагалось устройство двух плотин, обеспечивающих необходимый напор воды для фонтанов. Подпорные стены, поддерживающие верхнюю террасу сада, служили основой для размещения скульптурного убранства, ведущей темой которого являлась античная легенда о Геркулесе, с которым Н. Бидлоо сравнивал Петра I.

Первую плотину предполагалось оформить «фронтоншицем», изображавшим царя «с знаменьями истины и мудрости», а внутри грота, устроенного в подпорной стене – установить статую Геркулеса, победившего Цербера. У другого пруда проектировалась вторая плотина, посвященная богине любви Венере, статуя которой, окруженная золочеными фигурами дельфинов, должна была украшать грот подпорной стены.

По сторонам центральной группы намечалось установить «купиды золоченые, которые на лебедях венериних сидят» в окружении мощных фонтанных струй и каскадов.

Основные работы по созданию Головинского сада велись в 1722–1724 гг. под руководством Н. Бидлоо и «под главным смотрением» обер-коменданта Л.В. Измайлова. В это время были устроены 4 пруда, шли интенсивные работы на плотинах.

Смерть в начале 1725 г. помешала Петру I завершить начатое строительство.

В 1730–1741 гг. во время правления императрицы Анны Иоанновны границы усадьбы, получившей название Анненгоф, были расширены в несколько раз. В это время дальнейшие значительные изменения в облике дворцово-паркового ансамбля связаны с именем Ф. Растрелли.

В 1730 г. Ф. Растрелли составил проект переустройства комплекса в связи с увеличением его территории. Был изготовлен макет, на котором отражены террасы парка и новая планировочная структура, основой которой стали многочисленные водные элементы: каскад и Большой (Анненгофский) канал, фигурный Крестовый (Эполетный) пруд с гротом, Головинский пруд, Большой нижний пруд с островками и река Язуа.

В 1731 г. была реконструирована подпорная стенка плотины Крестового пруда, получившая с тех пор название «Грот Растрелли».

В связи с переездом Анны Иоанновны в Петербург и утратой интереса к московской резиденции интенсивно начатое в 1731 г. строительство решено было сократить, закончив лишь самое основное. В царствование Елизаветы Петровны был возведен ряд дворцовых зданий и реконструированы старые постройки. К середине XVIII в. Анненгофский ансамбль получил новый барочный облик. В 1770 г. был построен каменный дворцовый мост через Язуа. Большой ущерб комплексу нанес ряд пожаров, особенно грандиозный пожар 1771 г., после которого сохранились только некоторые каменные сооружения.

В 1778 г. на месте старого дворца Анны Иоанновны по проекту А. Ринальди был выстроен каменный Екатерининский дворец, его фасады заканчивал архитектор Д. Кваренги. В последние годы XVIII в. дворец использовался под казармы.

К рубежу XVIII–XIX вв. относятся два графических документа, зафиксировавших облик Плотины Венеры и послуживших опорным материалом для разработки проекта ее реставрации. В фондах ГНИМА

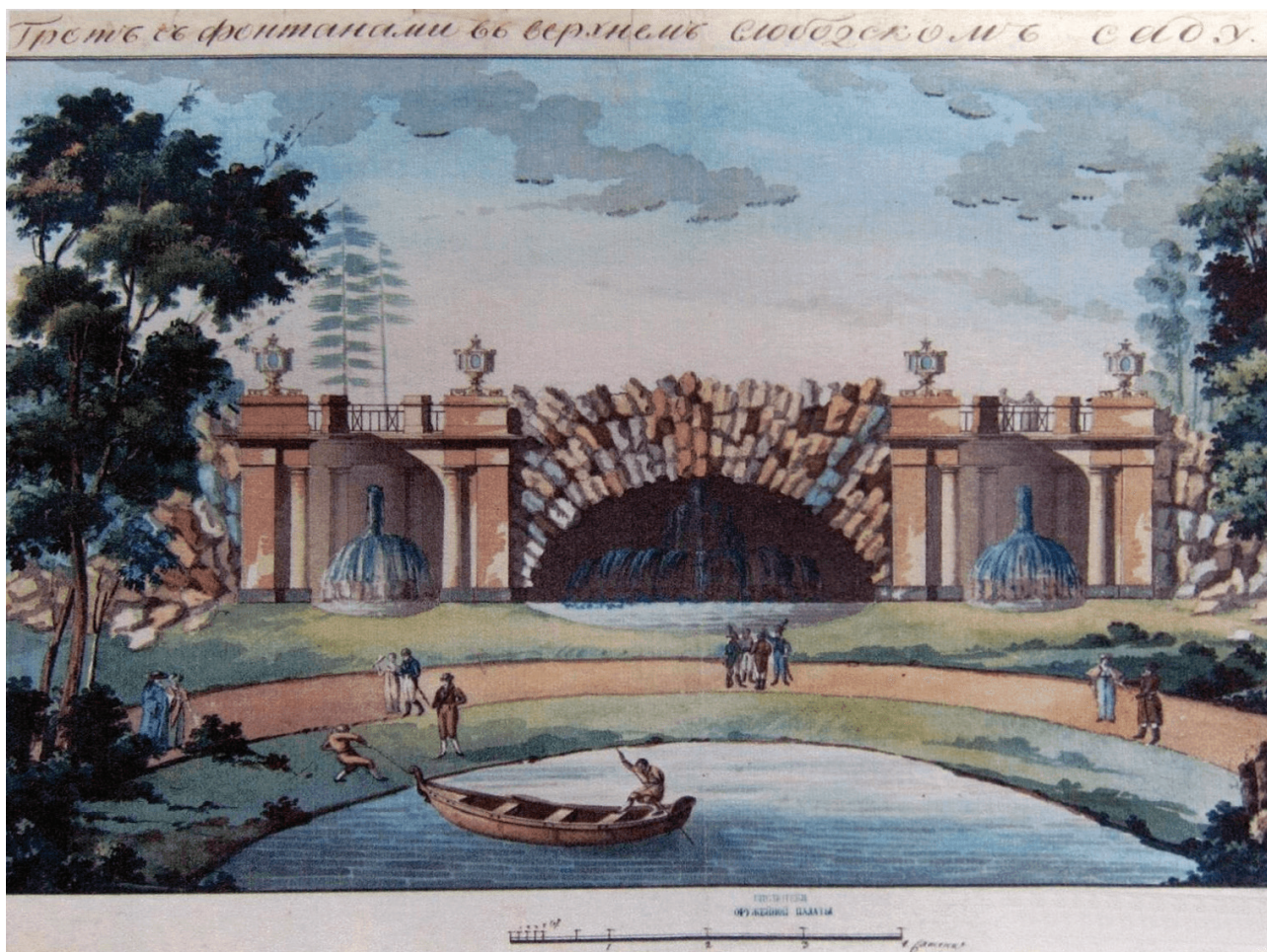


Рис. 2. Плотина Венеры (акварель, начало XIX века)
 Fig. 2. The dam of Venus (watercolor, beginning of 19th century)

сохранился чертеж 1805 г., а в собрании ИЗО ГИМ имеется акварель, датируемая началом XIX в. (рис. 2). Оба изображения зафиксировали вид Плотины Венеры, построенной в романтическом стиле и имевшей гротескное оформление гота, парапет с фонарями верхней площадки, облицованную белым камнем подпорную стену с колоннами и двумя фонтанами.

С 1824 г., согласно указу Александра I дворец был отдан под кадетский корпус, а территория Анненгофской роши обращена в поле для военных занятий, и финансирование текущих ремонтов из государственной казны прекратилось. В течение XIX в. ансамбль Лефортовского парка, переставший быть царской резиденцией, постепенно утрачивал былое величие. Плотина, как и другие сооружения сада, значительно обветшала, о чем свидетельствуют рапорты

архитекторов. После 1846 г. она была капитально отремонтирована без изменения облика. Последующие ремонты проводились в последней четверти XIX в. и на рубеже XIX–XX вв. К 1920-м годам подпорная стена плотины пришла в стадию активного разрушения. В 1926–1928 гг. в парке работала комиссия Музея коммунального хозяйства, обследовавшая садовые постройки. Тогда же в Лефортово были впервые проведены натурные археологические исследования. После этого были осуществлены мероприятия по укреплению и ремонту плотины. Но весенний паводок 1927 г. окончательно разрушил центральную часть сооружения. В результате ремонта 1928 г. заметно изменился и упростился архитектурный облик Плотины Венеры. В 1930-е годы был создан новый проект благоустройства парка. Архитекторы М.П. Коржев и М.И. Прохорова

превратили выдающийся садовый ансамбль в советский парк культуры и отдыха с установкой аттракционов и косметическим благоустройством. На семигранном острове была устроена танцевальная площадка. Подпорная стена плотины периодически подвергалась косметическим ремонтам, с 1970-х годов из-за их отсутствия началось заметное разрушение. В 1995–1996 гг. в связи с комплексом ремонтно-реставрационных работ на Гроте Растрелли и воссозданием партера между Головинским дворцом и гротом были проведены археологические изыскания под руководством археолога Е.И. Морева. В результате проведенных работ было установлено местоположение остатков фундаментов двух круглых садовых беседок, выявлены трассы подземных водоводов, питавших фонтаны, и распределительные колодцы. У Плотины Венеры обнаружен фундамент фонтана – круглые белокаменные плиты с отверстиями для пропуска трубы с водой. Проект охранных археологических мероприятий, разработанный Центром археологических исследований, определил концепцию восстановления водной среды ансамбля, позволявшую провести восстановительные работы и обеспечить требования законодательства по сохранению объектов археологического наследия. Более масштабные раскопки начались осенью 1999 г. и продолжались до конца 2000 г. В ходе раскопок была установлена ширина Анненгофского канала, определены береговые укрепления Анненгофского канала, Крестового и Головинского прудов, раскрыты элементы конструкций мостов, а также фундаменты других парковых сооружений XVIII в.: церкви Успения, лестницы Головинского дворца, оранжереи. Исследована площадка фонтанов у Грота Растрелли и Плотины Венеры. В ходе гидроархеологических работ была выполнена важнейшая задача – установление первоначальных отметок зеркала воды каждого пруда. Все археологические исследования служат важным опорным материалом для восстановления первоначального облика парка. В 1999–2003 гг. Центром археологи-

ческих исследований Главного управления охраны памятников Москвы (А.Г. Векслер, К.В. Воронин, В.Ю. Пирогов) в Лефортовском парке проведены обширные архитектурно-археологические исследования. На нижнем бьефе плотины, у подпорной стены были заложены 2 шурфа и исследованы остатки фонтанов. В центральной нише были обнаружены белокаменные фрагменты конструкций фонтанов: прямой бортик из белого камня, переходящий в полукруг радиусом 3,4 м, вымостка белокаменными и чугунными плитами, каменный желоб. В Проекте реставрации Плотины Венеры, выполненном в 2012 г. ООО «Парковая реставрация» по контракту с Московским государственным объединенным музеем «Коломенское–Люблино–Лефотово» (МГОМЗ), были учтены результаты данных археологических исследований, также выполнены архитектурно-археологические обмеры, проведен комплекс инженерных исследований и изысканий, включающих инженерно-геодезические изыскания, инженерно-экологические и гидрогеологические изыскания по телу плотины. По результатам инженерных и гидротехнических исследований под руководством Е.Д. Сабо было выявлено подтопление подпорной стенки плотины водами Нижнего пруда. При разработке проекта было проведено исследование утраченных или сильно искаженных элементов плотины. В составе сооружения существовали две лестницы для спуска к Нижнему пруду. Они зафиксированы архивными документами: в виде спусков на обе стороны плотины на чертеже 1723 г. Н. Бидлоо и на плане первой половины XVIII в. Следует отметить, что в документе 1723 г. расположение маршей показано с поворотом под прямым углом. В 1997 г. натурные исследования проводились в условиях водопонижения, что позволило обследовать скрытые водой нижние части плотины. Были выявлены два ряда белокаменного цоколя подпорной стены плотины и определены плановые границы боковых гротесков. Также были выявлены и зафиксированы фрагменты лестницы с плотины к Нижнему пруду, которые пред-

ставляли собой хорошо читаемые, хотя и находящиеся в аварийном состоянии, фрагменты белокаменного лестничного марша. Проектом предлагается восстановление архитектурного облика Плотины Венеры на начало XIX в. на основании историко-архивных материалов (акварель начала XIX в. с видом плотины Венеры, описания состояния плотины и ее элементов 1804, 1812 и 1835 гг.) и данных натурных исследований. На протяжении XIX в. облик сооружения сохранялся без изменений, а в XX столетии плотина разрушалась, при ремонтах заменялись строительные и отделочные материалы, были внесены новые элементы, искажающие облик памятника. Предусмотрена реставрация сохранившейся белокаменной кладки и декора и воссоздание утраченных элементов – белокаменных парапетных тумб и колонн, металлических ограждений, фонарей и гротескной кладки из бутового камня центральной и боковых частей. Предлагается воссоздание фонарей на основании их акварельного изображения и описания 1804 г., а также аналогов изделий из металла рубежа XVIII–XIX вв. для разработки деталей. Проектом предложено восстановление двух лестниц спуска к Нижнему пруду [8–13].

Евгений Дюльевич Сабо принимал участие во многих исследованиях и проектах реставрации водных элементов, выполненных нашей организацией. Кроме Кусково и Лефортово были исследованы (и даже восстановлены) значительные водные системы в известных усадьбах: Архангельское-Одинцово и Лопасня-Зачатьевское в Московской области, Домотканово и Берново в Тверской области. Благодаря профессионализму, эрудиции и высокой культуре Е.Д. Сабо удалось сохранить и вернуть к жизни немало объектов культурного наследия.

Библиографический список

1. Векслер, А.Г. Археологические исследования в Лефортовском парке / А.Г. Векслер, В.Ю. Пирогов // Русская усадьба. Сборник ОИРУ. – Вып. 8 (24). – М.: Жираф, 2001. – С. 290–299.
2. Векслер, А.Г. Археологические исследования в Лефортовском парке / А.Г. Векслер, В.Ю. Пирогов // Кадашевские чтения. Сборник докладов конференции. – Вып. 6. – М.: О-во сохранения лит. наследия. Издательство ОРПК «Кадашевская Слобода». 2010. – С. 58–69.
3. Вергунов, А.Г. Русские сады и парки. Академия наук СССР / А.Г. Вергунов, В.А. Горохов. – М.: Наука, 1988. – 418 с.
4. Круглый, А.А. Пруды Лефортовского парка // Старая Москва: Статьи по истории Москвы в XVII–XVIII вв. Труды общества изучения Московской области. – Вып. 5. – М., 1929. – С. 44–47.
5. Теодоронский, В.С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.С. Теодоронский, Е.Д. Сабо, В.А. Фролова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 352 с.
6. Сабо, Е.Д. Гидротехнические мелиорации объектов ландшафтного строительства: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е.Д. Сабо, В.С. Теодоронский, А.А. Золотаревский; под ред. Е.Д. Сабо. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
7. Кормилицына, О.В. Современные методы оценки состояния почв и грунтов урбанизированных территорий / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко, Д. Коолен // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 7. – С. 98–99.
8. Волшаник, В.В. Водная система русской усадьбы как часть историко-культурного ландшафта / В.В. Волшаник, О.С. Дмитриевна, М.В. Куликов и др. // Русская усадьба. – Вып. 10 (26). – М., 2004. – С. 64–67.
9. Дубяго, Т.В. Русские регулярные сады и парки / Т.В. Дубяго. – М.: Стройиздат, 1963. – 342 с.
10. Евангулова, О.С. Развитие дворцовых ансамблей Москвы в первой половине XVIII в. (Лефортово): дисс. ... канд. искусствоведения / О.С. Евангулова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – 16 с.
11. Евангулова, О.С. Архитектурный ансамбль Лефортово в петровскую эпоху / О.С. Евангулова // Сб. науч. тр. работ аспирантов Исторического ф-та МГУ – М.: МГУ, 1969. – 143 с.
12. Палентреер, С.Н. Приемы композиции подмосковных парков XVII и XVIII вв. (По матер. Архива древних актов, дополненным материалами Военно-исторического архива и обмерами с натуры): дисс. ... канд. искусствоведения / С.Н. Палентреер. – М., 1945. – 18 с.
13. Турчин, В.С. В окрестностях Москвы. Из истории русской усадебной культуры XVI–XIX вв. / В.С. Турчин, В.И. Шередега. – М.: Искусство, 1979. – 398 с.

FEATURES OF THE CONSERVATION AND RESTORATION OF WATER FEATURES
IN THE WORKS OF GARDEN ART AND LANDSCAPE CULTUREDrobnich O.A., «Park restoration»⁽¹⁾

olga@parkrest.ru

⁽¹⁾ «Park restoration», 105082, Moscow, Bakuninskaya str., 82, 1

Restoration and preservation of the cultural heritage in the field of landscape restoration and protection of cultural heritage, of garden art and landscape architecture is an important and challenging engineering task. The solution to this problem is largely due to hydro-technical researches and works, as most historical objects of them are composed include certain water facilities. It is hard to imagine a Russian estate of the 17-19th centuries with no water reservoir on its territory. Often ponds had a dominant role in the organization of the territory and landscape arrangement of the estate. It should be noted that when carrying out restoration one needs to treat the restored object carefully. On small objects it is desirable to use historical technologies, manual labor. When it occurs that there is a need to restore lost elements the solution of the problem must be treated individually, conducting historical and cultural research, including field observations, selection of archival, iconographic materials, sufficient to justify the recovery of lost items. If such data are insufficient, recovery is possible with the involvement and analysis of analogues. The article contains a detailed analysis of the restoration works of various hydraulic structures of the objects of garden art and landscape culture, conducted with the participation and under the supervision of the author. Special attention is paid to the description of works on restoration of the estate Kuskovo and Lefortovo. The invaluable contribution of Professor Eugene Gulevich Sabo clogs in the implementation of these works is highlighted. In 2009 under the guidance of E.G. Sabo a number of eco-engineering and hydrological surveys was made in Kuskovo for the purpose of preparing a conceptual design of the water recovery system of the estate at the peak of its development, taking into account the historical and archival materials, with minor changes, due to the current state of territory of the object of cultural heritage. Restoration works in Kuskovo were conducted later in 2012. Under the leadership of E. D. Sabo it was identified that there was a flooding of the retaining wall of the dam of the Lower pond, a study of lost or highly distorted elements of the Dam has been made.

Keywords: Water object, hydrotechnical melioration, waterworks, drainage, restoration, cultural heritage preservation, landscape architecture, landscape construction.

Referens

1. Veksler A.G., Pirogov V.Yu. *Arkheologicheskie issledovaniya v Lefortovskom parke* [Archaeological research in Lefortovo Park]. Russkaya usad'ba [Russian estate. The collection OIRU], no 8 (24), Moscow: Zhiraf, 2001, pp. 290-299.
2. Veksler A.G., Pirogov V.Yu. *Arkheologicheskie issledovaniya v Lefortovskom parke* [Archaeological research in Lefortovo Park]. Kadashevskie chteniya. Sbornik dokladov konferentsii [Kadashevskaya reading. The conference proceedings], no 6, Moscow: «Kadashevskaya Sloboda», 2010, pp. 58-69.
3. Vergunov A.G., Gorokhov V.A. *Russkie sady i parki. Akademiya nauk SSSR* [Russian parks and gardens. Academy of Sciences of the USSR]. Moscow: Nauka, 1988, 418 p.
4. Kruglyy A.A. *Prudy Lefortovskogo parka* [The Lefortovo Park ponds]. Staraya Moskva: Stat' i po istorii Moskvy v XVII-XVIII vv. V. 1. Trudy obshchestva izucheniya Moskovskoy oblasti. [Proceedings of the society for the study of the Moscow region], no 5, Moscow, 1929, pp 44-47.
5. Teodoronskiy V.S., Sabo E.D., Frolova V.A. *Stroitel'stvo i ekspluatatsiya ob'ektov landshaftnoy arkhitektury* [The construction and operation of objects of landscape architecture: a textbook for students. higher education institutions]. Moscow: Akademiya, 2006, 352 p.
6. Sabo E.D., Teodoronskiy V.S., Zolotarevskiy A.A. *Gidrotekhnicheskie melioratsii ob'ektov landshaftnogo stroitel'stva* [Hydrotechnical melioration objects landscape construction: a textbook for students of higher educational institutions]. Moscow: Akademiya, 2008, 336 p.
7. Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V., Koolen D. *Sovremennye metody otsenki sostoyaniya pochv i gruntov urbanizirovannykh territoriy* [Modern methods of assessing the state of soils of urbanized territories]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik. 2010, no. 7, pp. 98-99.
8. Volshanik V.V., Dmitrievna O.S., Kulikov M.V. i dr. *Vodnaya sistema russkoy usad'by kak chast' istoriko-kul'turnogo landshafta* [The water system of the Russian country estate as part of the historical and cultural landscape]. Russkaya usad'ba [Russian manor], no 10 (26), Moscow, 2004, pp. 64-67.
9. Dubyago T.V. *Russkie regulyarnye sady i parki* [Russian regular gardens and parks]. Moscow: Stroyizdat, 1963, 342 p.
10. Evangulova O.S. *Razvitie dvortsovykh ansambley Moskvy v pervoy polovine XVIII veka (Lefortovo): diss. ...kand. iskusstvovedeniya* [The development of the palaces of Moscow in the first half of the eighteenth century (Lefortovo): Thesis of candidate of arts]. Moscow: MGU, 1963, 16 p.
11. Evangulova O.S. *Arkhitekturnyy ansambl' Lefortovo v petrovskuyu epokhu* [The architectural ensemble of the Lefortovo in the Petrine era]. Collection of scientific works of the works of graduate students of Historical faculty of Moscow state University. Moscow: MGU, 1969, 143 p.
12. Palentreer S.N. *Priemy kompozitsii podmoskovnykh parkov XVII i XVIII vv. (Po materialam Arkhiva drevnikh aktov, dopolnennym materialami Voенно-istoricheskogo arkhiva i obmerami s natury). Diss. ... kand. iskusstvovedeniya* [Techniques of composition suburban parks XVII and XVIII centuries (On materials of the state archive of ancient documents, supplemented by materials from the Military historical archive and the measurements from nature). Thesis of candidate of arts]. Moscow, 1945, 18 p.
13. Turchin V.S., Sheredega V.I. *V okrestnostyakh Moskvy. Iz istorii russkoy usadebnoy kul'tury 16-19 vv.* [In the vicinity of Moscow. From the history of Russian estate culture XVI-XIX centuries]. Moscow: Iskusstvo, 1979, 398 p.

УДК 631.67

ЗАВИСИМОСТЬ РОСТА ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ОТ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В.С. МОРОЗОВА, асп. каф. почвоведения МГУЛ⁽¹⁾,

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ

Определение оптимальных параметров влажности почвы для выращивания декоративных растений является достаточно сложной задачей, поскольку происходит комплексное воздействие целого ряда природных и антропогенных факторов. Статья посвящена актуальной научной и практической задаче изучения параметров окружающей среды, а также степени их воздействия на выращиваемые растения. Этот анализ позволяет более эффективно оценить полученные результаты при натурных исследованиях, а выявленные зависимости могут служить основой при планировании оптимальных режимов орошения. Полевой эксперимент проводился с растениями рода *Tagetes* (*Tagetes patula* L.) – одними из наиболее популярных цветочных растений в городском озеленении. Взятые для исследования параметры растения отражают как его биометрические показатели, так и декоративность (высота растения, количество цветков и диаметр основного цветка). Результаты обработки полученных данных позволили выявить ряд зависимостей отдельных биометрических показателей от следующих природных факторов: суммы среднесуточных температур воздуха, суммы осадков, суммы дефицитов насыщения и общей облачности. Установлено, что с контролируруемыми биометрическими показателями наиболее тесная связь наблюдалась у суммы положительных температур воздуха, суммы осадков, суммы показателей недостатка насыщения влажности воздуха. Аналитическое выражение этого процесса описывается полиномиальными уравнениями второго порядка и подтверждается высокими значениями коэффициента детерминации R^2 . Достоверность полученных экспериментальных данных и выявленных зависимостей подтверждается соответствующими статистическими показателями. В результате проведенных исследований доказано безусловное влияние ряда природных факторов на рост и развитие растений рода *Tagetes* (*Tagetes patula* L.).

Ключевые слова: режимы орошения, биометрические показатели, *Tagetes*, природные факторы, коэффициент регрессии, климатические факторы.

Хорошо известно, что окружающая среда оказывает большое влияние на рост и развитие растений. Это положение в полной мере относится к ряду факторов, которые изучает гидрометеослужба страны. Оценкой взаимосвязи водного режима почв с состоянием растений в урбанизированной среде занимались многие исследователи [1, 2].

Отдельные исследователи полагают, что это воздействие не только многопланово, но и достаточно сложно. Так, Ю.А. Марков (1985) считает, что «определение оптимальных параметров влажности почвы для растений является довольно трудной задачей в связи с одновременным влиянием многочисленных и разнообразных факторов» [3].

Целью данного исследования было изучение влияния комплекса ряда природных факторов на посадки растений рода *Tagetes* [4]. Это впоследствии позволит эффективнее разделять между собой влияние природных и

антропогенных (в основном орошения) факторов.

Исследования проводились в центральной части Тверской области, в избыточно влажной зоне естественного увлажнения (по Д.И. Шашко) [5]. Методика полевого исследования и планирование эксперимента осуществлялось согласно [6].

В процессе проведения полевого эксперимента в течение вегетационного периода у растений регулярно измерялись следующие биометрические показатели:

- высота растения, мм,
- количество цветков, шт.,
- диаметр основного цветка, мм.

Динамика (ход роста) указанных биометрических показателей в течение вегетационного периода 2014 г. (начиная с первого дня посадки) отражена на графике (рисунок).

Аналитическое выражение этого процесса хорошо описывается приведенными

Выборочные показатели хода роста растений на контроле за период роста в 2014 г.
Certain indicators of the progress in the growth of plants under control of the growth period in 2014

Дата замера	Высота растения		Диаметр стебля		Количество цветков		Диаметр основного цветка	
	$x + mt_{m(0,05)}$, мм	$p_{(0,05)}$, %	$x + mt_{m(0,05)}$, мм	$p_{(0,05)}$, %	$x + mt_{m(0,05)}$, шт.	$p_{(0,05)}$, %	$x + mt_{m(0,05)}$, мм	$p_{(0,05)}$, %
01.06.2014	62,17±1,44	2,32	2,42±0,17	7,05	н/д	н/д	н/д	н/д
10.06.2014	99,33±2,06	2,08	2,62±0,12	4,60	н/д	н/д	н/д	н/д
15.06.2014	116,00±2,75	2,37	2,76±0,13	4,89	1,87±0,25	13,63	19,33±4,92	25,45
20.06.2014	154,33±1,88	1,22	3,60±0,15	4,24	3,13±0,23	7,49	25,00±1,96	7,84
25.06.2014	160,33±1,76	1,10	3,70±0,14	3,80	5,43±0,19	3,46	33,67±1,96	5,81
01.07.2014	176,00±1,58	0,90	3,90±0,17	4,33	7,37±0,36	4,89	40,17±1,17	2,91
05.07.2014	198,00±2,67	1,35	4,31±0,14	3,27	11,37±0,50	4,36	46,17±1,17	2,53
10.07.2014	241,33±7,72	3,20	4,71±0,23	4,90	15,67±1,66	10,57	49,17±1,94	3,94
20.07.2014	269,17±7,95	2,95	4,95±0,18	3,61	18,27±0,68	3,72	49,67±1,53	3,08
27.07.2014	282,67±9,36	3,31	5,22±0,14	2,72	19,17±0,89	4,64	50,50±2,03	4,02
01.08.2014	291,33±5,94	2,04	5,63±0,23	4,16	20,10±0,55	2,73	51,17±0,77	1,51
07.08.2014	303,83±9,27	3,05	6,20±0,13	2,15	20,93±0,76	3,63	51,67±0,97	1,88
14.08.2014	313,00±5,27	1,68	6,60±0,16	2,41	23,20±0,78	3,37	52,17±1,11	2,12
21.08.2014	320,67±5,63	1,75	6,84±0,15	2,12	24,53±0,76	3,11	52,83±1,36	2,57
25.08.2014	323,33±5,45	1,68	6,98±0,13	1,91	25,57±1,51	5,90	53,00±1,44	2,71
30.08.2014	329,17±3,40	1,03	7,08±0,12	1,66	26,37±1,34	5,08	53,33±1,61	3,01

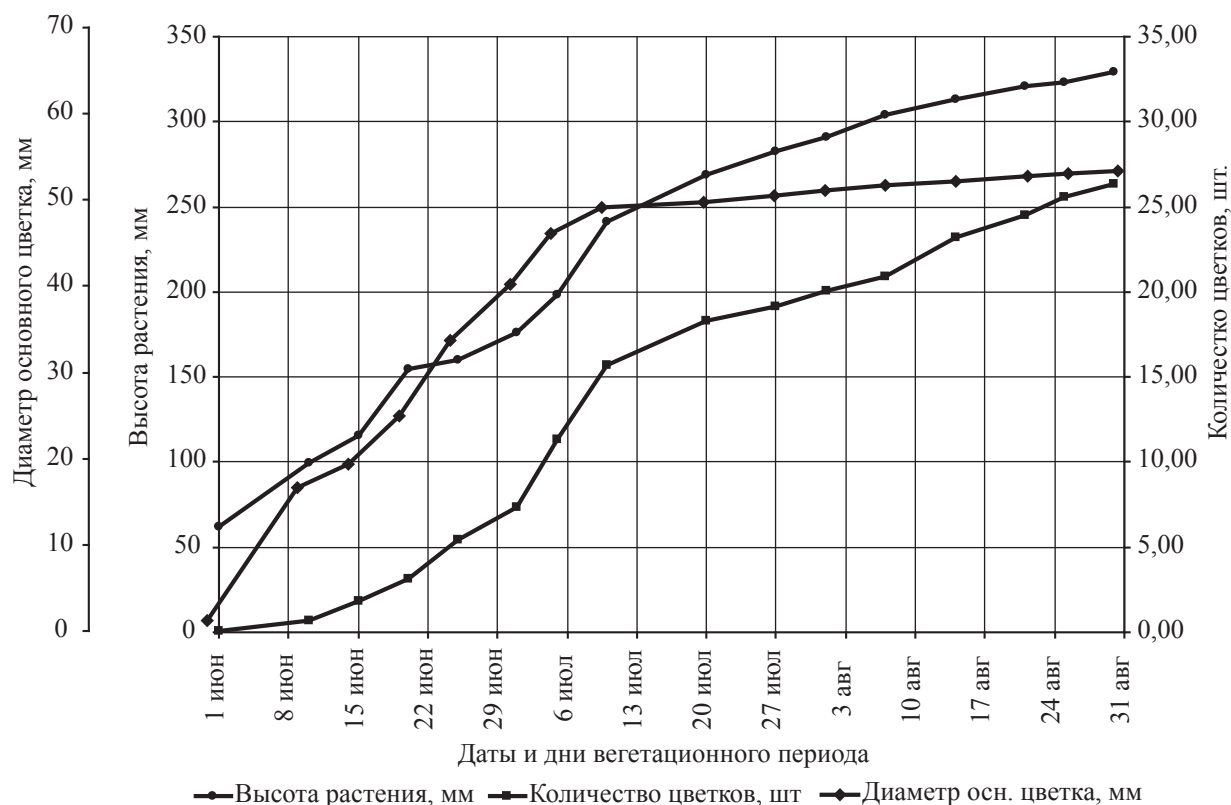


Рисунок. Ход роста и развития растений рода *Tagetes* на контроле в течение части вегетационного периода 2014 г.

Fig. The progress of the growth and development of the plants of the genus *Tagetes* under control during a part of the growing period of 2014

**Показатели значений климатических факторов нарастающим итогом
за различные периоды наблюдений**
The indicators of the values of climatic factors cumulatively for the different periods of observations

Год	Сумма среднесуточных температур воздуха выше 5° С	Сумма осадков, мм	Сумма показателей дефицита насыщения, гПа	Общая облачность, баллы
Вариант I (за период роста)				
2011	1755,5	278,5	732,7	372,0
2012	1579,4	322,2	551,8	349,0
2013	1664,6	153,4	696,3	370,0
2014	1632,5	166,2	862,4	409,0
Вариант II (за период роста плюс 2 недели)				
2011	1978,2	294,9	851,0	431,0
2012	1794,0	365,9	643,7	411,0
2013	1890,0	199,8	764,0	415,0
2014	1909,7	204,1	1023,3	472,0
Вариант III (за период роста плюс 1 месяц)				
2011	2170,5	314,9	945,6	491,0
2012	2001,3	396,4	744,8	473,0
2013	2160,4	208,1	927,8	486,0
2014	2098,9	217,1	1146,4	544,0
Вариант IV (за весь вегетационный период)				
2011	2305,3	316,2	1042,1	563,0
2012	2179,7	444,3	818,4	549,0
2013	2283,7	236,8	1005,6	557,0
2014	2268,2	220,9	1272,8	625,0

ниже полиномиальными уравнениями второго порядка (1–3), что подтверждается высокими значениями коэффициента детерминации R^2 [7, 8]

$$y_1 = -0,027x^2 + 5,546x - 51,795; R^2 = 0,991 \quad (1)$$

$$y_2 = -0,002x^2 + 0,461x - 2,955; R^2 = 0,972 \quad (2)$$

$$y_3 = -0,011x^2 + 1,507x + 2,719; R^2 = 0,974 \quad (3)$$

где y_1 – высота растения, мм,

y_2 – количество цветков, шт.,

y_3 – диаметр основного цветка, мм,

x – продолжительность вегетации, сут.

При обработке материалов исследований на основе планирования эксперимента мы стремились получить материалы с ошибкой в пределах до 5 % при уровне значимости 0,05 (по росту в высоту). Выборочные результаты измерений трех указанных показателей приведены в табл. 1.

Для выявления методов обработки гидрометеорологических материалов, которые могут обеспечить более тесную зависимость между суммой показателей за вегетационный период и конечными показателями хода роста и развития в отдельные годы, был

проведен сравнительный анализ четырех вариантов периода наблюдений:

I) период роста от даты посадки до даты последнего замера;

II) тот же период, но увеличенный на 2 недели;

III) тот же период, но увеличенный на 1 месяц;

IV) от устойчивого перехода суммы положительных температур воздуха ($> 5^\circ \text{C}$) до последнего замера (условно 31 августа).

Для проведения указанного анализа предварительно были обработаны (по указанным выше периодам) материалы гидрометеорологических наблюдений за 2011–2014 гг. (табл. 2).

Для дальнейшего сравнения были получены данные на конец периода роста, т. е., по сути дела, максимальные значения всех анализируемых показателей (табл. 3).

Окончательно решить вопрос о продолжительности периода, отличающегося наибольшей теснотой связи между приведенными показателями, можно по наибольшим

Максимальные показатели роста растений рода *Tagetes* на контроле за 2011–2014 гг.
The maximum growth of plants of the genus *Tagetes* under control during 2011-2014

Максимальные показатели роста	Показатели за годы исследований			
	2011	2012	2013	2014
Высота стебля растения, мм	414,0 ± 5,7* <i>p</i> = 1,4 %	352,5 ± 17,2* <i>p</i> = 4,9 %	340,3 ± 5,9* <i>p</i> = 1,7 %	329,2 ± 3,3* <i>p</i> = 1,0 %
Диаметр стебля, мм	8,8 ± 0,7* <i>p</i> = 7,9 %	5,7 ± 0,2* <i>p</i> = 3,5 %	6,5 ± 0,3* <i>p</i> = 4,6 %	7,1 ± 0,1* <i>p</i> = 1,4 %
Количество цветков, шт.	35,6 ± 3,0* <i>p</i> = 8,4 %	10,1 ± 0,6* <i>p</i> = 5,9 %	23,7 ± 3,7* <i>p</i> = 15,6 %	26,4 ± 1,3* <i>p</i> = 4,9 %
Диаметр основного цветка, мм	55,4 ± 2,4* <i>p</i> = 4,3 %	51,0 ± 1,7* <i>p</i> = 3,3 %	52,7 ± 1,6* <i>p</i> = 3,0 %	53,3 ± 1,5* <i>p</i> = 2,8 %

Примечания: знак * показывает, что результаты эксперимента обработаны при уровне значимости 0,05; точность результатов (*p*) приведена в % в тех же графах

**Показатели тесноты связи природных факторов и хода роста растений
рода *Tagetes* за период 2011–2014 гг. на относительном контроле**
**The indicators of the tightness of the connection of natural factors and plants growth
of the genus *Tagetes* for 2011-2014 under relative control**

Показатели роста	Период обработки метеоданных	Коэффициент парной корреляции <i>r</i> по видам метеоданных			
		Сумма температур более 5° С, °С	Осадки, мм	Сумма показателя недостатка насыщения, гПа	Общая облачность, баллы
Максимальная высота растения, мм	Вариант I	0,78	0,57	-0,14	-0,32
	Вариант II	0,57	0,44	-0,12	-0,25
	Вариант III	0,39	0,43	-0,23	-0,39
	Вариант IV	0,37	0,30	-0,22	-0,42
Максимальный диаметр основного цветка, мм	Вариант I	0,95	-0,14	0,60	0,88
	Вариант II	0,99	-0,30	0,58	0,37
	Вариант III	0,81	-0,30	0,52	0,30
	Вариант IV	0,88	-0,46	0,52	0,23
Максимальное количество цветков, шт.	Вариант I	0,92	-0,32	0,70	0,52
	Вариант II	1,00	-0,47	0,66	0,43
	Вариант III	0,88	-0,48	0,63	0,38
	Вариант IV	0,95	-0,62	0,62	0,32
Максимальный диаметр стебля, мм	Вариант I	0,93	0,00	0,53	0,35
	Вариант II	0,95	-0,16	0,53	0,35
	Вариант III	0,73	-0,17	0,45	0,25
	Вариант IV	0,80	-0,34	0,45	0,19

величинам R^2 , полученным в результате математической обработки 64 матриц исходных данных (табл. 4).

Результаты обработки материалов по контролю за 4 года показали, что лучшие результаты (наиболее тесные связи) были получены по следующим показателям:

- по ходу роста в высоту – для продолжительности периода обработки по варианту I;
- по ходу роста по диаметру – для продолжительности периода обработки по варианту I;
- по количеству цветков – для продолжительности периода обработки по варианту I и II;

Связь биометрических показателей растений рода *Tagetes* с природными факторами
The connection of the indicators of natural factors and of the growth
of the genus *Tagetes* plants for 2011-2014 under relative control

Биометрические показатели	Климатические показатели	Уравнения множественной линейной регрессии и коэффициенты детерминации	
Высота растения, мм	сумма температур более 5° С, °С	$y = 1,51x + 1115,10$	$R^2 = 0,60$
	сумма осадков, мм	$y = 1,25x - 220,28$	$R^2 = 0,33$
	общая облачность, баллы	$y = -0,38x + 710,79$	$R^2 = 0,17$
	сумма дефицита насыщения, гПа	$y = -1,01x + 1304,2$	$R^2 = 0,05$
Диаметр стебля, мм	сумма температур более 5° С, °С	$y = 54,99x + 1506,7$	$R^2 = 0,90$
	общая облачность, баллы	$y = 51,77x + 347,11$	$R^2 = 0,28$
	сумма дефицита насыщения, гПа	$y = 6,61x + 328,55$	$R^2 = 0,12$
	сумма осадков, мм	$y = -26,06x + 487,63$	$R^2 = 0,11$
Количество цветков, шт.	сумма дефицита насыщения, гПа	$y = 8,49x + 507,43$	$R^2 = 0,49$
	сумма температур более 5° С, °С	$y = 7,21x + 1720,30$	$R^2 = 0,99$
	общая облачность, баллы	$y = 1,23x + 345,59$	$R^2 = 0,27$
	сумма осадков, мм	$y = -5,96x + 447,26$	$R^2 = 0,38$
Диаметр основного цветка, мм	сумма дефицита насыщения, гПа	$y = 42,47x - 1544,2;$	$R^2 = 0,37$
	сумма температур более 5° С, °С	$y = 41,25x - 297,53$	$R^2 = 0,97$
	общая облачность, баллы	$y = 5,71x + 71,955$	$R^2 = 0,17$
	сумма осадков, мм	$y = -25,89x + 1679,3$	$R^2 = 0,21$

• по диаметру основного цветка – для продолжительности периода обработки по варианту I и II;

• по диаметру стебля – для продолжительности периода обработки по варианту I и II;

В связи с указанными результатами при дальнейшей обработке материалов за период эффективного влияния был принят вариант I, т. е. «период роста».

Кроме того, из табл. 4 следует, что наиболее тесная связь наблюдается у показателей связи максимальной высоты и суммы температур более 5° С, максимального диаметра цветка и суммы температур, максимального количества цветков и сумма температур более 5° С, максимального диаметра стебля и суммы температур.

По другим показателям можно отметить связь осадков и высоты, максимального диаметра цветка и суммы показателей недостатка насыщения, максимального количества цветков с суммой температур более 5° С, осадками, суммой недостатка насыщения и общей облачностью.

Максимальный диаметр стебля более надежно связан с суммой температур более 5° С и суммой показателя недостатка насыщения.

Для оценки степени влияния природных факторов на показатели роста растений рода *Tagetes* были использованы коэффициенты регрессии линейных уравнений, которые расположены ниже в порядке убывания степени влияния.

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать вывод о том, что наши исследования в избыточно увлажненной зоне с растениями рода *Tagetes* подтвердили безусловное влияние ряда природных факторов на рост и развитие этого растения.

При этом наибольшее влияние оказали такие климатические факторы, как сумма положительных температур воздуха, сумма осадков, сумма показателей дефицита насыщения влажности воздуха и в некоторых случаях общая облачность.

Наиболее отзывчивыми показателями роста и развития растений на температуру оказались высота ($r = 0,78$), диаметр стебля ($r = 0,95$), количество цветков (r приближается к 1) и диаметр основного цветка ($r = 0,99$).

На сумму осадков прилично отреагировали высота ($r = 0,57$) и количество цветков ($r = -0,62$).

На дефицит насыщения хорошо отреагировало количество цветков ($r = 0,70$),

средний диаметр стебля ($r = 0,53$) и диаметр основного цветка ($r = 0,60$).

На общую облачность средне отреагировало лишь количество цветков ($r = 0,52$).

Библиографический список

1. Кормилицына, О.В. Оценка водного стресса городских насаждений в зависимости от свойств почв / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко // Известия вузов. Лесной журнал. – 2008. – № 1. – С. 7–9.
2. Кормилицына, О.В. Некоторые аспекты расчета водного баланса урбанизированных территорий / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко // Известия вузов. Лесной журнал. – 2008. – № 1. – С. 9–14.
3. Марков, Ю.А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур / Ю.А. Мар-

ков. – Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1985. – 117 с.

4. Тавлинова, Г.К. Бархатцы / Г.К. Тавлинова. – М.: Центрполиграф, 2004. – 111 с.
5. Шашко, Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 247 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Мешалкина, Ю.Л. Математическая статистика в почвоведении: практикум / Ю.Л. Мешалкина, В.П. Самсонова. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 84 с.
8. Стоноженко, Л.В. Использование MS EXCEL и Statistica for Windows для решения задач лесного хозяйства и лесной промышленности: учеб. пособие / Л.В. Стоноженко, А.Н. Югов, В.Н. Карминов. – М.: МГУЛ, 2010. – 79 с.

THE DEPENDENCE OF THE GROWTH OF ORNAMENTAL PLANTS FROM ENVIRONMENTAL FACTORS

Morozova V.S., gr. MSFU⁽¹⁾

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institut'skaya st., 1, 141005, Mytischki, Moscow reg., Russia;

The determination of the optimal parameters of soil moisture for ornamental plants growing is quite a challenge, as there is a combined effect of a number of natural and anthropogenic factors. The article is devoted to the topical scientific and practical problems of studying environmental parameters, as well as their impact on the cultivated plants. This analysis allows to assess the results obtained in the field research more effectively, and identified relationships can serve as a basis for planning the optimal irrigation schedules. A field experiment was carried out with Tagetes (*Tagetes patula* L.) – one of the most popular flowering plants in urban landscaping. The parameters taken for research reflect both plants' biometric indicators and decorative (plant height, number of flowers and flower diameter core) ones. The results of processing of the data revealed a number of dependencies of individual biometric indicators on the following environmental factors: the amount of the average daily air temperature, amount of rainfall, the amount of saturation deficit and total cloud cover. It was found that the closest relationship to the controlled biometrics was observed in the amount of positive air temperature, amount of precipitation, the amount of performance to lack of saturation humidity. The analytical expression of this process is described by polynomial equations of the second order and confirmed by the high values of the coefficient of determination R^2 . Relevant statistical indicators confirm the validity of the experimental data and identified dependency. The research proved the absolute effect of a number of natural factors on the growth and development of Tagetes (*Tagetes patula* L.).

Keywords: biometrics, Tagetes, natural factors, the regression coefficient, irrigation regimes, climatic factors.

References

1. Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V. *Otsenka vodnogo stressa gorodskikh nasazhdeniy v zavisimosti ot svoystv pochv* [Assessment of Water Stress in Municipal Plantations Depending on Soil Properties]. *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal*, 2008, no 1, pp. 7–9.
2. Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V. *Nekotorye aspekty rascheta vodnogo balansa urbanizirovannykh territoriy* [Some Aspects of Water Balance Estimation in Urbanized Territories]. *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal*, 2008, no 1, pp. 9–14.
3. Markov Yu.A. *Programma i metodika issledovaniy po orosheniyu plodovykh i yagodnykh kul'tur* [The program and methodology of research on irrigation of horticultural crops]. Mikhurinsk: VNIIS im. I.V. Michurina, 1985, 117 p.
4. Tavlinova G.K. *Barkhattsy* [Tagetes]. Moscow: ZAO Tsentropoligraf, 2004, 111 p.
5. Shashko D.I. *Agroklimaticheskie resursy SSSR* [Agroclimatic resources of the USSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1985, 247 p.
6. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methodology field experience (the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
7. Meshalkina Yu.L., Samsonova V.P. *Matematicheskaya statistika v pochvovedenii: praktikum* [Mathematical statistics in soil science: studies. manual]. Moscow: MAKS Press, 2008, 84 p.
8. Stonozhenko L.V., Yugov A.N., Karminov V.N. *Ispol'zovanie MS EXCEL i Statistica for Windows dlya resheniya zadach lesnogo hozyaistva i lesnoy promyshlennosti* [Using MS EXCEL and Statistica for Windows to solve problems of forestry and forest industry]. Moscow: MGUL, 2010, 79 p.

УДК 631.67

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОРОШЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОДНОЛЕТНИХ ЦВЕТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РОДА TAGETES)

Е.Д. САБО, проф. МГУЛ, д-р техн. наук⁽¹⁾,
В.С. МОРОЗОВА, асп. МГУЛ⁽¹⁾,
В.Н. КАРМИНОВ, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,
О.В. МАРТЫНЕНКО, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ

Вода является одним из основных факторов развития и роста растений, поэтому изучению режимов орошения уделяется повышенное внимание. Без достаточного количества воды в клетках не могут происходить физиологические и биохимические процессы – это необходимо учитывать при выращивании любых видов растительной продукции. Однако избыток влаги так же губителен для растений, как и недостаток. С целью изучения влияния различных параметров орошения на рост и развитие растений была выбрана широко распространенная в городском цветочном озеленении культура – *Tagetes (Tagetes patula L.)*. При постановке полевого опыта учитывались такие параметры режимов орошения, как температура поливной воды, поливные нормы и число поливов. Детальное изучение климатических условий района проведения полевого эксперимента позволило наиболее эффективно оценить влияние природных факторов на рост и развитие растений. Проанализированы данные местной гидрометеослужбы за последние 35 лет – дана зональная и микроразональная характеристика района по системе Д.И. Шашко для более объективной оценки показателя увлажнения, проведен анализ вероятности превышения выборочных гидрометеорологических факторов за период полевых работ. При планировании опыта использовалось 9 вариантов полива и контроль, на котором орошение производилось по нормативам коммунальной службы (15 мм / 2 раза в месяц). Приведенные графики хода роста позволяют объективно оценить развитие ряда биометрических показателей исследуемых растений за период вегетации. В результате натурного полевого эксперимента установлен оптимальный режим орошения для выбранных растений и условий проведения эксперимента. С помощью регрессионного анализа получены математические модели связи естественных и искусственных факторов с биометрическими показателями исследуемых растений. Полученные взаимосвязи характеризуются высокими значениями коэффициента детерминации.

Ключевые слова: режимы орошения, *Tagetes*, поливные нормы, климатические факторы, биометрические показатели, декоративные растения.

Изучение влияния параметров орошения для растений, выращиваемых в открытом грунте, нельзя производить в отрыве от природных климатических условий. Необходимо четко определить природные условия, в которых проводились экспериментальные исследования. Из региональных литературных источников известно, что центральная часть Тверской области относится к зоне избыточного увлажнения. Для уточнения этого положения мы произвели расчеты показателя естественного увлажнения (по Д.И. Шашко) непосредственно для объекта исследований для следующих периодов [1–3]:

- среднего многолетнего;
- годового для каждого года исследований (2011, 2012, 2013 и 2014);
- для всего вегетационного периода каждого года исследований (от даты перехо-

да средних суточных температур воздуха через 5° С до момента выкопки растений, т. е. 31 августа);

- среднего месячного показателя каждого месяца и каждого года фактического роста растений, т. е. за июнь, июль и август (табл. 1).

Показатель увлажнения (табл. 1) в значительной степени зависит от того периода, для которого он рассчитывается.

Так, например, весь 2011 г. можно отнести к влажной зоне. Но если взять отдельно лишь вегетационный период, то его уже можно отнести к полувлажной зоне. То же самое можно сказать и о более мелких периодах роста – месячных. В том же году июнь можно отнести к избыточно влажной зоне, июль – к засушливой, а август – к полувлажной.

Зональная и микрозональная характеристика района исследований

Zonal and microzonal characteristic of the study area

Год исследований	Показатель увлажнения по периодам, гПа/зона				
	Год	Вегетационный период	Июнь	Июль	Август
2011	0,50 Влажная	0,30 Полузасушливая	0,66 Избыточно влажная	0,19 Засушливая	0,34 Полузасушливая
2012	0,86 Избыточно влажная	0,54 Влажная	0,75 Избыточно влажная	0,44 Полувлажная	0,60 Влажная
2013	0,48 Влажная	0,24 Засушливая	0,21 Засушливая	0,35 Полузасушливая	0,11 Сухая
2014	0,28 Полузасушливая	0,17 Засушливая	0,24 Засушливая	0,16 Засушливая	0,18 Засушливая

Из этого примера хорошо видна гибкость системы Д.И. Шашко, а также то, что в течение только летнего периода растения могут страдать как от избытка влаги (июнь), так и от недостатка ее (июль и август).

Для вычисления показателя увлажнения использовалась формула Д.И. Шашко (1)

$$M_d = p / \sum d, \quad (1)$$

где M_d – показатель увлажнения;

p – среднее годовое количество осадков, мм (682,7);

$\sum d$ – сумма показателей недостатка насыщения за тот же период, гПа (1099,6).

При этом средний многолетний (за 34 года) показатель увлажнения оказался равным 0,63.

Этот показатель говорит о том, что район исследования находится в зоне избыточного увлажнения, а именно, в той ее трети, которая лежит ближе всего к соседней влажной зоне.

Кроме того, не менее важно знать вероятность появления таких условий в многолетнем разрезе. Определение вероятности мы провели по формуле Н.Н. Чегодаева (2)

$$P_{\%} = (m - 0,3) / (N + 0,4) \cdot 100, \quad (2)$$

где $P_{\%}$ – вероятность превышения значений выбранного показателя за конкретный год, %;

m – порядковый номер члена ряда в сформулированном ряду;

N – общее число членов ряда.

Из сказанного видно, что прежде всего необходимо построить сформированные (или ранжированные) ряды интересующих

нас показателей. В качестве примера приведем сформированный ряд годовых показателей по осадкам за 35 лет наблюдений (с 1980 по 2014) с округлением до десятых (табл. 2).

Из приведенных материалов хорошо видна вероятность превышения годовых осадков за каждый год наблюдений. При этом для нас наиболее интересными являются годы проведения экспериментальных исследований и вероятность их наступления.

Так, например, такой дождливый год, как 2012, имеет вероятность превышения 2 % и, следовательно, вероятность появления 1 раз в 50 лет, т. е. достаточно редко. Другой, 2011 г., имеет вероятность превышения годовых осадков 57,3 %, т. е. близкий к среднему. Вероятность наступления такого года оценивается в 1,7 года, т. е. почти каждый второй год. Наконец, 2013 г. характеризуется вероятностью превышения 71,8 %, т. е. ожидать наступления такого события можно каждые 1,4 года. В этом отношении 2011 и 2013 гг. близки друг к другу [4].

Таким же образом, но только за период вегетации, были обработаны и другие показатели по природным факторам, а их совокупность дает однозначное представление о вероятности наступления аналогичных лет (табл. 3).

Из табл. 3 хорошо видно, что очень часто годовые показатели больше или меньше, но отличаются друг от друга. Поэтому исследователям, работающим с растениями и ориентирующимся на годовые гидрометеорологические материалы, это обстоятельство

необходимо учитывать, т. к. растения развиваются именно в течение вегетационного периода. Наиболее сильные различия в два и более раза по вероятности превышения наблюдались по сумме положительных температур в 2013 г., по сумме осадков (почти в пять раз) – в 2012 г., по сумме дефицита насыщения – в 2014 г., по общей облачности – в 2012 г.

Охарактеризовав таким образом комплекс природных условий, т. е. факторов окружающей среды, влиять на которые мы не

можем, следует переходить к определению влияния поливных норм и температуры оросительной воды на рост растений. Всего было запланировано 9 вариантов режимов орошения и один контроль, который поливался по нормам коммунального хозяйства, а именно, по 15 мм 2 раза в месяц.

Варианты режимов орошения были таковы:

- температура поливной воды в среднем 26 °С, 16 °С и 6 °С;
- норма полива, позволяющая поддерживать влажность почвы в корнеобитаемом слое на уровне около 100 %, 80 % и 60 % от наименьшей влагоемкости.

О результативности каждого варианта можно судить по данным статистической обработки элементов хода роста на момент выкопки растений (31 августа 2013 г.), а также графиков хода роста.

В качестве элементов хода роста рассматривались (рисунок):

- высота растений,
- диаметр стебля,
- диаметр основного цветка,
- количество цветков.

Даже беглый просмотр графиков позволил судить о том, что наибольшие различия наблюдаются по количеству цветков и диаметру стебля, меньше – по высоте растений и совсем мало – по диаметру основного цветка. Окончательно и объективно решить вопрос можно на основе определения коэффициента достоверности различия, используя для этого *t*-критерий Стьюдента.

Начнем с диаметра основного цветка, мм. Наиболее крупное среднее значение основного цветка (54,67 мм) было получено при поливе водой $t = 26$ °С при поддержании влажности почвы в ~ 80 % от наименьшей влагоемкости. Стандартная ошибка при этом составила 1,14 мм. В то же время на контроле (худший вариант) средний диаметр цветка достиг 52,67 мм при стандартной ошибке 0,83 мм. В результате расчета получаем $t = (54,67 - 52,67) / (1,14^2 + 0,83^2)^{0,5} = 1,42$, что соответствует (при стандартной ошибке) всего 0,2 уровня значимости, что гораздо ниже $t_{0,05} = 2,15$. Уже из этого расчета видно, что различия в диаметре цвет-

Т а б л и ц а 2

Пример обработки данных по несвязным рядам
Sample data on disconnected series

№	Годовые осадки в убывающем порядке, мм	Вероятность превышения, P, %	Год наблюдений
1	925,1	2,0	2012
2	894,0	4,8	1990
3	889,3	7,6	1980
4	888,5	10,4	2004
5	857,5	13,3	2009
6	850,1	16,1	1981
7	776,6	18,9	2008
8	771,7	21,8	1985
9	748,7	24,6	1997
10	744,8	27,4	2003
11	740,2	30,2	1983
12	718,2	33,0	1989
13	710,7	35,9	2006
14	698,0	38,7	2010
15	682,7	41,5	2001
16	679,5	44,4	1982
17	673,4	47,2	2007
18	669,6	50,0	1986
19	667,2	52,8	1998
20	660,5	55,6	2011
21	659,6	58,5	1991
22	644,4	61,3	2005
23	634,1	64,1	1993
24	632,0	67,0	2000
25	621,1	69,8	2013
26	609,1	72,6	1984
27	566,0	75,4	1988
28	565,2	78,2	1987
29	545,7	81,1	1995
30	539,4	83,9	1994
31	524,6	86,7	1996
32	523,2	89,6	1992
33	480,5	92,4	2014
34	451,1	95,2	2002
35	450,6	98,0	1999

**Вероятность превышения выборочных гидрометеорологических факторов
в годы проведения полевых экспериментов**
The probability of the exceedence of sample meteorological factors in the years of field experiments

Гидрометеофактор	Вероятность превышения, % (числитель); вероятность появления 1 раз в п лет (знаменатель) при расчете по годам и вегетационным периодам							
	по годам, в годы				по вегетационным периодам, в годы			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Сумма положительных температур воздуха больше 5 °С, °С	<u>13,3</u> 7,5	<u>18,9</u> 5,3	<u>27,4</u> 3,6	<u>24,6</u> 4,1	<u>7,6</u> 13,2	<u>30,2</u> 3,3	<u>13,3</u> 7,5	<u>21,8</u> 4,6
Сумма осадков, мм	<u>55,6</u> 1,8	<u>2,0</u> 50,0	<u>69,8</u> 1,4	<u>92,4</u> 1,1	<u>61,3</u> 1,6	<u>10,4</u> 9,6	<u>81,1</u> 1,2	<u>89,6</u> 1,1
Сумма показателей дефицита насыщения, гПа	<u>16,1</u> 6,2	<u>47,2</u> 2,1	<u>18,9</u> 5,3	<u>2,0</u> 50,0	<u>13,3</u> 7,5	<u>38,7</u> 2,6	<u>18,9</u> 5,3	<u>4,8</u> 20,8
Суммарный показатель общей облачности, баллы	<u>69,8</u> 1,4	<u>30,2</u> 3,3	<u>78,2</u> 1,3	<u>33,0</u> 3,0	<u>47,2</u> 2,1	<u>61,3</u> 1,6	<u>55,6</u> 1,8	<u>24,6</u> 4,1

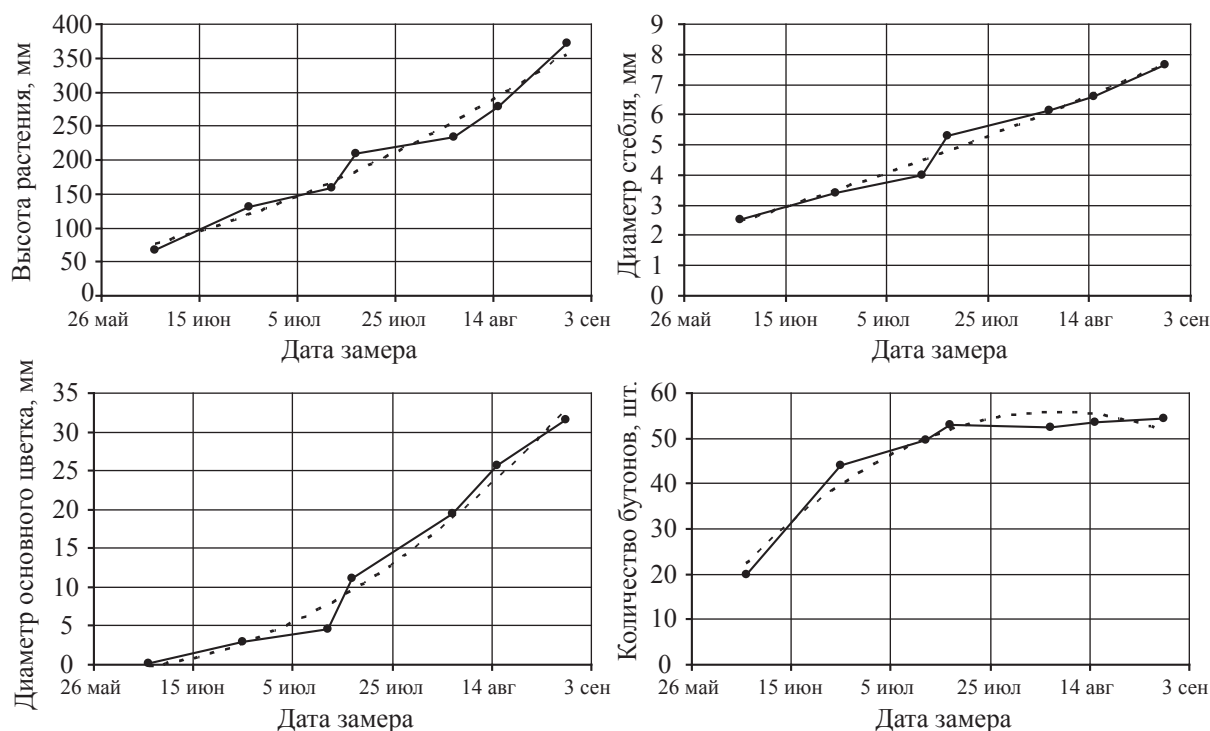


Рисунок. Динамика развития биометрических показателей растений рода *Tagetes* в 2013 г.
Fig. The dynamics of the biometric indicators plants of the genus *Tagetes* in 2013

ка во всех остальных случаях на уровне $t_{0,05}$ недостоверны.

Обратим внимание на количество цветков. Для лучшего понимания результатов расчетов приведем их в виде матрицы коэффициентов различия для уровня значимости при стандартной ошибке.

По аналогии с диаметром цветка определим коэффициент достоверности разли-

чия количества цветков между лучшим вариантом и контролем при уровне значимости ошибки 0,05

$$t = (34,07 - 23,73) / ((0,43 \cdot 2,15)^2 + (1,87 \cdot 2,15)^2)^{0,5} = 2,51,$$

т. е. в данном случае различие достоверно на уровне значимости 0,05, т. к. $2,51 > 2,15$.

На следующем этапе проведем аналогичные расчеты по диаметру стебля (табл. 5)

Т а б л и ц а 4

**Матрица коэффициентов достоверности различия количества цветков (числитель)
и вероятность различия, % (знаменатель)**
**The matrix of the coefficients of significant differences in the number of flowers (the numerator)
probability of differences, % (denominator)**

Влажность почвы относительно наименьшей влагоемкости, %	Показатели при температуре поливной воды, °С		
	6	16	26
Около 100	<u>1,23</u>	<u>0,32</u>	<u>0,44</u>
Около 80	78,13	25,10	34,01
	<u>0,72</u>	<u>1,20</u>	<u>0,95</u>
Около 60	52,85	76,99	65,79
	<u>0,64</u>	<u>4,63</u>	<u>4,44</u>
Контроль	47,78	> 99,99	> 99,99

Т а б л и ц а 5

**Матрица коэффициентов достоверности различия диаметра стебля, мм (числитель)
и вероятности различия, % (знаменатель)**
**The matrix of the coefficients of significant differences in the stem diameter, mm (the numerator)
probability of differences, % (denominator)**

Влажность почвы относительно наименьшей влагоемкости, %	Показатели при температуре поливной воды, °С		
	6	16	26
Около 100	<u>0,21</u>	<u>0,94</u>	<u>1,90</u>
Около 80	16,63	65,28	94,26
	<u>0,62</u>	<u>0,98</u>	<u>1,78</u>
Около 60	46,47	67,29	92,49
	<u>1,79</u>	<u>1,85</u>	<u>2,36</u>
Контроль	92,65	93,57	98,17

Т а б л и ц а 6

**Матрица коэффициентов достоверности различия высоты стебля (числитель) и вероят-
ность различия, % (знаменатель)**
**The matrix of the coefficients of significant differences in the stem height (numerator)
probability of differences, % (denominator)**

Влажность почвы относительно наименьшей влагоемкости, %	Показатели при температуре поливной воды, °С		
	6	16	26
Около 100	<u>1,23</u>	<u>0,32</u>	<u>0,44</u>
Около 80	78,13	25,10	34,01
	<u>0,72</u>	<u>1,20</u>	<u>0,95</u>
Около 60	52,85	76,99	65,79
	<u>0,64</u>	<u>4,63</u>	<u>4,44</u>
Контроль	47,78	> 99,99	> 99,99

Наиболее значительные различия в диаметре стеблей наблюдаются при высоких температурах поливной воды и контролем (табл. 5). Различия в зависимости от влажности почвы наблюдаются при температуре воды 26 °С. Для полноты картины проведем аналогичные расчеты для высоты растений (табл. 6).

Анализ табл. 5, 6 показывает, что наиболее информативной является таблица с коэффициентами достоверности различия количества цветков, особенно при повышенных температурах поливной воды. Поэтому, используя данные по количеству цветков, посмотрим, как реа-

гирует этот показатель на температуру поливной воды.

Проведенные дальнейшие расчеты показали, что влияние температуры поливной воды тесно связано с влажностью корнеобитаемого горизонта почвы. Так, при влажности около 60 % от наименьшей влагоемкости наибольшее различие (хотя и весьма скромное) показал переход температуры от 6 °С к 16 °С при коэффициенте достоверности различия всего 1,30 и вероятности 80,6 %.

Наилучшие результаты были отмечены при влажности почвы около 80 % от наименьшей влагоемкости. Так, переход от 6 °С к 16 °С охарактеризовался коэффициентом достоверности различия 4,22, или вероятностью более 99,99 %. Переход от 16 °С к 26 °С показал коэффициент достоверности различия 2,47, или вероятность 98,6 %.

При влажности почвы около 100 % от наименьшей влагоемкости переход от 16 °С к 26 °С охарактеризован коэффициентом достоверности различия 1,86, или вероятностью 93,7 %.

Продолжая рассмотрение результатов замеров 2013 г. можно сделать вывод, что наилучшие показатели роста и развития были достигнуты при влажности почвы около 80 % от наименьшей влагоемкости при температуре поливной воды 16 °С и 26 °С.

При искусственном орошении при одновременном влиянии естественных источников увлажнения большое значение приобретает тот показатель, который характеризуется наибольшей теснотой связи, выраженной через R^2 , поэтому были составлены и просчитаны 36 уравнений первого, второго и третьего порядков, охватывающие 3 вида аргументов:

- осадки за период роста, мм;
- полив в течение оросительного периода, мм;
- КПУ – комплексный показатель увлажнения, включающий сумму осадков, поливов и подпитки от грунтовых вод, мм.

Этот показатель очень удобен для перспективного планирования на основе прогнозов.

Варианты уравнений связи обозначены цифрами 1, 2 и 3, которые одновременно

говорят о порядке уравнения. Результаты расчетов сведены в табл. 7.

Из табл. 7 хорошо видно, что высокая теснота связи наблюдается уже при использовании уравнений 2-го порядка. При этом, как правило, наилучшие результаты наблюдаются при использовании в качестве аргумента КПУ ($R^2 = 0,893...0,957$).

Известно, что естественные осадки, вода при поливах и близко расположенные грунтовые воды самым непосредственным образом связаны с влажностью и воздухоемкостью почвы или субстрата вообще и корнеобитаемым слоем, в особенности [5]. Поэтому очень важно знать, как влажность почвы влияет на развитие основных показателей роста растений. Регулярный отбор образцов на влажность почвы из трех горизонтов мощностью 10 см позволяет оценить это влияние.

При анализе корневых систем после выкопки растений было замечено, что основная масса тонких сосущих корней расположена на глубине 12–17 см. Поэтому для нахождения корреляционных связей третий нижний горизонт не использовался, а из верхних двух горизонтов для анализа были выбраны следующие три варианта:

- влажность в % от наименьшей влагоемкости только из верхнего 10-сантиметрового горизонта;
- такая же влажность из условия, что 80 % влаги поступает из верхнего горизонта, а 20 % – из среднего;
- влага к корневым системам поступает одинаково (т. е. по 50 %) как из верхнего, так и из среднего горизонтов.

Влажность почвы очень важна для оперативного управления режимом орошения. В качестве предполагаемых видов зависимостей были выбраны линейные уравнения, а также уравнения второго и третьего порядков. В дальнейшем от последнего вида уравнений пришлось отказаться и остановиться только на первых двух (табл. 8).

Из данных табл. 8 достаточно четко и однозначно видно, что наиболее высокая теснота связи наблюдается, с одной стороны, при квадратичной зависимости, а с другой,

Показатели тесноты связи параметров роста растений рода *Tagetes* с факторами увлажнения, R^2
The indicators of the tightness of the connection of the parameters of growth of the genus *Tagetes* with moisturizing factors, R^2

Показатели роста	Показатели тесноты связи (R^2) при использовании уравнений 1-го, 2-го и 3-го порядков при наличии трех аргументов								
	Осадки			Полив			КПУ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Количество цветков, шт.	0,638	0,958	0,958	0,626	0,763	0,868	0,717	0,943	0,946
Диаметр главного цветка, мм	0,812	0,901	0,912	0,921	0,922	0,959	0,832	0,893	0,937
Диаметр стебля, мм	0,904	0,934	0,935	0,920	0,924	0,951	0,958	0,950	0,958
Высота стебля, мм	0,843	0,905	0,934	0,959	0,962	0,962	0,905	0,957	0,959

Показатели тесноты связи параметров роста растений рода *Tagetes* с влажностью различных горизонтов почвы, R^2
The indicators of the tightness of the connection of the parameters of growth of the genus *Tagetes* with a moisture content of different soil horizons, R^2

Показатели роста	Показатели тесноты связи (R^2) при использовании уравнений 1-го и 2-го порядков при наличии трех аргументов влажности, % от наименьшей влагоемкости					
	Влажность верхнего горизонта		Влажность верхнего горизонта 80 %, среднего 20 %		Средняя влажность двух горизонтов	
	Уравнение 1-го порядка	Уравнение 2-го порядка	Уравнение 1-го порядка	Уравнение 2-го порядка	Уравнение 1-го порядка	Уравнение 2-го порядка
Количество цветков, шт.	0,53	0,54	0,57	0,64	0,59	0,79
Диаметр главного цветка, мм	0,60	0,65	0,62	0,79	0,63	0,92
Диаметр стебля, мм	0,45	0,55	0,49	0,00	0,52	0,72
Высота стебля, мм	0,42	0,47	0,46	0,46	0,50	0,57

когда влажность почвы берется как среднее значение из двух верхних 10-ти сантиметровых горизонтов ($R^2 = 0,57...0,92$).

На основании всего можно сделать следующие выводы.

1. При изучении влияния естественного увлажнения на развитие растений через показатель увлажнения наиболее точные и достоверные результаты имеет характеристика по более дробным периодам роста вплоть до месячных.

2. Для более точной, объективной и сравнительной характеристики отдельных лет (особенно лет исследования) хорошо подходит такой показатель, как вероятность превышения, выраженная в %, а также вероятность наступления аналогичного года или периода один раз в n лет. За все четыре года

исследований эти показатели по четырем природным факторам оказались достаточно дифференцированы (общий разброс от 2,0 % до 92,4 %).

3. При определении достоверности различия полученных результатов на момент выкопки растений было выявлено, что:

- различия в диаметре главного цветка недостоверны даже при стандартной ошибке среднего;

- различия в количестве цветков в зависимости от температуры поливной воды всегда достоверны по сравнению с контролем (кроме температуры 6° С), но не всегда между вариантами полива;

- различия в диаметре стебля наблюдаются при более высоких температурах поливной воды и при сравнении с контролем;

между вариантами полива различия менее вероятны;

- различия в высоте стебля так же наиболее достоверны по сравнению с контролем и при температуре поливной воды 16 °С и 26 °С.

4. Влияние температуры поливной воды наряду с влажностью корнеобитаемого слоя почвы наиболее значительно сказались при переходе температуры от 6 °С к 16 °С. Коэффициент достоверности различия достиг значения 4,22 при вероятности более 99,99 %. Следующий переход от температуры 16 °С к 26 °С характеризуется коэффициентом достоверности различия 2,47, или вероятностью различия 98,6 %. Наилучшие результаты роста были достигнуты при плановой влажности почвы 80 % от наименьшей влагоемкости и температуре поливной воды 16 °С и 26 °С.

5. Для оценки влияния увлажнения на рост и развитие растений рода *Tagetes* были исследованы три показателя: осадки, нормы полива и КПУ (комплексный показатель увлажнения, включающий осадки, полив и

подпитку за счет грунтовых вод). Высокая теснота связи наблюдается уже при использовании уравнений 2-го порядка, а так же КПУ ($R^2 = 0,893 \dots 0,957$).

6. При анализе влияния влажности почвы на рост и развитие растений рода *Tagetes* наибольшая теснота связи была получена при средней влажности двух верхних 10-ти сантиметровых горизонтов и использовании уравнений 2-го порядка ($R^2 = 0,57 \dots 0,92$).

Библиографический список

1. Клибашев, К.П. Гидрологические расчеты / К.П. Клибашев, И.Ф. Горшков, А.И. Чеботарев (ред.). – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1970. – 461 с.
2. Лучшева, А.А. Практическая гидрология / А.А. Лучшева. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 440 с.
3. Лучшева, А.А. Практическая гидрометрия / А.А. Лучшева. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 424 с.
4. Рождественский, А.В. Статистические методы в гидрологии / А.В. Рождественский, А.И. Чеботарев. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 425 с.
5. Simulation of oxygen regime of tree substrates Balakina Y.N., Makarova O.V., Bondarenko V.V., Koudstaal L.Y., Ros E.Y., Koolen A.Y., Van Loon W.K.P. Urban Forestry & Urban Greening. 2005. Т. 4. № 1. pp. 23-35.

THE INFLUENCE OF THE IRRIGATION ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ANNUAL FLOWER PLANTS (ON THE EXAMPLE OF THE GENUS TAGETES)

Sabo E.D., Prof. MSFU, Dr. Sci. (Tech.)⁽¹⁾; **Morozova V.S.**, gr. MSFU⁽¹⁾; **Karminov V.N.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾; **Martynenko O.V.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytischki, Moskow reg., Russia

Water is one of the major factors in the development and growth of plants, so the study of irrigation regimes has received increased attention. Without enough water the cells may not perform physiological and biochemical processes, which is necessary to consider in growing all kinds of plant products. However, excess moisture is as disastrous for the plants as its lack. To study the effect of different parameters of irrigation on plant growth and development a flower gardening culture widespread in the city has been chosen (*Tagetes (Tagetes patula L.)*). When setting field experiments such irrigation parameters regimes were taken into account as the temperature of irrigation water, irrigation rates and the number of irrigations. A detailed study of the climatic conditions of the area of the field experiment will most effectively assess the impact of environmental factors on the growth and development of plants. The data of the local meteorological service in the last 35 years given micro zonal and zonal characteristics of the area (in the system by D.I. Shashko) for a more objective assessment of the moisture index, the analysis of the probability of exceeding sample meteorological factors during the period of field work was conducted. When planning the experiment 9 variants of irrigation and control in which irrigation was performed according to the standards of municipal services (15 mm / 2 times a month) were laid. The given schedule of growth allows to evaluate the development of a number of biometric indicators of the test plants during the growing season objectively. As a result, full-scale field experiment established the optimum irrigation regime for the selected plants and the experimental conditions. Regression analysis, mathematical models of communication of natural and artificial factors with biometric indicators were used on the test plants. These relationships are characterized by high values of the coefficient of determination.

Key words: irrigation regimes, *Tagetes*, irrigation norms, climatic factors, biometrics, annual plants.

References

1. Klibashev K.P., Gorshkov I.F., Chebotarev A.I. *Gidrologicheskie raschety* [Hydrological conditions]. Leningrad: Gidrometeorologicheskoe izdatel'stvo, 1970. 461 p.
2. Luchsheva A.A. *Prakticheskaya gidrologiya* [Practical hydrology]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1976. 440 p.
3. Luchsheva A.A. *Prakticheskaya gidrometriya* [Practical hydrometrics]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. 424 p.
4. Rozhdestvenskiy A.V., Chebotarev A.I. *Statisticheskie metody v gidrologii* [Statistical methods in hydrology]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. 425 p.
5. Simulation of oxygen regime of tree substrates Balakina Y.N., Makarova O.V., Bondarenko V.V., Koudstaal L.Y., Ros E.Y., Koolen A.Y., Van Loon W.K.P. Urban Forestry & Urban Greening. 2005. Т. 4. № 1. pp. 23-35.

УДК 631.67

РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОПТИМИЗАЦИЯВ.Н. КАРМИНОВ, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,В.С. МОРОЗОВА, асп. МГУЛ⁽¹⁾,Е.Д. САБО, проф. МГУЛ, д-р техн. наук⁽¹⁾,О.В. МАРТЫНЕНКО, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,С.Б. ВАСИЛЬЕВ, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ;

Большинство отечественных и зарубежных исследователей подчеркивают важность научного подхода в вопросах орошения, поскольку как дефицит, так и переизбыток влажности почвы являются негативным фактором при агротехнике выращивания растений. Начиная с 2011 г. авторами статьи проводятся комплексные исследования, целью которых является выход на оптимальный режим орошения однолетних цветочных культур, который будет увязан с комплексом гидрометеорологических условий и водно-физических почвенных факторов. Исследования проводились в 15 км восточнее Твери, в избыточно влажной зоне естественного увлажнения. Посадочные места были поделены на несколько площадок для соблюдения заданных параметров влажности, а также заложены скважины глубиной 2 м для наблюдения за уровнем грунтовых вод. В лабораторных условиях проведен детальный анализ используемого почвогрунта, результаты которого были подвергнуты статистической обработке. Выбор используемых в экспериментальных исследованиях растений (Тагетес отклоненный (*Tagetes patula* L.)) был обусловлен высокими декоративными качествами и большой популярностью в городском цветочном оформлении. Полив производился водой температурой 6° С, 16° С и 26° С, заданная влажность составляла 60, 80 и 100 % от наименьшей влагоемкости. В результате сложилось 9 вариантов опыта и контроль, где орошение производилось по нормам коммунального хозяйства. На протяжении вегетационного периода измерялись такие биометрические показатели, как высота растения, диаметр стебля, количество цветков и бутонов, диаметр основного цветка. По окончании вегетации был произведен замер сухого веса и максимальной длины корневой системы. Все показатели дали положительный отклик на увеличение оросительных норм и повышение температуры воды по сравнению с нормативами, принятыми в городском озеленении на 10...30 %, при этом решающее влияние на рост и развитие растений оказывала температура поливной воды 26° С. Для количественной оценки влияния данных показателей на рост растений был применен линейный регрессионный анализ и получены уравнения связи с высоким коэффициентом детерминации.

Ключевые слова: орошение, режимы орошения, Тагетес отклоненный, однолетние растения, городское озеленение.

На протяжении не одной сотни лет человека волновал вопрос о грамотном и рациональном использовании поливной воды. На ранних этапах развития сельского хозяйства люди полностью зависели от объема выращенной продукции и были жизненно заинтересованы в высоком и стабильном урожае. Полностью полагаясь на милость природы, они понимали, что только хороший запас влаги в почве и достаточное количество своевременно выпавших осадков обеспечит существование и рост высаженных культур. Засушливый год нес массовую гибель посевов, голод, а череда таких лет ставила под угрозу вымирания не одну тысячу человек.

Дальнейшее совершенствование орудий труда, а также способов ведения хозяйства значительно сократили колоссальные трудозатраты при выращивании сельскохо-

зяйственной продукции. Однако наряду с введением новых агрономических приемов, освоением большого разнообразия выращиваемых культур и применяемых технологий оставалась и остается задача огромной важности – обеспечение посевов культурных насаждений достаточным количеством поливной воды, поскольку дефицит доступной влаги ограничивает доступность растворенных в почве питательных веществ, сокращает сроки полноценной вегетации (вплоть до преждевременной гибели), а также снижает декоративность и эстетическую привлекательность.

Значительно позже, миновав переход от натурального ведения хозяйства к товарному, человек постепенно переставал в полной мере зависеть от природных процессов при выращивании сельскохозяйственной продук-

ции (однако они по-прежнему играли решающую роль). Большие площади севооборота, а также нарастающий товарообмен с другими странами диктовали свои условия – началась эра орошаемого земледелия.

Люди стремились не только обеспечить выживаемость посевов и насаждений, но и максимально повысить эффективность искусственного орошения. Естественное орошение отдельных участков, орошение диким напуском, лиманное орошение, орошение по полосам и бороздам – все эти способы стояли у истоков более совершенных технологий, появившихся в эпоху развития технического прогресса и научной мысли. Дождевание, капельное и внутрипочвенное орошение в наше время широко применяются не только на сельскохозяйственных полях, но и в небольших хозяйствах, питомниках и садах личного пользования.

В современном мире вопрос о максимальной эффективности искусственного орошения стоит как никогда остро, поскольку масштаб проблемы дефицита пресной воды вышел за границы отдельных государств и охватил человечество в целом.

«В значительной степени водный вызов стал «платой за развитие» ... страны, наделенные водой, используют ее как свое конкурентное преимущество и также участвуют в глобальной конкуренции за нее. Ценность воды как ресурса усиливает и то, что она – один из двух ключевых элементов для производства продовольствия, которое также превратилось из обычного товара в новый экономический и политический ресурс. И данная тенденция будет только усиливаться» – справедливо отмечает в своей работе А.Б. Лихачева (2015) [1].

Вместе с возрастающим дефицитом водных ресурсов возрастает и острота экологической обстановки крупных городов и мегаполисов, где комфортная среда проживания складывается из нескольких факторов – здоровый микроклимат (чистый воздушный и водный бассейны), соблюдение норм инсоляции, благоприятное расположение построек относительно розы ветров и качество зеленых насаждений. Большое внимание

уделяется нормативам благоустройства и озеленения городов, и одной из важнейших составляющих правильного ухода за зелеными насаждениями является полив (орошение).

Оптимизация режима орошения сельскохозяйственных или декоративных культур решает сразу несколько принципиальных задач – это значительная экономия водных ресурсов и трудозатрат, повышение урожайности, а в декоративном растениеводстве – достижение максимальных показателей декоративности растения.

В настоящее время, по мнению А.В. Колганова (2001) и И.П. Кружилина (1994), на орошаемых землях необходимо расширять внедрение водосберегающих технологий, направленных на экономное расходование водных ресурсов и получение экологически чистой продукции [2–4].

Перерасход воды при орошении, слишком низкие температуры поливной воды или недостаточное число поливов за сезон являются основными причинами неполноценной вегетации или недостаточной декоративности высаженных культур.

О значительном перерасходе поливной воды при орошении отмечается в работах К. Pahlke (1985), который отмечал, что промышленный стандарт ФРГ рекомендует при однократном поливе газона расходовать 25 л/м² воды [5].

Критический анализ этого показателя с учетом физических свойств почв разного гранулометрического состава дает основание считать его завышенным практически для всех типов почв страны. Расчеты показали, что на среднюю спортплощадку размером 70×109 м при каждом поливе расходуется лишних 90 м³ воды. В результате систематического перерасхода воды наблюдается слабое развитие корневой системы растений, выщелачивание элементов питания [6, 7].

Большое внимание изменению биометрических показаний исследуемых растений (*Tagetes* отмеченный (*Tagetes signata Bartl.*) и Эльсгольция Стаунтона (*Elsholzia Stauntonii L.*)) уделены в своей работе Т.И. Орел и В.Д. Работягов (2002). При поддержании постоянной оптимальной влажности почвы отмечается

превышение биометрических показателей опытных растений над теми же показателями в группе контроля (по высоте растения на 40–70 %, по диаметру куста на 50–70 %, по количеству соцветий в 1,5–1,8 раза) [8].

Американские ученые отмечают необходимость создания четко спланированных оросительных систем (Meuer J.L.; Gibeault V.A., 1986) на основании исследований, проведенных в Калифорнийском университете. При постановке полевого опыта они сравнивали 2 способа орошения – дождевание и подпочвенное капельно-струйчатое, и 3 режима орошения – при 100, 80 и 60 % от расчетной величины эвапотранспирации на газонах из райграсса, мятлика, овсяницы, свиного, зойсии и паспалума [9].

В задачу опытов, проведенных в Калифорнийском университете, входили:

1. Изучение влияния ограниченных поливных норм, рассчитанных на основе данных эвапотранспирации газонных трав холодного и теплого сезонов.

2. Оценка возможности замены дождевания системой подпочвенного орошения газонов.

3. Разработка коэффициентов водопотребления для газонных трав холодного и теплого сезонов.

Дождевание обеспечивало удовлетворительное качество травостоя у большинства видов даже в тех случаях, когда влагообеспеченность растений была ниже оптимальной. Подпочвенное орошение было неэффективным из-за неглубокого заложения корневой системы у большинства видов, за исключением свиного – растения с глубоко проникающими корнями. При дождевании различия между вариантами 100 и 80 % от величины эвапотранспирации на газонах из трав холодного сезона были незначительными. Режим 60 % от величины эвапотранспирации резко снижал качество дернины трав холодного сезона.

Таким образом, большинство отечественных и зарубежных исследователей подчеркивают важность научного подхода в вопросах орошения.

Начиная с 2011 г. авторами статьи проводятся комплексные исследования, це-

лю которых является выход на оптимальный режим орошения однолетних цветочных культур, который будет увязан с комплексом гидрометеорологических условий и водно-физических почвенных факторов.

Для этого на частном участке в Тверской области организована экспериментальная площадка площадью 10 м², на которой были высажены растения. По ее периметру заложены 4 скважины глубиной 2 м для измерения уровня грунтовых вод [10].

Для выращивания однолетних культур был использован почвогрунт на основе торфа производства ЗАО «Селигер-Холдинг» «Экзо» (грунт универсального назначения, готовый к использованию для выращивания рассады. Состав: натуральный верховой торф, нейтрализованный известью, с добавками комплексного минерального удобрения. Питательная ценность (мг/л): N – 100...180, P₂O₅ – 135...255, K₂O – 115...215, pH – 5...6). Основные параметры используемого почвогрунта приведены в таблице.

В качестве объекта исследования был выбран Тагетес отклоненный (*Tagetes patula* L.) как очень распространенное, высокодекоративное, неприхотливое растение в системе городского цветочного оформления.

В процессе наблюдения проводились регулярные измерения по следующим биометрическим показателям:

- высота растения, мм;
- диаметр стебля, мм;
- количество цветков, шт.;
- диаметр основного цветка, мм;
- количество бутонов, шт.

После окончания вегетации были произведены однократные замеры еще двух показателей:

- максимальная длина корневой системы, мм;
- сухой вес корневой системы, г.

Согласно предварительно проведенному планированию эксперимента для достижения точности опыта в пределах 5 % необходимое количество растений составило 15 штук.

Схема проведения эксперимента предполагала поддержание влажности почвы на уровне 81–100 %, 61–80 % и ниже 60 % от на-

Основные показатели используемого почвогрунта (средние значения и доверительный интервал при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и точности выполнения опыта $p \leq 5 \%$)
The main indicators of the used soil (average values and confidence interval at the significance level of $\alpha = 0.05$ and accuracy of the experiment performance of $p \leq 5 \%$)

Показатель	Среднее значение и доверительный интервал	Среднеквадратическое отклонение	Коэффициент вариации, %	Показатель точности опыта, %
Плотность, г/см ³	0,51±0,03	0,03	6,39	2,86
Полная влагоемкость (ПВ)	368,00±8,34	9,51	2,59	1,16
Наименьшая влагоемкость (НВ)	326,00±8,41	9,59	2,94	1,32
Влажность устойчивого завядания (ВУЗ)	68,87±2,39	2,73	3,97	1,77
Полная влагоемкость (ПВ)	187,68±4,25	4,85	2,59	1,16
Наименьшая влагоемкость (НВ)	166,26±4,29	4,89	2,94	1,32
Влажность устойчивого завядания (ВУЗ)	35,12±1,22	1,39	3,96	1,77
Обменная кислотность (рН _{Н2О})	5,41±0,26	0,29	5,40	2,42
Актуальная кислотность (рН _{КС1})	6,60±0,35	0,40	2,69	4,01
Содержание N	100...180*	–	–	–
Содержание P ₂ O ₅	135...255*	–	–	–
Содержание K ₂ O	115...215*	–	–	–

Примечание – Показатели, отмеченные «*» приведены по данным производителя.

именшей влагоемкости при использовании трех вариантов температур поливной воды:

- 26° С (естественный нагрев в емкости для полива);
- 6° С (температура воды из скважины);
- 16° С (смешанная температура).

В результате были заложены 9 вариантов опыта (рис. 1). В качестве контроля был использован полив, который производился по нормативам городского озеленения (поливная норма 15–20 л/м², 4–6 раз за сезон). Контроль влажности осуществлялся объемно-весовым способом. На основании этих измерений назначался полив, который производился вручную.

Площадка № 10 являлась контрольной, полив на которой осуществлялся по нормативам ухода за зелеными насаждениями (цветниками) в городских условиях [11].

Все контролируемые биометрические показатели проявили положительный отклик на увеличение оросительных норм и повышение температуры воды по сравнению с нормативами, принятыми в городском озеленении. Наиболее тесная связь с поливом была установлена для показателя средней высоты растений.

С точки зрения предварительных выводов на основе натуральных показателей хорошие результаты наблюдались при поливе водой температурой 26 С° при поддержании влажности почвы в районе 61–80 % от наименьшей влагоемкости. По сравнению с нормативным режимом орошения было достигнуто увеличение биометрических показателей на 10–30 %. Указанные зависимости хорошо видны на графике (рис. 2), где показано, как влияет режим орошения и температура поливной воды на рост изучаемых растений. Еще более ярко это влияние прослеживается на такой важный показатель декоративности, как количество цветков (рис. 3).

При поддержании влажности в пределах от 60 до 100 % от наименьшей влагоемкости решающее влияние на рост и развитие растений оказывает температура поливной воды. Полив холодной водой, даже при поддержании оптимальной влажности почвы, приводил к заметному снижению биометрических показателей.

Для количественной оценки влияния таких показателей, как температура поливной воды и влажность почвы, поддерживаемая с

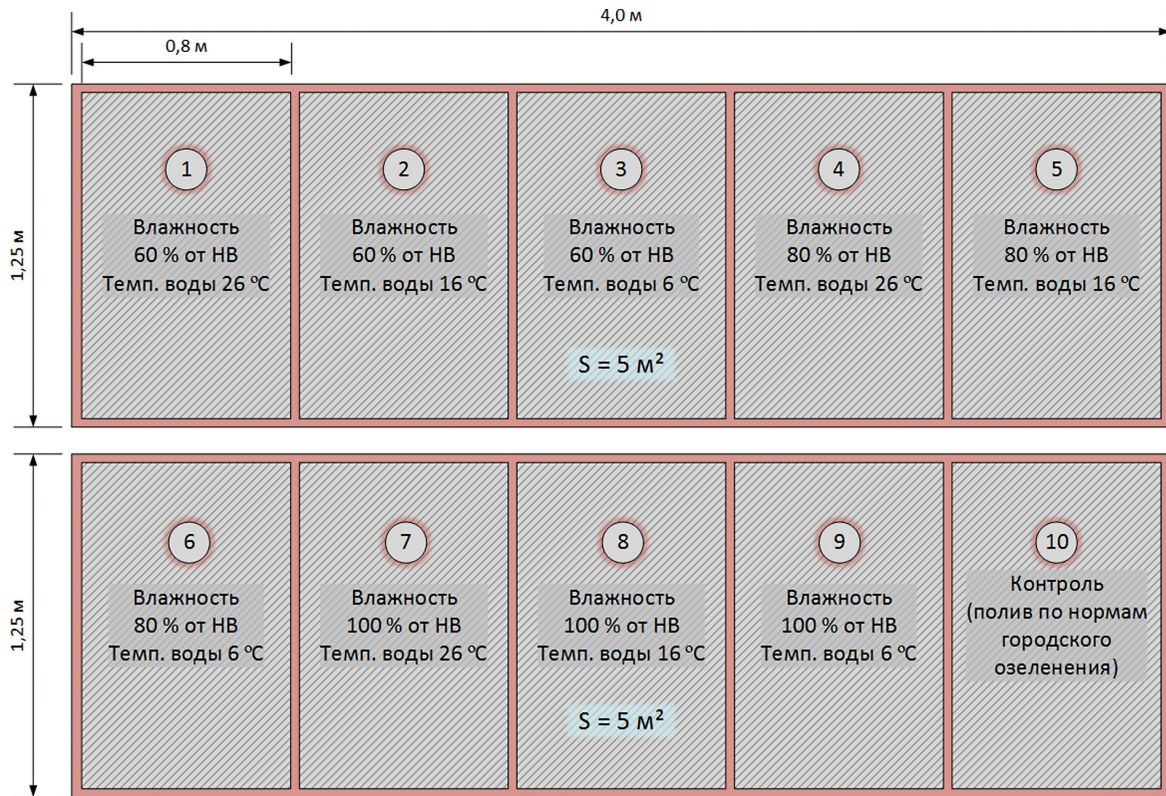


Рис. 1. Схема расположения опытных площадок с различными типами поливов
Fig. 1. The scheme of location of experimental sites with different types of irrigation

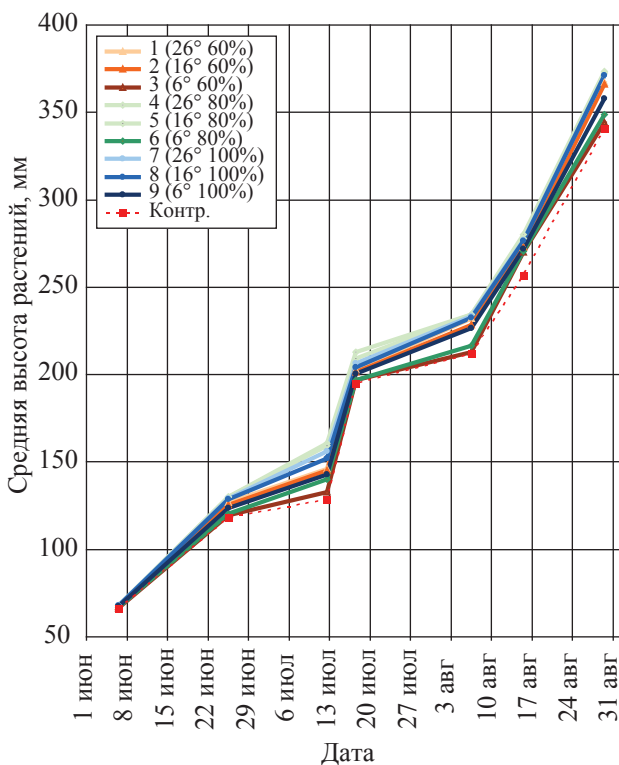


Рис. 2. Изменение средней высоты растений на площадках за период вегетации
Fig. 2. The change in the average height of plants at the sites during the growth season

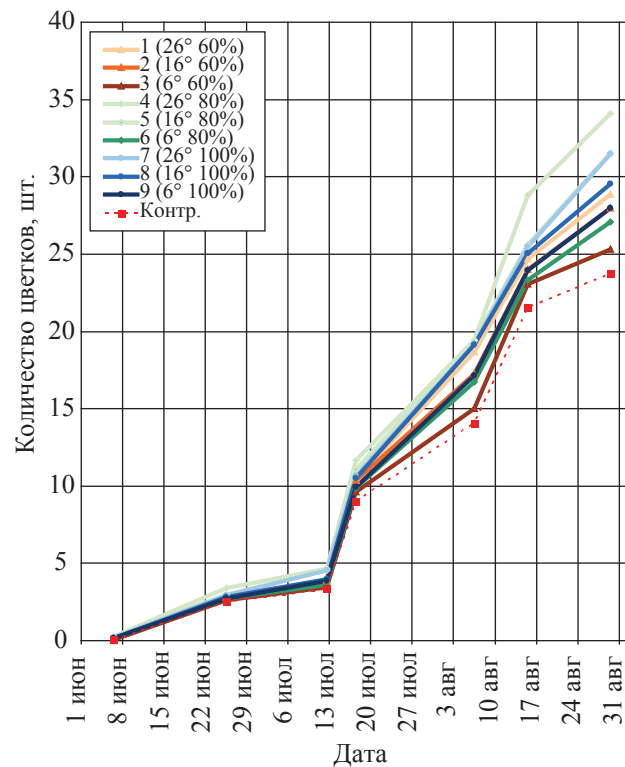


Рис. 3. Изменение количества цветков у растений на площадках за период вегетации
Fig. 3. The change in the number of flowers in plants at the sites during the growth season

помощью орошения, был применен линейный регрессионный анализ.

Используя линейный регрессионный анализ, удалось получить следующее уравнение связи (1), имеющее множественный $R = 0,86$, $R^2 = 0,74$

$$y = 332,62 + 1,01 x_1 + 0,19 x_2, \quad (1)$$

где y – средняя высота растений в конце вегетации, мм;

x_1 – температура поливной воды, $^{\circ}\text{C}$ ($\beta = 81\%$);

x_2 – влажность почвы, % от НВ, % ($\beta = 19\%$).

В скобках приведены коэффициенты частной детерминации (β -коэффициенты), выраженные в % от общего коэффициента детерминации. Указанные β -коэффициенты являются коэффициентами, которые были бы получены, если бы мы заранее стандартизовали все переменные, т. е. сделали их среднее равным 0, а стандартное отклонение равным 1. Одно из преимуществ β -коэффициентов (по сравнению с B -коэффициентами) заключается в том, что β -коэффициенты позволяют сравнить относительные вклады каждой независимой переменной в предсказание зависимой переменной.

Как мы можем видеть, коэффициенты частной детерминации указывают на то, что основное влияние на рост растений оказывает прежде всего температура поливной воды. Уровень влажности почвы (в тех пределах, что были исследованы в рамках эксперимента) влиял на рост растений в значительно меньшей степени.

Рассматривая воздействие орошения вкуче с климатическими факторами, получили еще одно линейное уравнение связи (2), имеющее множественный $R = 0,92$, $R^2 = 0,84$

$y = 11,85 + 0,10 x_1 - 3,84 x_2 + 1,90 x_3 + 2,07 x_4, \quad (2)$

где y – средняя высота растений в конце вегетации, мм;

x_1 – количество осадков, мм ($\beta = 9\%$);

x_2 – средняя температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$ ($\beta = 11\%$);

x_3 – дефицит насыщения воздуха водяным паром, гПа ($\beta = 7\%$);

x_4 – полив, мм ($\beta = 73\%$).

Анализируя представленное уравнение, следует заметить, что по полученным

коэффициентам частной детерминации мы можем судить, что полив оказывает решающее влияние на рост растений. В условиях регулярного полива роль осадков значительно снизилась. Аналогичным образом, благодаря орошению, снизилось влияние дефицита насыщения. Также, благодаря тому, что за период вегетации не наблюдалось экстремальных отклонений температуры от многолетней нормы, этот фактор не оказал заметного влияния.

Библиографический список

1. Лихачева, А.Б. Дефицит воды как фактор современных международных отношений: дисс. ... канд. политических наук: 23.00.04 / А.Б. Лихачева. – М., 2015. – 219 с.
2. Колганов, А.В. Оценка эффективности орошаемых земель и внесения минеральных удобрений методом энергетического анализа / А.В. Колганов, Т.Н. Антипова, В.В. Бородычев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 1. – С. 4–8.
3. Кружилин, И.П. Проблемы выживания и развития орошаемого земледелия в условиях перехода к рынку / И.П. Кружилин // Тр. ин-та ВНИИОЗ. – Волгоград, 1994. – С. 1–11.
4. Кружилин, И.П. Управление водным режимом почвы для получения запланированных урожаев при орошении / И.П. Кружилин // Труды Волгоградского СХИ. – Волгоград, 1981. – Т. 76. – С. 17–35.
5. Pahlke K. Bodenphysikalische Bemessungsgrossen der Berechnung von Rasenflächen [Расчет норм расхода воды при орошении газонов в зависимости от физических свойств почвы] (ФРГ) // Rasen-Turf-Gazon, 1985. – Т. 16. – № 3. – с. 71–75.
6. Кормилицына, О.В. Современные методы оценки состояния почв и грунтов урбанизированных территорий / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко, Д. Коолен // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2010. – № 7. – С. 98–99.
7. Кормилицына, О.В. Оценка свойств гранулометрических элементов как основа для создания почвенно-грунтовых смесей заданного качества / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко, И.М. Палий // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2007. – № 7. – С. 97–102.
8. Орел, Т.И. Качество сырья и эфирного масла эфиромасличных и лекарственных культур в условиях подпочвенного орошения в Крыму / Т.И. Орел, В.Д. Работягов, С.П. Кутько // Материалы XIV междунар. научн. конф. «Экологические основы онтогенеза природных сообществ Евразии». – Херсон: Айлант, 2002. – С. 75–79.
9. Meyer J.L. Turfgrass performance under reduced irrigation / J.L. Meyer, V.A. Gibeault [Развитие газонных трав в условиях ограниченного водоснабжения] (США) / Calif. Agr, 1986. – Т.40. – N 7. – С. 19–20.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 г. № 743-ПП об утверждении правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Москвы.
12. Шашко, Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко, отв. ред. Ю.И. Чирков. – Ленинград: Гидрометеозиздат, 1985. – 247 с.

THE IRRIGATION REGIMES. EFFICIENCY AND OPTIMIZATION

Karminov V.N., Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾; **Morozova V.S.**, gr. MSFU⁽¹⁾; **Sabo E.D.**, Prof. MSFU, Dr. Sci. (Tech.)⁽¹⁾; **Martynenko O.V.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾; **Vasilyev S.B.**, Assoc. Prof., Ph.D. (Agricultural)

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1,141005, Mytischki, Moskow reg., Russia

The majority of domestic and foreign researchers emphasize the importance of a scientific approach to irrigation as the deficit and the excess of soil moisture are negative factors in the farming techniques of growing plants. Starting from 2011, the authors conducted comprehensive studies whose aims were to reach an optimal irrigation regime of annual flower crops, which will be linked to the complex meteorological conditions and water-physical soil factors. The studies were conducted 15 kilometers east of Tver, in an excessively humid area natural moisture. Seats for plants are divided into several areas to meet the set parameters of humidity, and laid the well of 2 meters depth to monitor groundwater levels. In the laboratory, a detailed analysis was conducted of used soil-ground, the results of which were subjected to statistical analysis. *Tagetes patula* L. was selected due to the high popularity of urban gardening and good decorative qualities. Watering was carried out with water at 6 °C, 16 °C and 26 °C, the humidity was given 60, 80 and 100 % of the lower water capacity. As a result, there were 9 variants of the experiment and the control where irrigation was carried out according to the norms of municipal services. Throughout the growing season the measured biometric parameters included the plant height, stem diameter, number of flowers and buds, diameter of the main flower. At the end of the growing season the measurement of the dry weight, and the maximum length of the root system were produced. All indicators shown gave a positive response to an increase in the irrigation rates and higher water temperatures compared to the regulation of the public green spaces by 10–30 %, with a decisive influence on plant growth and development has provided irrigation water temperature is 26 °C. To quantify the impact of these indicators on the growth of the plants linear regression analysis was applied and the equation due to the high coefficient of determination was obtained.

Keywords: irrigation, irrigation regime, *Tagetes patula* L., annual plants, decorative, urban landscaping.

References

1. Likhacheva A.B. *Defitsit vody kak faktor sovremennykh mezhdunarodnykh otnosheniy* [Water scarcity as a factor in contemporary international relations]. Moscow, 2015. 219 p.
2. Kolganov A.V. Antipova T.N. Borodychev V.V. *Otsenka effektivnosti oroshaemykh zemel' i vneseniya mineral'nykh udobreniy metodom energeticheskogo analiza* [Evaluating the effectiveness of irrigated land and mineral fertilizers by energy analysis]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management]. 2001, no. 1, pp. 4–8.
3. Kruzhillin I.P. *Problemy vyzhivaniya i razvitiya oroshaemogo zemledeliya v usloviyakh perekhoda k rynku* [Problems of survival and development of irrigated agriculture in the transition to a market economy]. Proceedings of the Institute. Volgograd, 1994. pp. 1–11.
4. Kruzhillin I.P. *Upravlenie vodnym rezhimom pochvy dlya polucheniya zaplanirovannykh urozhayev pri oroshenii* [Management of soil water regime for the planned crops under irrigation]. Proceedings of the Volgograd Agricultural Institute. Volgograd, 1981. T. 76. pp. 17–35.
5. Pahlke K. *Bodenphysikalische Bemessungsgrossen der Berechnung von Rasenflächen* [Raschet norm raskhoda vody pri oroshenii gazonov v zavisimosti ot fizicheskikh svoystv pochvy] (FRG). *Rasen-Turf-Gazon*, 1985. T. 16, no. 3, pp. 71–75.
6. Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V., Koolen D. *Sovremennye metody otsenki sostoyaniya pochv i gruntov urbanizirovannykh territoriy* [Modern methods of assessing the state of soils of urbanized territories]. Moscow state forest university bulletin – *Lesnoy vestnik*. 2010, no. 7, pp. 98–99.
7. Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V., Paliy I.M. *Otsenka svoystv granulometricheskikh elementov kak osnova dlya sozdaniya pochvenno-gruntovykh smesey zadannogo kachestva* [Evaluation of the properties of particle-size elements as the basis for the creation of soil-ground mixes the specified quality]. Moscow state forest university bulletin – *Lesnoy vestnik*. 2007, no. 7, pp. 97–102.
8. Orel T.I., Rabotyagov V.D., Kut'ko S.P. *Kachestvo syr'ya i efirnogo masla efiromaslichnykh i lekarstvennykh kul'tur v usloviyakh podpochvennogo orosheniya v Krymu* [The quality of raw materials and essential oils aromatic and medicinal plants in the conditions of subsoil irrigation in Crimea]. *Materialy XIV mezhdunar. nauchn. konf. «Ekologicheskie osnovy ontogeneza prirodnykh soobshchestv Evrazii»* [Proceedings of the XIV Int. Scien. Conf. «Ecological bases ontogeny of natural communities of Eurasia»]. Kherson: Aylant Publ., 2002, pp. 75–79.
9. Meyer J.L., Gibeault V.A. Turfgrass performance under reduced irrigation (USA), *Calif. Agr.*, 1986. T.40. no. 7. pp. 19–20.
10. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of the results of research)]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985, 351 p.
11. *Postanovlenie Pravitel'stva Moskvy ot 10 sentyabrya 2002 g. № 743-PP ob utverzhdenii pravil sozdaniya, sodержaniya i okhrany zelenykh nasazhdeniy goroda Moskvy* [Resolution of the Government of Moscow on September 10, 2002 № 743-PP approving the rules of creation, maintenance and protection of green areas of Moscow].
12. Shashko D.I. *Agroklimaticheskie resursy SSSR* [Agroclimatic resources of the USSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1985, 247 p.

УДК 712.03

ВОЗМОЖНОСТИ ЗНАКОМСТВА С РЕДКИМИ ИЗДАНИЯМИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ И ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА

В.А. ЕСИПОВА, зав. сектором изучения фонда отдела рукописей и книжных памятников
Научной библиотеки НИ ТГУ, д-р исторических наук⁽¹⁾,

Т. Э. КУКЛИНА, доц. Биологического института НИ ТГУ, канд. биол. наук⁽¹⁾,

В.А. ФРОЛОВА, доц., декан факультета ландшафтной архитектуры МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽²⁾

esipova_val@mail.ru, t_kuklina63@mail.ru, frolova@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»,
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36

⁽²⁾ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, г. Мытищи, ул. 1-ая Институтская, 1

Современные образовательные стандарты предусматривают создание условий для формирования компетенций студентов не только в рамках аудиторных занятий, но и в других форматах. Очень важна для формирования общекультурных и общепрофессиональных компетенций университетская среда. Посещение музея или выставки является возможностью для расширения общепрофессиональных компетенций, восполнения пробелов в общем образовании. Сегодня университеты самостоятельно проектируют образовательные программы и определяют набор для формирования компетенций. При этом они обязаны учитывать традиции существующих научных школ и использовать все доступные ресурсы. Конкурентным преимуществом в этом случае может являться региональная специфика вуза. Так, в Томске находится первый на территории Сибири университет, основанный в 1878 г.; библиотека университета располагает уникальными фондами, часть которых представлена в Музее книги. В статье дается обзор тематической выставки, проводившейся уже несколько раз в помещении Музея книги НБ ТГУ для студентов специальности «Садово-парковое и ландшафтное строительство». На выставке показывались издания из фонда отдела рукописей и книжных памятников НБ ТГУ, а также из отдела основного фонда. В статье показано, что такая выставка является для студентов уникальной возможностью знакомства с рядом классических трудов по специальности, поскольку часть из них отсутствует в цифровом виде и не переиздавалась. Также показано, что интерес к ландшафтному дизайну является традиционным для нашего города, поскольку целый ряд изданий поступил в НБ ТГУ из библиотек частных лиц и учебных заведений Томска.

Ключевые слова: ландшафтная архитектура, история садово-паркового искусства, дендрология, ботаника; садоводство; декоративное растениеводство; выставка; редкие книги, компетенция.

Современные федеральные государственные образовательные стандарты основаны на компетентностном подходе к обучению, под этим подразумевается создание в университетах условий для формирования компетенций не только в рамках аудиторных занятий по дисциплинам учебного плана, но и в других формах активностей.

В формировании общекультурных и общепрофессиональных компетенций крайне важны университетская среда и возможности использования ресурсов других организаций и мероприятий: библиотек, музеев, профессиональных выставок и форумов, общественных профессиональных объединений.

Область профессиональной деятельности выпускников по направлению подготовки высшего образования Ландшафтная

архитектура «включает планировочную организацию открытых пространств, дизайн внешней среды, проектирование, строительство и содержание, реконструкцию и реставрацию объектов ландшафтной архитектуры и садово-паркового искусства, мониторинг их состояния, управление системами озелененных территорий в природных и урбанизированных ландшафтах»[1]. Эта многогранная область деятельности связана с творчеством, научными исследованиями, проектированием, организацией и производством работ. Для понимания студентами данной сферы деятельности и освоения профессии обучающимся необходим качественный культурный базис, который, к сожалению, не всегда достаточно сформирован у зачисленных абитуриентов.

Посещение музея или выставки – это возможность восполнить культурные пробелы в образовании, прикоснуться к историческому наследию и расширить видение будущей сферы профессиональной деятельности. Несмотря на единые государственные образовательные стандарты, университеты самостоятельно проектируют образовательные программы и определяют набор средств для формирования компетенций. Учитывая историю, традиции своих научных школ и региональные особенности рынка труда, университеты просто обязаны использовать в образовательном процессе все доступные ресурсы.

Каждый регион нашей страны уникален. В небольшом городе Томске находится один из старейших университетов, первый университет в Сибири, основанный в 1878 г. по указу императора Александра II. Сегодня это ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ), где обучаются 17 тыс. студентов (более 8 тыс. на дневном отделении). Библиотека была основана одновременно с университетом. В настоящее время в ее фондах хранится более 3 млн ед., а в отделе рукописей и книжных памятников (ОРКП НБ ТГУ) – около 124 тыс. ед.

Преподаватели гуманитарных факультетов часто приводят студенческие группы на экскурсию в Музей книги отдела рукописей и книжных памятников Научной библиотеки ТГУ (ОРКП НБ ТГУ), но существует ряд интересных возможностей использования Музея и фондов ОРКП для учебного процесса на факультетах естественнонаучного профиля.

В 2011–2012 гг. была разработана и апробирована такая форма обучения, как экскурсия в Музей книги с посещением тематической выставки. На экскурсии приглашались студенты различных курсов, обучающихся по направлению «Ландшафтная архитектура». На тематической выставке демонстрировались дореволюционные отечественные труды и зарубежные издания XVIII–XIX вв. как из основного фонда НБ ТГУ, так и из фонда отдела рукописей и книжных памятников. Особо следует отметить, что ряд представленных на выставке работ не переиздавался и

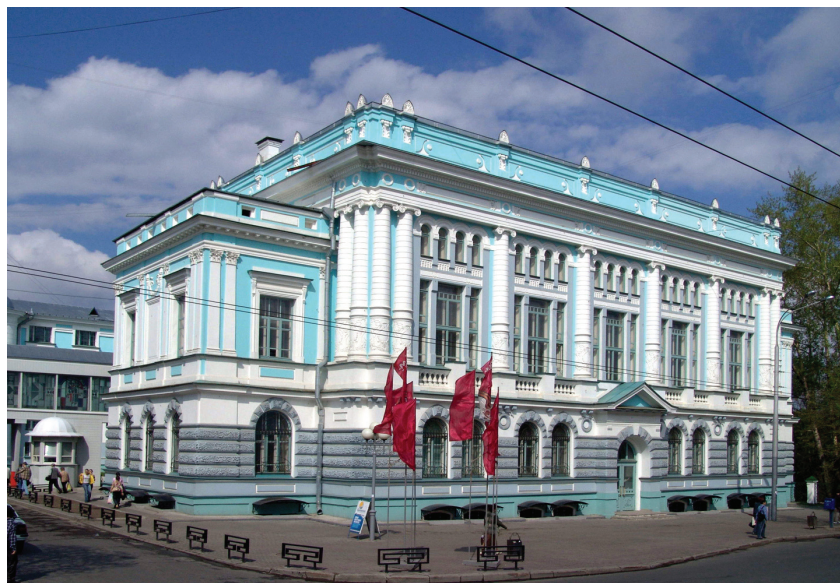
не существует в цифровом виде, хотя интерес к классическим трудам в указанной области велик и стабильно сохраняется. Тематика изданий в общих чертах отражает содержание учебного плана подготовки данного направления. Задача студентов – ознакомиться с выставкой, прослушать объяснения преподавателя и зафиксировать данные, необходимые для курсовых и контрольных работ.

Отобранная для выставки тематическая литература была условно сгруппирована по следующим разделам: *садово-парковое искусство и изящное садоводство, ботаника и дендрология, декоративное древоводство и цветоводство*. Дальнейшее изложение представляет собой обзор выставки по предметным рубрикам с более подробным рассмотрением отдельных изданий, так как дать описание каждой книги, из почти ста показанных на выставке, в формате данной статьи не представляется возможным.

Садово-парковое искусство и изящное садоводство

Первый раздел представлен литературой по истории мирового садово-паркового искусства, теории и практике изящного садоводства. Охваченный временной отрезок представляет собой крайне важный и интересный период, когда весь опыт строительства дворцово-парковых ансамблей становится доступным не только приближенным к царскому двору особам. Садовое искусство становится более массовым, появляются специалисты – выпускники садовых школ – и еще большее количество любителей, для которых и издаются книги о растениях и садовой практике. Ландшафтная архитектура как самостоятельная область знаний и профессия появится только в конце XIX в. в США и далеко не сразу окажется в России, поэтому развитие изящного садоводства можно считать модным направлением того времени, предшествующем современной ландшафтной архитектуре.

Для сегодняшних студентов представленные в этом разделе труды раскрывают профессиональное мировоззрение, тенденции и эволюцию садово-паркового искусства различных государств. Образы и описанные



Научная библиотека Томского государственного университета

истории, сохранившиеся в книгах, дают возможность не только рассматривать и копировать планы садов и парков (что крайне важно в процессе обучения ландшафтной архитектуре), но и пытаться окунуться в атмосферу изящного садоводства прошлого.

Коллекцию западноевропейских изданий XVIII в. представляет, пожалуй, самый известный трактат по теории и практике барочного парка «La theory et la pratique du jardinage» («Теория и практика садоводства») (рис. 1), которую порой называли «Библией ландшафтного архитектора» [2]. Судьба этого издания настолько интересна, что заслуживает нескольких отдельных слов.

Антуан Жозеф Дезалье д'Аржанвиль (Antoine-Joseph Dezallier d'Argenville, 1680–1765) [3, 4], специалист в области садоводства, секретарь короля, являлся автором целого ряда работ, написал более 600 статей в «Энциклопедию» д'Аламбера и Дидро; был он и членом Лондонского Королевского Общества с 1750 г. Основной его труд, указанный выше, был впервые опубликован в 1709 г. Иллюстрации к этому изданию выполнил Жан-Батист Александр ле Блон (Jean-Baptist Alexandre le Blond). Наличие двух авторов работы привело впоследствии к изрядной путанице: так, ле Блон был заявлен как автор третьего издания «La theory et la pratique du jardinage», вышедшего в свет в 1722 г., на что ссылаются и отечественные специалисты [5]. Д.С. Лихачев [6] упоминает и об анонимном издании рассматриваемой работы 1715 г. [7], хотя в библиографии она не описана [8]. Широкая известность труда д'Аржанвиля была обусловлена высоким качеством и тем, что труд адресован не только традиционной аудитории, включавшей знать и королевских особ, но также и среднему классу. В результате книга выдержала 13 изданий только во Франции, а также быстро была переведена на английский и немецкий языки, причем, издавалась неоднократно; на русский, однако, она до сих пор не переведена (рис. 2). Цифровое воспроизведение первого издания представлено в составе известной коллекции «Галлика» [9].

Рисунки из книги д'Аржанвиля приводятся в более поздних руководствах других ав-

торов, монографиях, учебниках. В современной учебной литературе Дезалье д'Аржанвиля называют автором текста, Александра ле Блона – рисунков. Книга состоит из двух частей: теоретических принципов и практических рекомендаций, включая разбивочные работы, обработку рельефа, устройство гидравлических сооружений. «В сущности, все, что советовал автор, было известно благодаря творениям Ленотра, которого по праву можно считать одним из первых ландшафтных архитекторов. Однако д'Аржанвиль систематизировал и четко и внятно изложил законы садового искусства, снабдив свои выкладки подробными иллюстрациями. Его книгой пользовались многие поколения дизайнеров» [2]. В фондах ОРКП НБ ТГУ хранится анонимное издание 1723 г., содержащее многочисленные иллюстрации в технике гравюры на меди (рис. 3).

Интересная подборка литературы по обозначенной проблематике имеется и в общем фонде НБ ТГУ. Так, «главными руководствами для сооружения пейзажных садов» в начале XIX в. служили многочисленные энциклопедические сочинения шотландца Джона Клаудиуса Лаудона (John Claudius Loudon, 1783–1843), который в сравнительно короткий срок выпустил огромную «Энциклопедию садоводства» (1822), а через три года издал большую «Энциклопедию агрокультуры» (1825), затем в 1829 г. – «Энциклопедию растений» и при этом успевал выпускать с 1826 г. и до смерти ежемесячный журнал «Gardener's Magazine». Женившись в 1830 г. на писательнице Джейн Вебб, он сумел вместе с ней создать питомник, где собрал 2000 различных сортов растений, а затем в сотрудничестве с ней написал «Энциклопедию сельской усадебной архитектуры» («Encyclopedia of Cottage Farm and Villa Architecture»). Его сочинения оказали наибольшее влияние на русские помещичьи усадьбы, а шотландские садоводы стали самыми авторитетными в России, куда их выписывали для устройства богатых садов на Северном Кавказе и в Крыму. Ф.Р. Кауелл называет Лаудона «гигантом знаний и прилежания» [6]. В 1840 г. Дж. Лаудон издал «Полный сборник сочинений Рептона» («The Landscape Gardening and Landscape Architecture of the late

LA THEORIE
ET
LA PRATIQUE
DU
JARDINAGE,

OU L'ON TRAITÉ A FOND DES BEAUX JARDINS
apellés communément

*LES JARDINS DE PLAISANCE
ET DE PROPRIÉTÉ,*

Composés DE PARTERRES, DE BOSQUETS,
DE BOULINGRINS, &c.

CONTENANT PLUSIEURS PLANS ET DISPOSITIONS
generales de Jardins; nouveaux Dessins de Parterres, de Bosquets,
de Boulingrins, Labirinthes, Salles, Galeries, Portiques & Cabinets
de Treillages, Terrasses, Escaliers, Fontaines, Cascades, & autres
ornemens servant à la Décoration & Embellissement des Jardins.

*AVEC LA MANIERE DE DRESSER UN TERRAIN,
d'inventer des Dessins selon le lieu, & de les y tracer & executer, suivant
les Principes de la Geometrie; & la Methode de planter & élever en peu
de tems tous les Plants qui conviennent aux beaux Jardins, avec un nouveau
Traité de Fleurs & d'Orangers: Comme aussi celle de rechercher les Eaux,
de les conduire dans les Jardins, & d'y construire des Bassins & des Fontaines,
avec des Remarques & Regles generales sur tout ce qui concerne l'Art du
Jardinage.*

Par L. S. A. I. D. A.

NOUVELLE ÉDITION.

A P A R I S.,

Chez JEAN MARIETTE, rue saint Jacques,
aux Colonnes d'Hercule.

M. DCCXIII.

AVEC PRIVILEGE DU ROY.

Рис. 1. Титульный лист издания: Argenville, Antoine-Joseph Dezallier d. La Thйorie et la Pratique du Jardinage, ou l'on traite б fond des beaux jardins appellйs communйmentles jardins de Plaisance et de Propretй. Anonim. Paris, 1723

Fig. 1. A cover sheet of the publication: Argenville, Antoine-Joseph Dezallier d. La Thyorie et la Pratique du Jardinage, ou l'on traite б fond des beaux jardins apellys communymentles jardins de Plaisance et de Proprety. Anonim. Paris, 1723

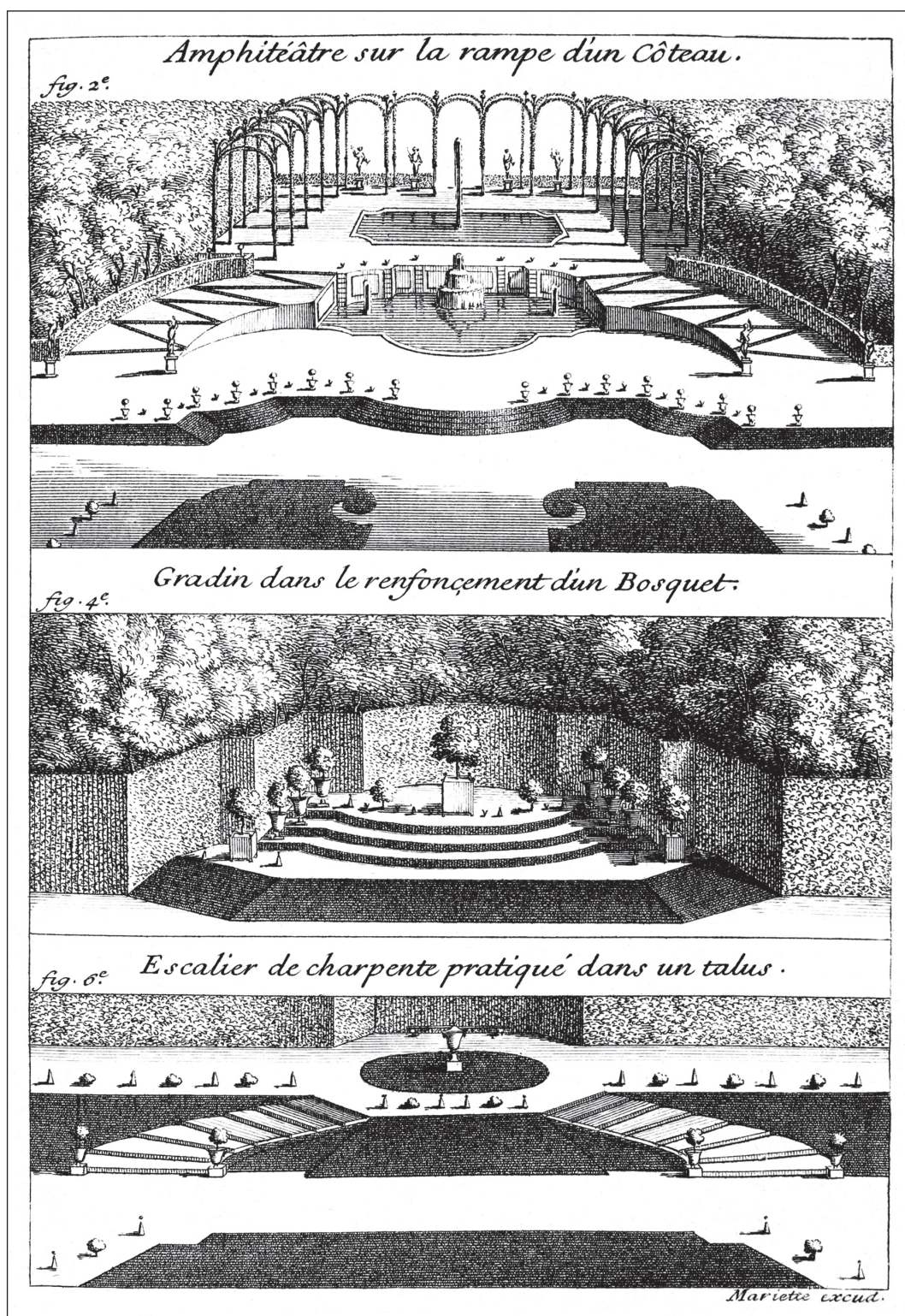


Рис. 2. Иллюстрация из издания: Argenville, Antoine-Joseph Dezallier d. La Théorie et la Pratique du Jardinage, ou l'on traite à fond des beaux jardins apellés communémentles jardins de Plaisance et de Propreté. Anonim. Paris, 1723

Fig. 2. An illustration of the edition: Argenville, Antoine-Joseph Dezallier d. La Théorie et la Pratique du Jardinage, ou l'on traite à fond des beaux jardins apellés communémentles jardins de Plaisance et de Propreté. Anonim. Paris, 1723

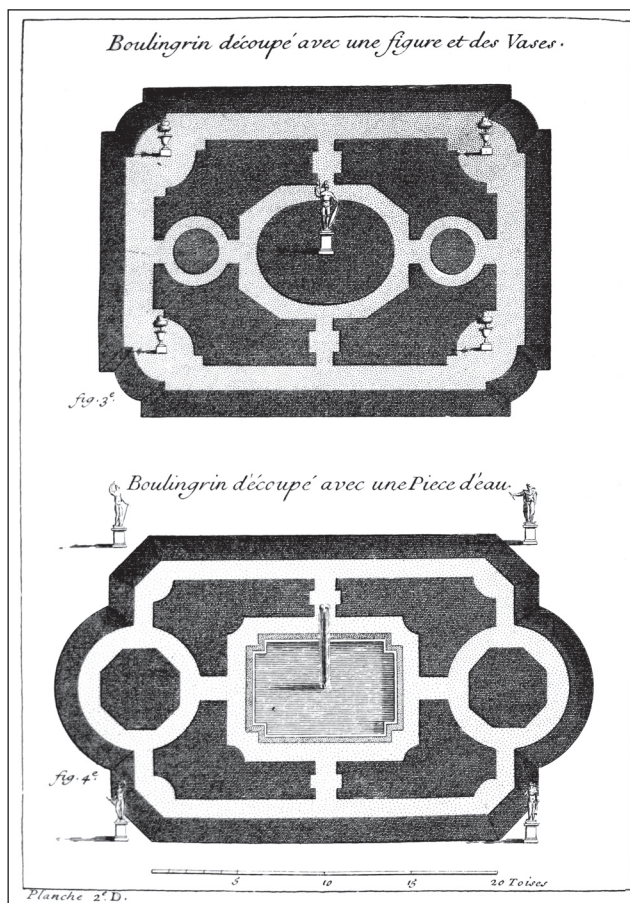


Рис. 3. Иллюстрация из издания: Argenville, Antoine-Joseph Dezallier d. La Théorie et la Pratique du Jardinage, ou l'on traite à fond des beaux jardins apellés communémentles jardins de Plaisance et de Propreté. Anonim. Paris, 1723

Fig. 3. An illustration of the publications: Argenville, Antoine-Joseph Dezallier d. La Théorie et la Pratique du Jardinage, ou l'on traite à fond des beaux jardins apellés communémentles jardins de Plaisance et de Propreté. Anonim. Paris, 1723

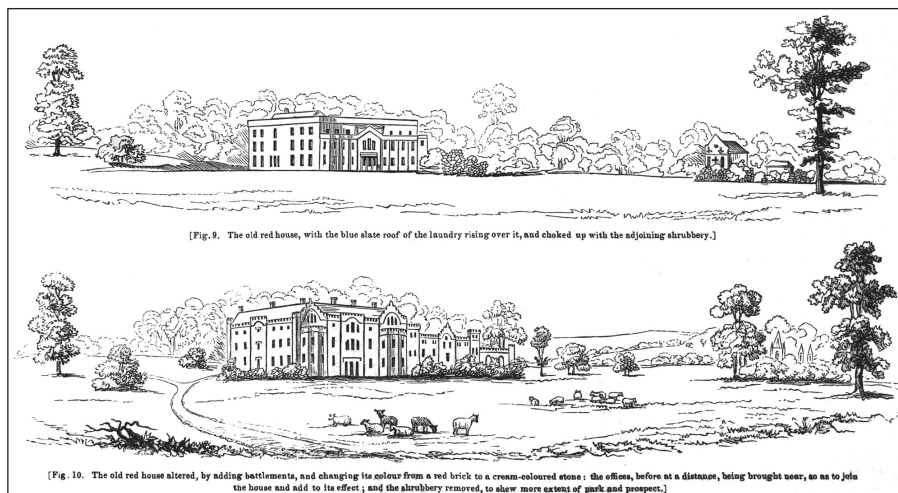
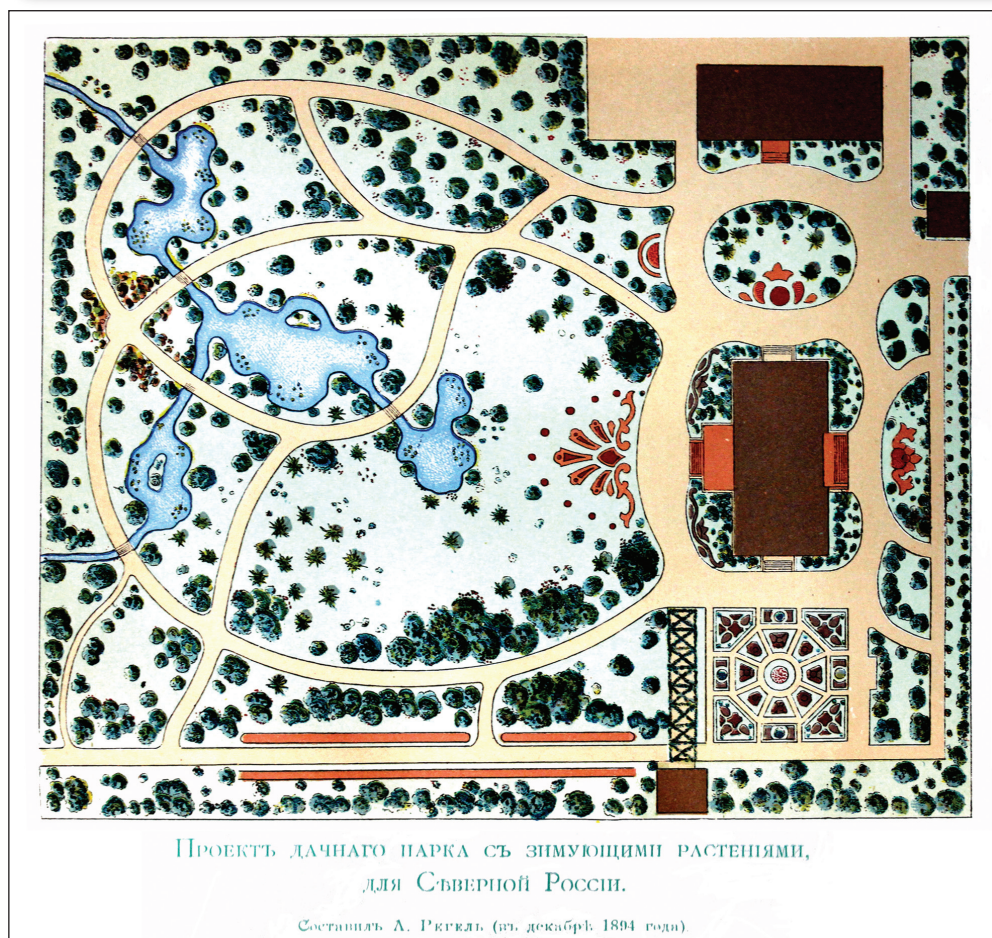
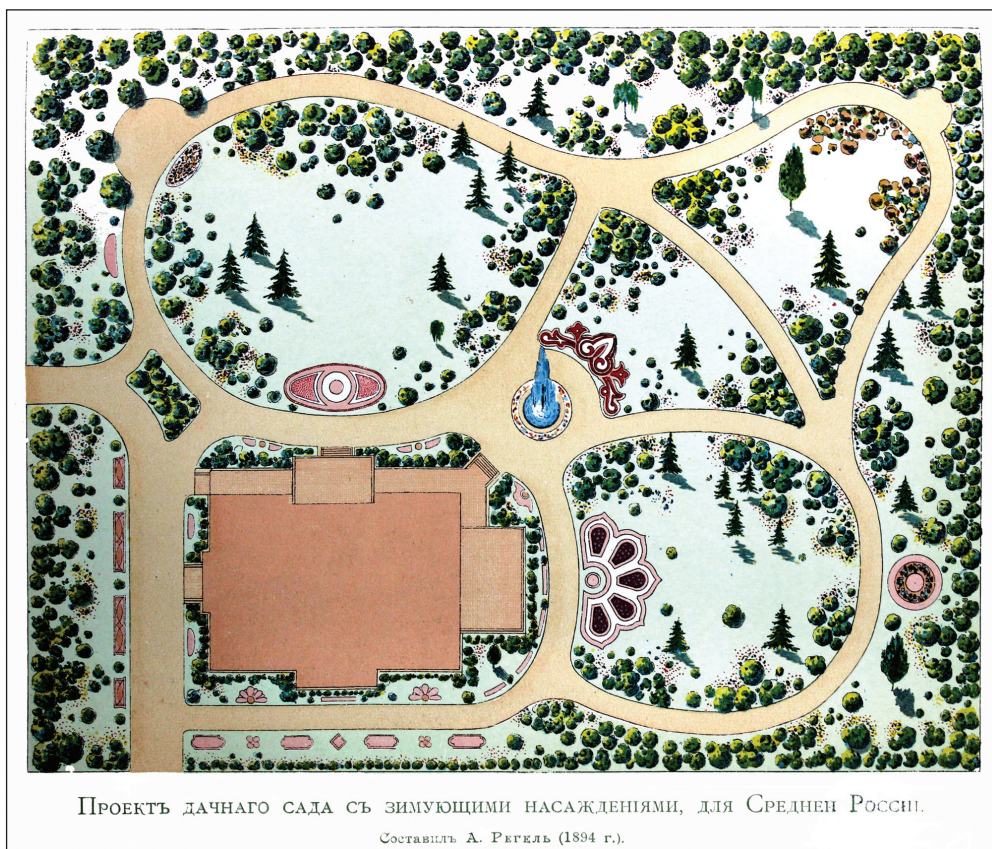


Рис. 4. Иллюстрация из издания: Loudon J.C. The landscape gardening and landscape architecture. London, 1840

Fig. 4. An illustration of the edition: Loudon J.C. The landscape gardening and landscape architecture. London, 1840



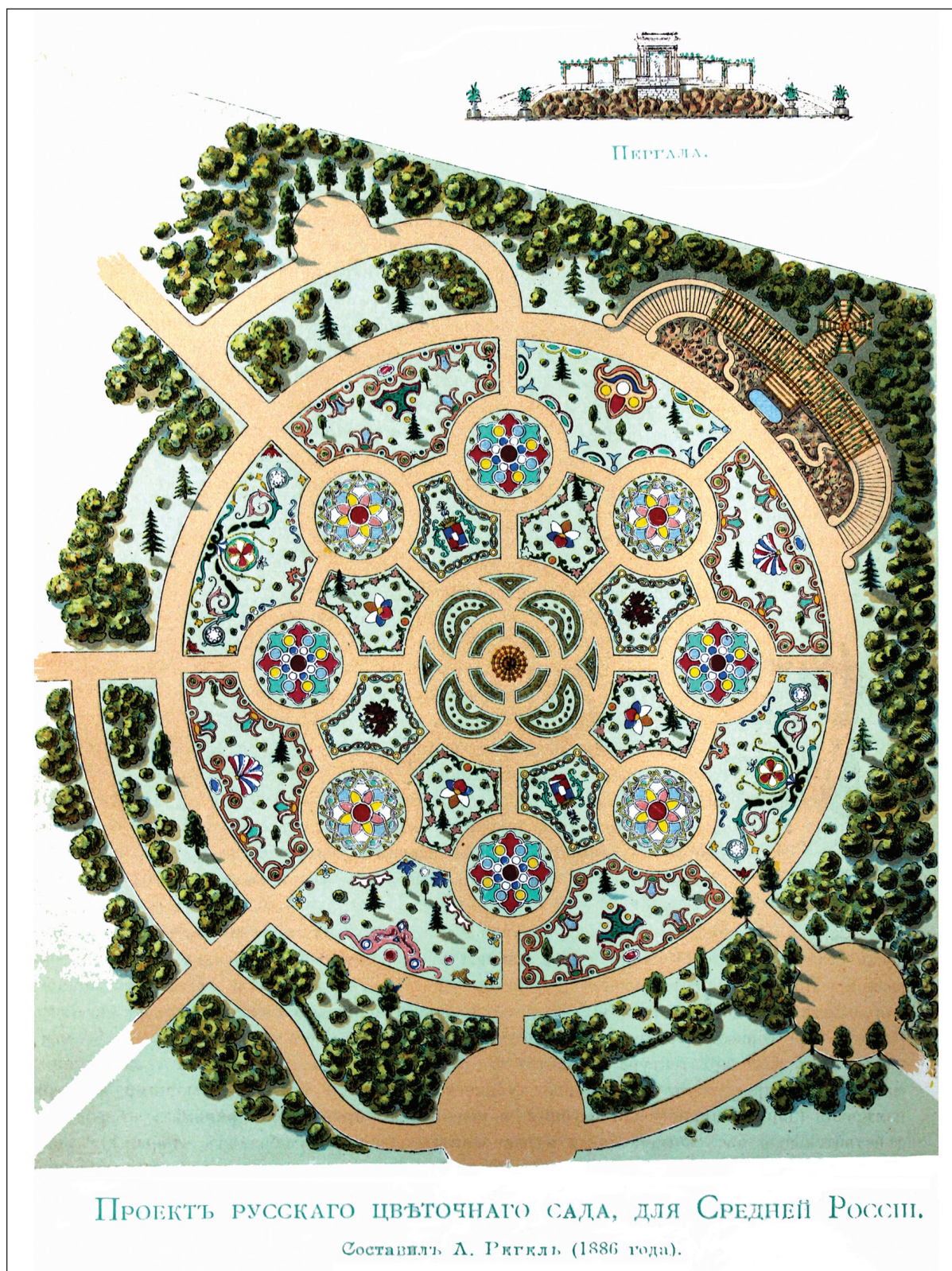


Рис. 5. Иллюстрации из издания: Регель А. Изящное садоводство и художественные сады. 1896
Fig. 5. An illustration of the publication: A. Regel Elegant gardening and artistic gardens. 1896

Humphrey Repton, 1840») [10]. Хамфри Рептон (Humphry Repton, 1752–1818), известный ландшафтный архитектор, был одним из мастеров английского пейзажного парка. Упомянутое издание [11] хранится в основном фонде библиотеки и может быть интересно специалистам, в том числе и из-за прекрасных иллюстраций, его сопровождающих (рис. 4).

Из трудов отечественных авторов демонстрировались на выставке две работы Константина Павловича Епанчина. Это второе издание его труда «Ландшафтный сад» [12] (первое вышло в свет в 1878 г.), поступившее в ОРКП НБ ТГУ в составе библиотеки Г.К. Тюменцева. Гавриил Константинович Тюменцев – директор Томского Алексеевского реального училища, известный в Томске не только как преподаватель, но и метеоролог, естествоиспытатель и т. д.; его библиотеке посвящен ряд статей [13–19]. К сожалению, об авторе К.П. Епанчине не удалось отыскать дополнительной информации. Книга является практическим пособием по устройству небольших пейзажных садов и «хорошо передает дух массового садового и дачного строительства, знакомого нам по рассказам А.П. Чехова и стихам И. Анненского». Она представляет собой источник типовых решений: здесь даются схемы дорог, видовых просветов, альпинариев, приведены два готовых образцовых сада, репертуар подходящих растений. Книгу в новом наборе с оригинальными гравированными иллюстрациями тиражом 3000 экз. выпустило «зеленое» издательство «Кладезь-Букс» в 2007 г. [20].

Большой интерес представляет еще одна книга К.П. Епанчина – «Цветочный сад», которая хранится в основном фонде НБ ТГУ (3-е издание, 1899 г.). Впервые опубликованная в 1878 г., книга «для тех, которые любят растения и не прочь были бы о них заботиться» сразу заслужила признание современников. Автор, опираясь на лучшие европейские труды в области садово-паркового искусства, предлагает различные проекты оформления цветников с использованием растений, перспективных для содержания в условиях средней полосы России. В книге приведены чертежи и планы клумб, а также дан значительный

перечень растений с рекомендациями по их применению в дизайне. Серьезный теоретический материал, лежащий в основе книги, и многочисленные советы автора интересны как начинающим ландшафтными дизайнерам, так и специалистам. Современное издание дополняют фотографии русских усадеб конца XIX – начала XX вв., а также статья историко-культурологической направленности. Книга вышла в издательстве «Фитон+» в серии «Классика садово-паркового искусства» в 2010 г. [21].

Из отечественных дореволюционных изданий, хранящихся в основном фонде НБ ТГУ, наибольший интерес, безусловно, представляет историко-дидактический очерк А.Э. Регеля «Изящное садоводство и художественные сады» [10]. Арнольд Эдуардович Регель (1856–1917), по образованию инженер, работал в области садоводства и дендрологии. Как отмечают специалисты, «труд А. Регеля – одна из наиболее обстоятельных монографий, вышедших в XIX в. на русском языке (рис. 5). В ней обобщен многолетний опыт практической деятельности автора в области создания садов и парков в России, дается исторический обзор развития этого искусства, а также излагаются его основные теоретические положения» [5]. Структура изложения материала, предложенная Регелем в этом издании, до сих пор используется при написании учебников для подготовки специалистов в области ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства [22, 23 и др.]. В 2007 г. книга вышла в издательстве «Фитон+» [24].

В НБ ТГУ представлена и еще одна работа А. Регеля – «Путеводитель по Императорскому Санкт-Петербургскому ботаническому саду». Целью этой работы было ознакомить посещающую ботанический сад публику и всех интересующихся с разными отделами и, в особенности, с живыми растениями. Для наглядного обзора всего Ботанического сада к путеводителю прилагался план как его оранжерей, так и всего сада на 1872 г. [25, 26].

Помимо работы Регеля, в том же томе Трудов Императорского С.-Петербургского ботанического сада опубликована работа Р.Э. Траутфеттера «Краткий очерк истории Императорского С.-Петербургского ботанического

сада» [27]. Императорский С.Петербургский ботанический сад в разное время находился в ведении разных министерств. Он состоял по очереди в ведомствах Министерств внутренних дел, Императорского двора и Государственных имуществ. Понятно, что различие в специальных целях этих министерств должно было более или менее отражаться также в направлениях, указанных деятельности Ботанического сада то одним, то другим из них. На этом основании Р.Э. Траутфеттер различает в истории Сада три периода, «очерчиваемые переходами Сада из одного ведомства в другое».

ОРКП располагает также двумя отчетами главного ботаника СПб ботанического сада В.И. Липского о командировках в разные города мира с целью знакомства с ботаническими садами [28, 29]. Отчеты составлены примерно по одному образцу и содержат, помимо обширного фактического материала (исторических сведений о ботанических садах, описаний их территорий, коллекций открытого грунта, оранжерей, гербариев, штатов и проч.), также впечатления автора о самих городах и нравах их жителей. Во всех отчетах иллюстрации: планы садов, помещений гербариев и т. д. В одной из книг, посвященной Северной Америке, имеется автограф В.И. Липского, адресованный Василию Васильевичу Сапожникову (1861–1924) – известному ботанику, географу, путешественнику, профессору Томского университета и министру народного просвещения в правительстве А.В. Колчака. Книга поступила в НБ ТГУ вместе с другими изданиями из библиотеки В.В. Сапожникова.

Необходимо отметить работы еще одного отечественного ученого, Ивана Егоровича Забелина (1820–1908), известного археолога, занимавшегося исследованием истории Москвы. Его перу принадлежат такие книги, как «Домашний быт русских царей в XVI и XVII столетии» (1862), «История города Москвы» (1905) и др. Однако занимался он также изучением истории садоводства [30, 6]. Недавно эта работа Забелина была переиздана [31].

Труд К. фон Мерилауна «Жизнь растений» может быть упомянут как под рубрикой «Ботаника и дендрология», так и здесь благодаря главе «Сады» (Т. 2), содержащей краткий

исторический очерк развития садово-паркового искусства. Кроме изданий разных лет на русском языке [32], в общем фонде НБ ТГУ имеется издание 1905 г. на немецком [33].

Культурное наследие садово-паркового искусства ввиду понятных причин очень изменчиво во времени, и часто получить представление о первоначальной композиции насаждений возможно только по гравюрам или живописи. Объемы живых растительных форм и видовые перспективы, запечатленные художниками, позволяют увидеть характер сада глазами его создателей и современников. Иллюстрации старых книг в этом смысле представляют собой бесценные возможности открытий облика знакомых садово-парковых ансамблей, дошедших до нашего времени.

Ботаника и дендрология

Ботаническая культура конца XIX в. имела широкое распространение не только среди ученых, обычной практикой были увлечения сбором гербариев и домашних коллекций садовых и оранжерейных растений. Второй раздел объединил книги авторов, которые использовались университетами того времени в качестве учебной литературы.

Возможность прикоснуться к истории образования через учебную литературу позволяет сегодняшним студентам ознакомиться с требованиями к уровню знаний и методами обучения.

Некоторые из книг, включенных в эту рубрику, хранятся в ОРКП НБ ТГУ в составе коллекции «Литография, гектограф, машинопись». Среди них «Курс ботаники» И.П. Бородин [34]. Иван Парфеньевич Бородин (1847–1930), известный русский ботаник и популяризатор науки, академик Российской академии наук и Академии наук СССР, также стоял у истоков отечественного природоохранного движения и этико-эстетического подхода к охране дикой природы. В 1878–1880 гг. И.П. Бородин, будучи профессором Санкт-Петербургской медико-хирургической академии, читал курс ботаники, представленный в настоящем издании.

Еще одна книга хранится в составе той же коллекции, это «Лекции по дендрологии»

И.П. Бородин [35]. Он пришел в Санкт-Петербургский земледельческий и лесной институт преподавателем ботаники в 1869 г.; сразу же был назначен заведующим кафедрой ботаники и дендрологии. В 1877 г. институт был преобразован в Санкт-Петербургский лесной институт, а И.П. Бородин оставлен в нем преподавателем ботаники; он преподавал и заведовал кафедрой до 1904 г. Надо отметить, что литографирование лекций в последней трети XIX в. было широко распространено не только в Петербурге, но и в других городах (например в Томске); особенно ценились лекции, составленные студентами и одобренные автором. В качестве такого одобрения обычно на первом листе каждой тетради, из которых сшито издание, ставилась подпись профессора; таковая есть и в рассматриваемом издании. На титульном листе имеется красная сургучная печать, свидетельствующая о том, что издание одобрено цензурой.

К концу XIX в. относится работа М. Мелиоранского «Наши деревья и кустарники» [36]. Она представляет собой определитель древесных растений, составленный из дихотомических таблиц для определения деревьев и кустарников по вегетативным органам Плюса (*Unsere Bäume U. Sträuchervon Dr. V. Plüsz, Reallehrerin Basel, 1884*), дополненных таблицей для определения их в безлиственном состоянии, заимствованной с некоторыми изменениями у Г.М. Вилькома (*Heinrich Moritz Willkomm, 1821–1895*). Дополняющие таблицы «описания деревьев и кустарников, содержащие в себе также и описания их цветков и плодов, значительно пополнены и изменены против имеющихся в книге Плюса более обстоятельным описанием цветков и плодов и внесением описаний некоторых русских видов. Рисунки, сопровождающие как таблицы, так и сами описания, также отчасти пополнены, отчасти заменены новыми, заимствованными из других источников» [36]. Отметим еще одну работу М. Мелиоранского «Ботаника весною» [37], опубликованную в 1879 г. Это краткий курс ботаники, предназначенный для женских гимназий и институтов, учительских школ и семинарий; можно было использовать и для преподавания в реальных училищах. Книга включала определитель на-

иболее распространенных древесных растений в безлистном состоянии.

Здесь же необходимо упомянуть фундаментальный труд Э.Л. Регеля «Русская дендрология или перечисление и описание древесных пород...» (6 выпусков) [38], хранящийся в основном фонде НБ ТГУ. Эдуард Людвигович Регель (1815–1892) член-корреспондент Императорской академии наук, известнейший ботаник и исследователь флоры Сибири, Средней Азии и Уссурийского края, директор Императорского ботанического сада, занимался также и практическим садоводством. Под его редакцией в России вышла книга М. Гесдёрфера «Красивые декоративно-цветущие кустарники», содержащая описания многочисленных декоративных кустарников с цветными иллюстрациями, которая также была представлена на выставке [39].

Интересны работы Николая Ивановича Анненкова (1819–1889), директора комитетов лесоводства и акклиматизации растений, учрежденных при Императорском Московском обществе сельского хозяйства, директора ученого отделения при Российском обществе любителей садоводства; члена (почетного, действительного и корреспондента) многих русских и иностранных сельскохозяйственных и ученых обществ. Первая его работа (с 1850 г.) состояла в том, чтобы собрать все печатные материалы о русских названиях растений, разбросанных в разных сочинениях. Чтобы собрать существующие в народе названия, автору, кроме личных поисков, потребовалось содействие всех лиц, интересующихся растениями.

В 1858 г. был напечатан труд «Простонародные названия русских растений» [40], где в предисловии автор просил всех тех, кто знает названия, собирать таковые для внесения в последующее издание. В 1859 г. автор издал вновь все собранные материалы под названием Ботанического словаря [41]. Этот новый труд «встретил общее сочувствие со стороны всех ученых и ученых обществ, и Императорская академия наук на XXI присуждении Демидовских премий удостоила Ботанический словарь почетным отзывом за недостатком премий» [41].

Еще 18 лет Николай Иванович употребил на пополнение словаря названиями растений и теми сведениями, «которые необходимы для справок читателей различных специальностей, как то: ученого ботаника, врача, фармацевта, технолога, сельского хозяина, садовода, лесовода, а равно и для простого любителя природы. Филолог тоже, может быть, найдет в нем несколько новых материалов» [41].

В следующих двух разделах представлены книги, хранящие информацию об ассортименте и декоративных качествах растений, использовавшихся в садах и парках, в них описаны достижения в области селекции и сортоводства. В справочниках имеются технологии выращивания древесных и кустарниковых растений, способы формирования и обрезки, рекомендации по уходу за различными растениями.

Декоративное древоводство

Книги, посвященные садоводству, поступили в фонд ОРКП из различных источников. Так, имеются среди них издания из библиотеки графов Строгановых [42–45]. Это, в частности, полная подборка «Трудов Вольного экономического общества» [46], в составе которой имеются и статьи, относящиеся к избранной теме (например «О посеве древесных семян в северных странах» [46, 1774. Ч. XXVII и др.]); статьи снабжены гравированными иллюстрациями с изображением беседок, опор для вьющихся растений и т. д.

Вольное экономическое общество – одно из старейших научных обществ России и самая первая общественная организация в нашей стране. Оно было основано в 1765 г. графом Г.Г. Орловым под покровительством Екатерины II. Прекратив работу в 1918 г., оно было возрождено в 1982 г. Одной из основных целей общества полагалось изучение положения сельского хозяйства страны и распространение полезных для его развития сведений.

К XVIII в. относится еще одно издание, выпущенное в Петербурге «в Императорской типографии иждивением книгопродавцев Т. Полежаева и Г. Зотова». Это «Подробный словарь увеселительного, ботанического и

хозяйственного садоводства» в четырех частях, переведенный с французского языка Н. Ивановым [47].

В основном фонде НБ ТГУ хранится первое прижизненное издание книги Р.И. Шредера «Русский огород, питомник и плодовый сад» [48]. Рихард Иванович Шредер (1822–1903) – выдающийся ученый и практик, главный садовник Петровской (ныне Тимирязевской) сельскохозяйственной академии. Р.И. Шредера называют иногда «патриархом русского садоводства». Он родился и получил образование в Дании, а в 1840-е гг. переехал в Россию, где был назначен главным садовником Санкт-Петербургского лесного и межевого института; с 1862 г. являлся главным садовником Петровской лесной и земледельческой академии в Москве – в этой должности он трудился более 40 лет. Книга «Русский огород, питомник и плодовый сад», ставшая трудом всей жизни, была удостоена медали – премии Российского Общества Садоводства «За лучшее сочинение на русском языке по садоводству и по огородничеству». В дореволюционный период сочинение выдержало 9 изданий, последнее, девятое, появилось в 1909 г. В основу переиздания книги в 1929 г. было взято не последнее издание, переделанное П.И. Каменоградским, сделавшим много личных добавлений, в силу чего книга Р.И. Шредера значительно утратила индивидуальность. В 1992 г. выпущено репринтное воспроизведение издания 1929 г. [49], в 2008 г. книга вышла в издательстве «Фитон+» [24]. НБ ТГУ располагает также отдельным оттиском из этого труда [50].

В основном фонде НБ ТГУ хранится еще одна широко известная книга Р.И. Шредера «Живые изгороди и лесные опушки» [51], ставшая своего рода «садовой классикой». Проверенные многолетней практикой приемы формирования живых изгородей используются и в настоящее время [52–55]. Первое издание труда «Живые изгороди...» вышло в свет в 1869 г.; имеются и переиздания последних лет.

Еще одна работа, не потерявшая актуальности и в настоящее время – «Обрезка и формирование деревьев» Л.Н. Симонова (рис. 6) [56].

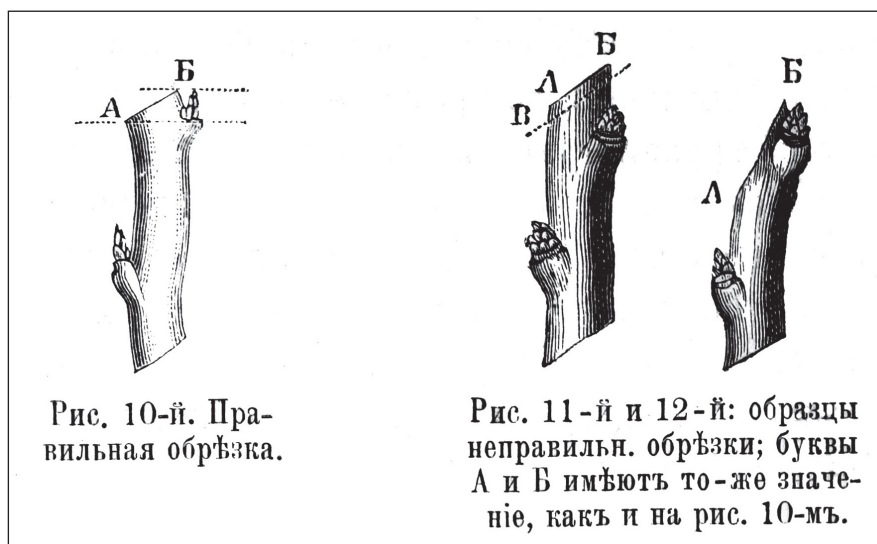


Рис. 10-й. Правильная обрѣзка.

Рис. 11-й и 12-й: образцы неправильн. обрѣзки; буквы А и Б имѣють то-же значеніе, какъ и на рис. 10-мъ.

Рис. 6. Иллюстрация из издания: Симонов Л.Н. Обрезка и формирование деревьев / под ред. Э.Л. Регеля. СПб., 1890
Fig. 6. An illustration of the edition: LN Simonov Trimming and shaping trees / ed. EL Regelya.SPb. 1890

В статье А.Г. Недзельского [57], составляющей извлечение из отчета, предоставленного департаменту земледелия и сельской промышленности; автор, надворный советник, командированный для изучения за границей культуры промышленных и лекарственных растений, описывает ход возделывания роз со времени получения их из Казанька до получения от них цветков, из лепестков которых потом получены были выгонкой розовое масло и розовая вода. Несмотря на то, что статья посвящена промышленному использованию *Rosadamasena*, в контексте заявленной тематики «...это описание дает материал о приживчивости вида к различным почвам и климату Крыма» [57].

Следует упомянуть также 11 имеющихся в НБ ТГУ выпусков серии «Садовая библиотека» (начало XX в.). Все выпуски – это брошюры по садоводству, цветоводству, семеноводству разных авторов. Издание было адресовано широкому кругу читателей и хорошо иллюстрировано.

Отметим также «Каталог Помологического сада», составленный Э. Регелем и Я.К. Кессельрингом – возможно, это последнее или одно из последних подобных дореволюционных изданий в России [58]. Ранее книга принадлежала Бодо Германовичу Иоганзену, о чем свидетельствует штамп его личной библиотеки.

Цветоводство

Все издания, представленные в этом разделе, относятся ко 2-й половине XIX в. и хранятся в основном фонде НБ ТГУ.

В первую очередь следует упомянуть 2-е и 3-е издания сочинения Э.Л. Регеля о культуре одно- и двулетних цветочно-декоративных растений открытого грунта [59, 60]. Автор определил цель издания следующим образом: «Настоящее издание имело задачей, с одной стороны, дать любителям, садовникам и семяноторговцам руководство для справок относительно всех тех однолетних и двулетних растений, которые встречаются в каталогах семяноторговцев, а с другой стороны – посредством ознакомления читателей с разными видами этих растений, руководить при выборе семян и дать семяноторговцам твердое основание при составлении их каталогов» [59]. За исключением нескольких экземпляров, введенных в культуру незадолго до выхода книги, все изложенное в этом сочинении было основано на собственных многолетних опытах автора.

Следующее издание адресовано любителям нескольких популярных красивоцветущих растений [61]. Оно посвящено разведению примул, анютиных глазок, лютиков и др. и было опубликовано в серии «Карманная хозяйственная библиотека» в 1856 г. Спра-

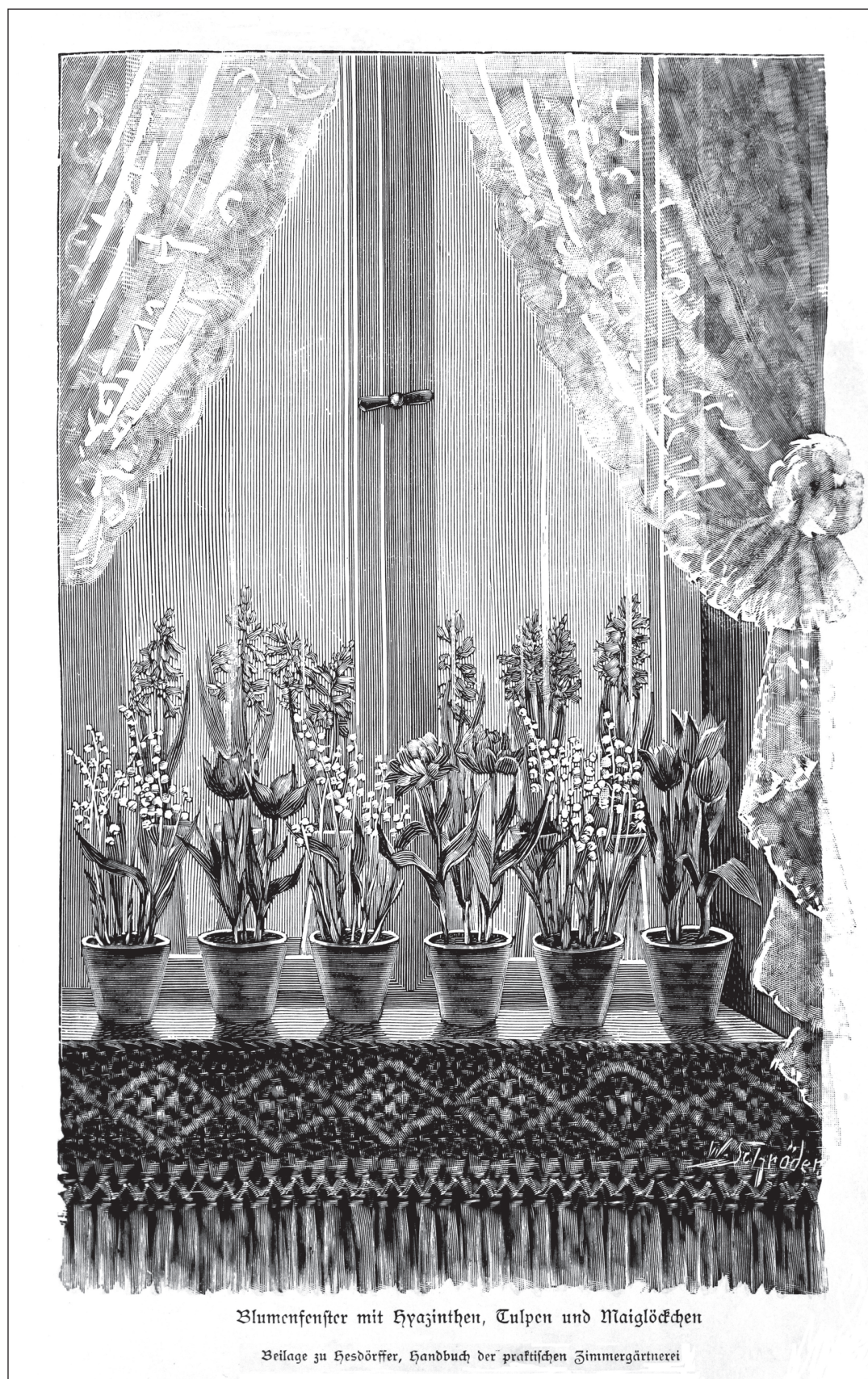


Рис. 7. Иллюстрация из издания: Hesdörffer Max. Handbuch der praktischen Zimmergärtnerei. Berlin, 1896
Fig. 7. An illustration of the edition: Hesdörffer Max. Handbuch der praktischen Zimmergärtnerei. Berlin, 1896

вочное издание А.Н.Еракова посвящено декоративным многолетникам [62]; к сожалению, книга в плохом состоянии.

В общем фонде НБ ТГУ хранятся также отдельные оттиски статей, посвященных культурам открытого грунта; это, например, работа В.Я. Бертенсона, посвященная культуре иммортели на юге Франции [63]. Статья посвящена культуре «желтой или так называемой восточной иммортели (*Gnaphaliumorientale* LeLin., *Helichrysumorientale* Tourn.)» [63. С. 2]. Другой пример – работа А.И. Ресслера о разведении голландских цветочных лукович на Кавказе [64].

Комнатное цветоводство представлено рядом интересных отечественных и зарубежных изданий.

В первую очередь, это сочинение М. Гесдёрфера, уже упоминавшегося в разделе «Дендрология и ботаника» (Hesdörffer Max. *Handbuch der prartischen Zimmergärtnerei*. Berlin, 1896.) [39, 65], поступившее в НБ ТГУ через библиотеку Сибирских высших женских курсов. Книга представляет собой подробное руководство по разведению и содержанию комнатных растений и использованию их в интерьере, адресованное, в первую очередь, любителям, однако может быть интересна и профессиональным садоводам. Все без исключения иллюстрации оригинальны и исполнены частью по фотографическим снимкам, частью по рисункам с натуры, сделанным по заказу автора (рис. 7).

Книга была переведена на русский язык знатоком комнатного садоводства А. Семеновым, который сделал ряд ценных дополнений и изменений для России [66]. Так, описания растений дополнены в тех местах, где они показались переводчику чересчур краткими и потому не вполне ясными. Подобные дополнения сделаны и в других частях книги, например, при описании приготовления земли, устройства двойных и тройных рам и др. Кроме того, в книгу включены описания некоторых видов, не вошедших в немецкий оригинал, но испытанных лично А. Семеновым и рекомендованных им для разведения в комнатах. Книга в переводе А. Семенова была переиздана в 2002 г. [67].

К сожалению, это классическое издание, и в настоящее время вполне заслуженно считающееся одним из лучших руководств по комнатному садоводству, далеко не всем было доступно по цене, вследствие чего А.А. Смирновский переработал труд М. Гесдёрфера [68] с целью сделать его «доступным и для менее состоятельных любителей комнатного садоводства» [68]. Дополнения и изменения, внесенные в настоящее издание, были сделаны автором отчасти на основании личного опыта, отчасти по трудам П. Успенского [69] и др.

С целью дать читателям чисто практическое руководство и удешевить издание, из труда М. Гесдёрфера были исключены описания растений, мало пригодных для комнатной культуры или таких, которые достать было почти невозможно, культура водяных растений и уход за аквариумами. Автор счел, что этот раздел разработан в книге М. Гесдёрфера сравнительно слабо, а кроме того, он собирался переводить с дополнениями и изменениями для русских условий труд «*Leitfagen für Aquarien und Terrarien freunde*» von Dr. E. Zernecke. Не вошли в издание также все рисунки растений, пригодных для комнатной культуры, так как изображения их в превосходном исполнении можно было найти в зарубежных каталогах, выписываемых бесплатно. Отметим, что труд А.А. Смирновского поступил в НБ ТГУ вместе с книгами из библиотеки Сибирской железной дороги, о чем свидетельствует штамп на форзаце.

К общедоступным изданиям относится книга М.Ю. Петровой, петербургской любительницы цветоводства и комнатного плодородства [70]. В книге даны как общие сведения, необходимые для комнатной культуры, так и наставления для правильного воспитания и содержания различных комнатных растений, включая плодовые. Книга также хранилась в фонде библиотеки Сибирской железной дороги, о чем свидетельствуют ярлык и штамп на форзаце.

В работе Э.Л. Регеля, посвященной разведению комнатных растений [71], кроме подробного рассмотрения вопросов, связанных с содержанием растений в комнатных условиях, автор приводит различные варианты расстановки растений для декорирования по-

мещений с учетом освещения и пр. Эта книга поступила в НБ ТГУ в составе коллекции Цензурного комитета.

Следующее издание также поступило в ОРКП в составе коллекции Цензурного комитета; это работа де Жонша, садовника в Брюсселе, посвященная разведению камелий [72]. Сочинение М. Вобста «Азалея, ее воспитание, размножение и содержание» удостоено премии по конкурсу, объявленному Императорским Российским Обществом садоводства [73]. В работе приводятся описание видов и сортов азалии, а также рекомендации по уходу за ними.

Книга И.Р. Шредера «Руководство к уходу за комнатными растениями» [74] адресована любителям комнатного цветоводства для облегчения выбора растений, ознакомления с их существенными физиологическими потребностями, способами правильного ухода и состоит из общей (условия, необходимые для роста и развития растений, агротехника и пр.) и специальной (описание видов и сортов) частей. Это издание поступило в НБ ТГУ вместе с собранием книг первой томской мужской гимназии; печать этого учебного заведения имеется на форзаце.

Представляют интерес также два издания конца XIX в. по садоводству на немецком языке. Одна из них – работа известного немецкого садовода Германа Йегера (1815–1890), придворного садовника в Эйзенахе, посвященная зимней флоре [75]. Русский перевод книги под названием «Зимний сад» был опубликован в 1871 г. Вторая работа написана Иоганном Вессельхедтом и посвящена разведению роз в горшках [76]; книга поступила в НБ ТГУ через библиотеку Сибирских высших женских курсов.

Заключение

Представленный краткий обзор позволяет сделать вывод, что университет обладает уникальными культурными традициями в подходе к образованию, потенциал которых может быть раскрыт в создании образовательных программ.

Хотя литературу по рассмотренным областям в НБ ТГУ нельзя назвать исчерпывающей, в библиотеке имеется целый ряд клас-

сических трудов, не утративших значения до настоящего времени. Обращает на себя внимание, что книги по ландшафтному дизайну пользовались спросом в Томске еще с середины XIX в. Об этом говорит тот факт, что существенная часть описанных изданий бытовала в составе книжных собраний известных томичей (Г.К. Тюменцев, Б.Г. Иоганзен), а также в библиотеках учебных заведений (мужская гимназия, Сибирские высшие женские курсы).

Использование документов и материалов, хранящихся в Научной библиотеке ТГУ, позволит не только эффективно формировать необходимые навыки и компетенции студентов, но и повысить их общий культурный уровень. Кроме того, отсутствие у современных студентов привычки обращаться к фондам библиотеки, вызванное лавинообразной компьютеризацией общества, может сыграть с ними «злую шутку». Дело в том, что существенная часть классических работ в области ландшафтной архитектуры не только не переиздавалась с момента их первого выхода в свет, но до сих пор не существует в цифровой форме. Между тем, помимо не утративших значения текстов, перечисленные издания содержат планы, чертежи и рисунки, которые могут использоваться в современном ландшафтном проектировании и строительстве и представляют интерес не только для студентов, но и для преподавателей и практиков.

Библиографический список

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» // Консультант Плюс: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_177290/ (дата обращения 10.02.2016 г.)
2. Клуверт, Э. Садово-парковое искусство Европы. От Античности до наших дней / Э. Клуверт. – М.: Арт-РОДНИК, 2008. – 496 с.
3. Pinault-Sorensen M. Dezallier d'Argenville, l'Encyclopédie et la Conchyliologie // Recherche sur Diderot et sur l'Encyclopedie. 1998. Vol. 24. № 24. p. 101–148.
4. Laissus Y. Argenville, Antoine-Joseph Dezallier d. // Dictionary of Scientific Biography. New York, 1970. P. 243–244.
5. Вергунов, А.П. Русские сады и парки / А.П. Вергунов, В.А. Горохов. – М.: Наука, 1987. – 418 с.
6. Лихачев, Д.С. Поэзия садов. К семантике садово-парковых стилей. Сад как текст / Д.С. Лихачев. – СПб.: Наука, С.-Петербургское отделение, 1991. – С. 153.
7. Argenville, Antoine-Joseph. La Théorie et la Pratique du Jardinage, ou l'on traite à fond des beaux-jardins en sapellés communément les jardins de Plaisance et de Propreté. Anonim. A la Haye, 1715.

8. Results for «La theorie et la pratique du jardinage» // OCLC. WorldCat. URL: http://www.worldcat.org/search?q=La+the%CC%81orie+et+la+pratique+du+jardinage+&qt=owc_search (дата обращения 15.01.2014 г.).
9. Argenville A.-J. D., d. La theory et la pratique du jardinage. Paris, 1709 // Gallica. URL: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8626274z/f7.image.r=langEN> (15.01.2014 г.).
10. Регель, А. Изящное садоводство и художественные сады. Историко-дидактический очерк / А. Регель. – СПб.: Изд. Г.Б. Винклер, 1896. – 448 с.
11. Loudon J.C. The landscape gardening and landscape architecture. – London, 1840. – 619 p.
12. Епанчин, К.П. Ландшафтный сад. Устройство ландшафтных садов с планами и чертежами. Выбор растений для украшения террас, балконов, решеток, для обсадки ваз, каменистых участков, берегов рек и прудов. Выбор красивейших кустарников и деревьев / К.П. Епанчин. – М., 1891. – С. 106.
13. Колосова, Г.И. Тюменцев Гавриил Константинович. Энциклопедия Томской области. Т. 2: Н–Я / Г.И. Колосова. – Томск: ТГУ, 2009. – С. 851.
14. Карташова, Т.П. Красноярская книга в библиотеке Г.К. Тюменцева / Т.П. Карташова // V Юдинские чтения, (Красноярск, 9–12 окт. 2007 г.): матер. науч.-практ. конф. – Красноярск: Гос. универс. науч. б-ка Краснояр. края. – 2008. – С. 66–69.
15. Карташова, Т.П. Некоторые аспекты изучения регионального книжного дела (На примере библиотеки Г.К. Тюменцева) / Т.П. Карташова // Библиотечное партнерство для инф. развития: Матер. VI-й Межд. науч.-практ. конф. – Томск: ТГУ, 2005. – С. 181–186.
16. Колосова, Г.И. Библиотека Г.К. Тюменцева как основа для изучения личностного и духовного становления сибирского интеллигента 2-й половины XIX – начала XX века / Г.И. Колосова // Библиотечное партнерство для инф. развития: Матер. VI-й Межд. науч.-практ. конф. – Томск: ТГУ, 2005. – С. 171–181.
17. Колосова, Г.И. Специфика состава книжного собрания Г.К. Тюменцева как отражение духовных запросов сибирского интеллигента второй половины XIX – нач. XX в. / Г.И. Колосова // Факторы формирования духовного мира и социального облика населения Западной Сибири с древности до современности. – Томск: НТЛ, 2004. – С. 179–186.
18. Карташова, Т.П. Издания П.И. Макушина в библиотеке томского краеведа Г.К. Тюменцева / Т.П. Карташова // Макушинские чтения: Тез. докл. науч. конф., 22–23 мая 2003 г. – Новосибирск, 2003. – С. 99–103.
19. Колосова, Г.И. Литографированные работы П.М. Кошарова в книжном собрании Г.К. Тюменцева / Г.И. Колосова // Макушинские чтения: Тез. докл. науч. конф., 22–23 мая 2003 г. – Новосибирск, 2003. – С. 96–98.
20. Епанчин, К.П. Ландшафтный сад / К.П. Епанчин. – М.: Кладезь-Букс, 2007. – 112 с.
21. Епанчин, К.П. Цветочный сад / К.П. Епанчин. – М.: Фитон+, 2010. – 224 с.
22. Жирнов, А.Д. Искусство паркостроения / А.Д. Жирнов. – Львов: Вища школа, 1977. – 208 с.
23. Боговая, И.О. Ландшафтное искусство: учебник для вузов / И.О. Боговая, Л.М. Фурсова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 223 с.
24. Френкина, Т. Национальное достояние / Т. Френкина // Цветоводство. – № 2. – 2010. – С. 59.
25. Труды Императорского С.-Петербургского ботанического сада. Т. II. Вып. 1. – СПб.: Тип. В. В. Працц, 1873. – С. 1–144.
26. Регель, А.Э. Путеводитель по Императорскому Санкт-Петербургскому ботаническому саду / А.Э. Регель. – СПб., 1873. – 147 с.
27. Траутфеттер, Р.Э. Краткий очерк истории Императорского С.-Петербургского ботанического сада / Р.Э. Траутфеттер // Труды Императорского С.-Петербургского ботанического сада. Т. II. Вып. 1. – СПб.: Тип. В. В. Працц, 1873. – С. 145–301.
28. Липский, В.И. Ботанические сады Мадрида, Лиссабона и Кью. Отчет о заграничной командировке 1905 г. В. И. Липского, главного ботаника СПб ботан. сада (Приложение к «Трудам ботанического сада»; Т. XXIV) / В.И. Липский. – СПб.: Типо-лит. «Герольд», 1906. – 267 с.
29. Липский, В.И. Северная Америка и ее ботанические сады. Ч. 1. Нью-Йоркский ботанический сад с планом Сада, 5 таблицами рисунков и 2 фигурами в тексте) / В.И. Липский. – Пг.: Изд. Департамента Земледелия Г.У.З. и З. Тип. К. Маттисена, 1915. – 180 с.
30. Забелин, И.Е. Московские сады в XVII столетии / И.Е. Забелин // Опыты изучения русских древностей и истории. Ч. 2. – М., 1873. – С. 266–321.
31. Забелин, И.Е. Московские сады в XVII столетии / И.Е. Забелин. – М.: Книга по Требованию, 2011. – 30 с.
32. Кернер фон Мерилаун А. Жизнь растений. Т. 2. История растений / Кернер фон Мерилаун А. – СПб.: Типография Товарищества «Просвещение», 1903. – С. 746–768 (Сады), С. 693–791 (Растение и человек).
33. Kerner von Marilaun A. Pflanzenleben. Band 1: Gestalt und Leben der Pflanze. Band 2: Geschichte der Pflanzen. Leipzig, Bibliographisches Institut, 1905. X. 778 s.
34. Бородин, И.П. Курс ботаники, читанный в Санкт-Петербургском Лесном институте профессором И.П. Бородиным / И.П. Бородин. – СПб.: лит. Пазовского, 1880. – Ч. I. Морфология. – 37 с.; Ч. II. Анатомия. – 190 с.
35. Бородин, И.П. Лекции дендрологии, чит. в СПб Лесном институте проф. Бородиным. Отдел хвойные / И.П. Бородин. – СПб.: Изд. студентов, 1885. – 101 с.
36. Мелиоранский, М. Наши деревья и кустарники. Определение по листе и краткое описание дикорастущих у нас деревянистых растений, со включением плодовых деревьев и некоторых разводимых в садах для украшения. По Плюсу, Вилькому и др. / М. Мелиоранский. – СПб.: Издание И.И. Паульсона, 1887. – 132 с.
37. Мелиоранский, М. Ботаника весною. Сведения об устройстве и жизни растений, основанные на изучении ранних весенних, преимущественно садовых, растений. С 70 политажами и таблицей для определения деревьев и кустарников в безлиственном состоянии / М. Мелиоранский. – СПб.: тип. В. Безобразова и К^о, 1879. – 163 с.
38. Регель, Э.Л. Русская дендрология или перечисление и описание древесных пород и многолетних выходящих растений, выносящих климат Средней России на воздухе, их разведение, достоинство, употребление в садах, в технике и проч. Вып. 1–6 / Э.Л. Регель. – СПб., 1883–1889. – 542 с.
39. Гесдёрфер, М. Красивые декоративно-цветущие кустарники. Перев. с немецкого, со многими изменениями и дополнениями для России под ред. Р. Э. Регеля / М. Гесдёрфер. – СПб.: Изд. А. Ф. Девриена. – 1906. – 109 с.
40. Анненков, Н. Простонародные названия русских растений. Собрал Н. Анненков / Н. Анненков. – М.: Университетская тип., 1858. – 159 с.
41. Анненков, Н. Ботанический словарь. Справочная книга для ботаников, сельских хозяев, садоводов, лесоводов, фармацевтов, врачей, дрогистов, путешественников по России и вообще сельских жителей / Н. Анненков. – СПб.: Тип. Имп. Академии наук, 1878. – XXI. – 646 с.
42. Колосова, Г.И. Духовное покорение Сибири: к вопросу об истории книжного собрания Г.А. Строганова в Научной библиотеке Томского университета / Г.И. Колосова // История библиотек сквозь века: сб. РНБ: материалы

- междунауч. науч. конф.; Санкт-Петербург, 14–16 октября 2008 г. – СПб., 2010. – Вып. 8. – С. 252–263.
43. Крупцева, О.В. Что читал Григорий Строганов? / О.В. Крупцева // Российская почта. Распространение печати, 2000. – № 1. – С. 24.
 44. Колосова, Г.И. Русские книги XVIII в. в Строгановском книжном собрании, хранящемся в Научной библиотеке Томского государственного университета / Г.И. Колосова // Вестник ТГУ. Культурология и искусствоведение, 2012. – № 3. – С. 67–73.
 45. Крупцева, О.В. Рукописные каталоги библиотеки Г.А. Строганова / О.В. Крупцева // Девятые Макушинские чтения: материалы науч. конф. г. Барнаул, 15–16 мая 2012 г. – Новосибирск, 2012. – С. 65–69.
 46. Труды Вольного экономического общества к поощрению в России земледелия и домостроительства. – СПб., 1765–1915. – 280 тт.
 47. Подробный словарь увеселительного, ботанического и хозяйственного садоводства, содержащий в себе по азбучному порядку имена, названия и свойства произрастаний, как российских, так и иностранных, с подробным предписанием способов их размножения, воспитания и предохранения от болезней и проч. Пер. с фр. – СПб., 1792. – Ч. 1–4.
 48. Шредер, Р.И. Русский огород, питомник и плодовый сад. Руководство к наивыгоднейшему устройству и ведению огородного и садового хозяйства / Р.И. Шредер. – СПб.: Изд. А. Девриена, 1877. – VI. – 576 с.
 49. Шредер, Р.И. Русский огород, питомник и плодовый сад. Руководство к наивыгоднейшему устройству и ведению огородного и садового хозяйства / Р.И. Шредер. – М., 1992. – 880 с.
 50. Шредер, Р.И. Список древесных пород Р.И. Шредера (Отдельный оттиск из 4-го изд. книги «Русский огород, питомник и плодовый сад») / Р.И. Шредер. – СПб., 1890. – 90 с.
 51. Шредер, Р.И. Живые изгороди и лесные опушки Р.И. Шредера с введением И.А. Стебута / Р.И. Шредер. – СПб.: Изд. А. Ф. Девриена, 1892. – 165 с.
 52. Георгиевский, С.Д. Живые изгороди / С.Д. Георгиевский. – М.: Сельхозгиз, 1947. – 64 с.
 53. Вехов, Н.К. Живые изгороди и бордюры / Н.К. Вехов. – М.: Мин-во коммунал. хозяйства РСФСР, 1957. – 128 с.
 54. Киселева, Т.И. Живая изгородь. Сибирский сад. Региональный ежемесячный журнал для профессионалов и любителей. Июнь 1998 / Т.И. Киселева. – № 3. – С. 2–3.
 55. Юхимчук, Д.Ф. Живые изгороди (устройство и уход за ними) / Д.Ф. Юхимчук. – Киев: Гос. изд-во лит-ры по строительству и архитектуре УССР, 1957. – 92 с.
 56. Симонов, Л.Н. Обрезка и формирование деревьев: под ред. дир. Имп. ботанического сада Э. Л. Регеля. Библиотека практических сведений Д-ра Л. Н. Симонова / Л.Н. Симонов. – СПб.: Тип. А.С. Суворина, 1890. – 54 с.
 57. Недзельский, А.Г. Заметки о воспитании казанлыкской розы (*Rosadamascena* Mill.) с промышленной целью, произведенном по распоряжению министерства государственных имуществ на хуторе Гераклея близ херсонесского монастыря, в окрестностях Севастополя / А.Г. Недзельский. – СПб.: Тип. В. Демакова, б. г. 14 с. В конце статьи: 10 января 1878 года, хутор Гераклея. Печатано по распоряжению Департамента земледелия и сельской промышленности.
 58. Каталог Помологического сада и питомников для акклиматизации плодовых и декоративных деревьев, кустарников и многолетних растений д-ра Э. Регеля и Я.К. Кессельринга. – Пг., 1917. – № 52. – 94 с.
 59. Регель, Э.Л. Однолетние и двухлетние цветущие растения, находящиеся в каталогах семеноводов, выбор лучших из них и уход за ними. Соч. Д-ра Э. Регеля / Э.Л. Регель. – СПб.: Изд. Карла Риккера, 1874. 121 с.
 60. Регель, Э.Л. Однолетние и двухлетние цветущие растения, находящиеся в каталогах семеноводов, выбор лучших из них и уход за ними. Соч. Д-ра Регеля / Э.Л. Регель. – СПб.: Изд. Карла Риккера, 1885. 496 с.
 61. Наставление к разведению аврикулей, анютиных глазок, ранункулей, анемонов и душистой фиалки [Карманная хозяйственная библиотека, кн. XX.III] (Прибавление к журналу «Труды» И. В. Э. Общества). – СПб, 1856.
 62. Ераков, А.Н. Многолетние цветочные и декоративные травянистые растения, расположенные по высоте и по колерам цветов для легчайшего подбора при устройстве садов и парков с объяснением посева, ухода, размножения, времени цветения растений и потребной для них почвы / А.Н. Ераков. – СПб, 1881. – 366 с.
 63. Бертенсон, В.Я. Культура иммортели на юге Франции. Извлечено из «Земледельческой газеты». 1890. № 33 / В.Я. Бертенсон. – СПб.: Тип. В. Демакова, 1890. – 8 с.
 64. Ресслер, А.И. О возможности разведения на Кавказе голландских цветочных лукович (Напечатано по распоряжению Императорского Российского Общества Садоводства) / А.И. Ресслер. – СПб.: Тип. Имп. Академии Наук, 1884. – С. 291–298.
 65. Hessedörffer M. Handbuch der praktischen Zimmergärtnerei. Berlin, 1896. – 506 с.
 66. Гесдёрфер, М. Комнатное садоводство. Уход за комнатными растениями, их выбор и размножение. Приспособление комнат для культуры в них растений. Практическое руководство для любителей и садоводов / М. Гесдёрфер. – СПб.: Изд. А. Ф. Девриена, 1904. – VIII, IV. – 692 с.
 67. Гесдёрфер, М. Все о комнатных растениях. Серия «Мой дом» / М. Гесдёрфер. – М.: Эксмо, 2002. – 656 с.
 68. Смирновский, А.А. Комнатное садоводство. Практическое руководство для любителей комнатных растений (Бесплатное приложение к журналу «Прогрессивное садоводство и огородничество» за 1908 г. Ред. П. Н. Штейнберг. Изд. П. П. Сойкина) / А.А. Смирновский. – СПб.: Книгоизд. П.П. Сойкина, б. г. 224 с..
 69. Успенский П.П. Содержание растений в комнатах / П.П. Успенский. – СПб.: Тип. «Петерб. Газ.», 1889. – 147 с.
 70. Петрова, М.Ю. Комнатное цветоводство. Подробное наставление для разведения и воспитания комнатных растений, как луковичных, так древесных, цветочных и плодовых, а также и травянистых. Декорационное убранство комнат растениями в виде зимнего сада и устройство террариумов и аквариумов / М.Ю. Петрова. – СПб.: Изд. книгопродавца И.Л. Тузова, 1891. – 341 с.
 71. Регель, Э.Л. Содержание и воспитание растений в комнатах / Э.Л. Регель. – СПб.: Тип. Эдуарда Праца, 1870. – IV. – Ч. 1. – Вып. 1. – 75 с.; Вып. 2. – 1870. – IV. – 77–157 с.; Вып. 3. – 1871. – IV. – 159–232 с.
 72. Г-н де Жонш. Руководство к разведению камелий, составленное г-ном де Жоншем, садовником в Брюсселе. Пер. с франц. подлинника, изданного в Брюсселе в декабре 1851 г. – СПб., 1852. – 148 с.
 73. Вобст, М. Азалея, ее воспитание, размножение и содержание / М. Вобст. – СПб., 1869. – 24 с.
 74. Шредер, И.П. Руководство к уходу за комнатными растениями / И.П. Шредер. – СПб., 1861. – 182 с.
 75. Jäger H. Winterflora – oder Anleitung zur künstlichen Blumenzucht und Treibkultur in Glashäusern und Zimmern im Winter – Nebst Kulturangabe und Beschreibung der schönsten, naturgemäß im Winter blühenden Pflanz. Weimar, 1880.IV, 181 с.
 76. Wesselhöft Johannes. Kultur der Rosen in Töpfen. Praktische Anleitung für Blumenfreunde die Rosen im Zimmer zu ziehen und zu jeder Jahreszeit blühende Rosen zu haben Mit 15 in den Text gedruckten Abbildungen (Holzstiche) Weimar: Bernhard Freidrich Voigt, 1887. 133 с.

CONNECTION BETWEEN RARE BOOKS AND STUDENTS AS AN IMPORTANT PART OF EDUCATION PROCESS IN A LANDSCAPE ARCHITECTURE UNIVERSITY PROGRAM

Esipova V.A., Dr. Sci. (History), Sector Rare Books and Manuscripts Department ⁽¹⁾; Kuklina T.E., Assoc. Prof. TSU, Ph.D. (Biol.)⁽¹⁾; Frolova V.A., Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Architecture) ⁽²⁾

esipova_val@mail.ru, t_kuklina63@mail.ru, frolova@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Tomsk State University Research Library. 634050, Russia, Tomsk, Leninastreet, 34a. +7(3822)528412, +7(3822)529444

⁽²⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytischki, Moskow reg., Russia

Modern educational standards provide for the creation of conditions for the formation of students' competencies not only within the classrooms, but in other formats as well. University environment is very important for the formation of general cultural and general professional competence. Visiting a museum or exhibition is an opportunity for the expansion of general competence, for filling in the gaps in general education. Universities are now designing their own educational programs and defining a set for the formation of competencies. At the same time they are obliged to take into account the traditions of the existing scientific schools and to use all resources available. The regional specificity of the university could be a competitive advantage in this case. For example, the first university in Siberia founded in 1878 is situated in Tomsk; the University Research Library has a unique fund, part of which is represented in the Museum of Book History. The article provides an overview of theatrical exhibition, which took place several times in the Museum of Book History for students of specialty "Gardening and Landscape Construction". The editions from the Rare Books and Manuscripts Department as well as from the Department of the Main Fund were shown at the exhibition. The article shows that the exhibition is a unique opportunity for students to explore a number of classical works on their specialty, as part of them is absent in digital form and wasn't republished. It was also shown that the interest in landscape design is traditional for Tomsk, as a number of editions entered the Library from individuals and educational institutions of our city.

Keywords: landscape architecture, history park-garden art, dendrology, botany, gardening, ornamental planting, exhibition, rare books, competence.

References

1. *Federalnyy Gosudarstvennyy Obrazovatelnyy Standart Vysshego Obrazovaniya FGOC VO po napravleniyu podgotovki 35.03.10 Landshaftnaya Arhitektura* [Russian Federation Education Standard for Landscape Architecture (Bachelor program)]. Konsultant Plyus https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_177290/ (accessed 10 February 2016)
2. Kluckert E. *Sadovo-parkovoe iskusstvo. Ot Antichnosti do nashikh dney* [European Garden Design from Classical Antiquity to the Present Day]. Oxford, 2007. 496 p. (Russ. ed.: Moscow, Art-RODNIK Publ., 2008. 496 p.)
3. Pinault-Sorensen M. *Dezallier d'Argenville, l'Encyclopédie et la Conchyliologie // Recherche sur Diderot et sur l'Encyclopédie. 1998. Vol. 24. № 24. P. 101–148.*
4. Laissus Y. *Argenville, Antoine-Joseph Dezallier d. // Dictionary of Scientific Biography. New York, 1970. P. 243–244.*
5. Vergunov A.P., Gorokhov V.A. *Russkie sady i parki* [Russian Gardens and Parks]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 418 p.
6. Likhachev D.S. *Poeziya sadov. K semantike sadovo-parkovykh stiley. Sad kak tekst* [The poetry of gardens. To the semantics of garden styles. Garden as a text.]. St. Petersburg, Nauka Publ. St. Petersburg Branch, 1991. 371 p.
7. Argenville, Antoine-Joseph Dezallier d. *La Théorie et la Pratique du Jardinage, ou l'on traite à fond des beaux jardins apellés communément les jardins de Plaisance et de Propreté.* Anonim. A la Haye, 1715.
8. Results for «La theorie et la pratique du jardinage» // OCLC. WorldCat. URL: http://www.worldcat.org/search?q=La+theorie+et+la+pratique+du+jardinage+&qt=owc_search (accessed 15 January 2014).
9. Argenville A.-J. D., d. *La theory et la pratique du jardinage.* Paris, 1709 // Gallica. URL: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8626274z/f7.image.r=.langEN> (accessed 15 January 2014).
10. Regel' A. *Izyashchnoe sadovodstvo i khudozhestvennye sady. Istoriko-didakticheskiy ocherk* [Graceful gardening and artistic gardens. Historical-didactic essay]. St. Petersburg, Izd. G. B. Vinkler Publ., 1896. 448 p.
11. Loudon J.C. *The landscape gardening and landscape architecture.* London, 1840. 619 p. with fig.
12. Epanchin K.P. *Landshaftnyy sad. Ustroystvo landshaftnykh sadov s planami i chertezhami. Vybory rasteniy dlya ukrasheniya terras, balkonov, reshetok, dlya obsadki vaz, kamenistyykh uchastkov, beregov rek i prudov. Vybory krasiveyshikh kustarnikov i derev'ev. Izd. 2-e, vnov' peresmotri dopoln.* [Landscape garden. The arrangement of landscape gardens with plans and drawings. A choice of plants for decoration of terraces, balconies, lattices, for planting in vases, on stony sites, coasts of the rivers and ponds. Choice of the most beautiful shrubs and trees. 2nd ed., again revised and added.]. Moscow, 1891, 106, 1 p.
13. Kolosova G.I. *Tyumentsev Gavriil Konstantinovich. Entsiklopediya Tomskoy oblasti. T. 2 : N-YA* [Tyumentsev Gavriil Konstantinovich. Encyclopedia of the Tomsk region. Vol. 2]. Tomsk, TSU Publ., 2009. P. 851.
14. Kartashova T.P. *Krasnoyarskaya kniga v biblioteke G.K. Tyumentseva* [Krasnoyarsk book in the library of G.K. Tyumentsev]. V Yudinskii chteniya (Krasnoyarsk, 9–12 okt. 2007 g.): materialy nauch.-prakt. konf. Gos. univers. b-ka Krasnoyarskaya. [V Yudinskii readings, (Krasnoyarsk, 9–12 Oct. 2007): Materials of the Scientific and Practical Conference]. Krasnoyarsk, 2008. pp. 66–69 (in Russian).
15. Kartashova T.P. *Nekotorye aspekty izucheniya regional'nogo knizhnogo dela (Na primere biblioteki G.K. Tyumentseva)* [Some aspects of studying of regional book publishing (On the example of G.K. Tyumentsev's library)]. Bibliotечноe partnerstvo dlya informatsionnogo razvitiya: Materialy VI-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Library partnership for information development: Materials of the VI-th International Scientific and Practical Conference]. Tomsk, TSU Publ., 2005. Pp. 181–186 (in Russian).
16. Kolosova G.I. *Biblioteka G.K. Tyumentseva kak osnova dlya izucheniya lichnostnogo i dukhovnogo stanovleniya sibirskogo intelligenta 2-y poloviny XIX–nachala XX veka* [Library of G. K. Tyumentsev as a basis for studying of personal and spiritual formation of the Siberian intellectual 2-nd half of XIX – early XX century]. Bibliotечноe partnerstvo dlya informatsionnogo

- razvitiya: Materialy VI-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Library partnership for information development: materials of the VI-th International Scientific and Practical Conference]. Tomsk, TSU Publ., 2005. Pp. 171–181 (in Russian).
17. Kolosova G.I. *Spetsifika sostava knizhnogo sobraniya G.K. Tyumentseva kak otrazhenie dukhovnykh zaprosov sibirskogo intelligenta vtoroy poloviny XIX–nachala XX v.* [The specificity of the composition of the G.K. Tyumentsev book collection as a reflection of the spiritual needs of the Siberian intellectuals of the second half of XIX – early XX century]. *Faktory formirovaniya dukhovnogo mira i sotsial'nogo oblika naseleniya Zapadnoy Sibiri s drevnosti do sovremennosti* [Factors of formation of an inner world and social shape of the population of Western Siberia from antiquity to the present]. Tomsk, NTL Publ., 2004. pp. 179–186 (in Russian).
 18. Kartashova T.P. *Izdaniya P.I. Makushina v biblioteke tomского kraevedy G.K. Tyumentseva* [P.I. Makushin's editions in library of the Tomsk local historian G.K. Tyumentsev]. *Makushinskiye chteniya : Tez. dokl. nauch. konf., 22–23 maya 2003, g. Novosibirsk.* [Makushinskiye readings : Abstracts of Scientific Conference, May 22–23, 2003, Novosibirsk]. Novosibirsk, 2003. pp. 99–103 (in Russian).
 19. Kolosova G.I. *Litografirovannyye raboty P. M. Kosharova v knizhnom sobranii G.K. Tyumentseva* [Lithographic works of P.M. Kosharov in the book collection of G.K. Tyumentsev]. *Makushinskiye chteniya : Tez. dokl. nauch. konf., 22–23 maya 2003, g. Novosibirsk.* [Makushinskiye readings: Abstracts of Scientific Conference, May 22–23, 2003, Novosibirsk]. Novosibirsk, 2003. pp. 96–98 (in Russian).
 20. Epanchin K.P. *Landshaftnyy sad. Izd. 3.* [Landscape garden. Ed. 3]. Moscow, Kladez'-Buks Publ., 2007. 112 p.
 21. Epanchin K.P. *Tsvetochnyy sad* [Flower garden]. Moscow, Fiton+ Publ., 2010. 224 p.
 22. Zhirmov A.D. *Iskusstvo parkostroeniya* [The art of Park design]. Lvov, Vishcha shkola Publ., 1977. 208 p.
 23. Bogovaya I.O., Fursova L. M. *Landshaftnoe iskusstvo* [Landscape art]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1988. 223 p.
 24. Frenkina T. *Natsional'noe dostoyanie* [National treasure]. *Tsvetovodstvo* [Floriculture], 2010, no. 2, p. 59 (in Russian).
 25. *Trudy Imperatorskogo S.-Peterburgskogo botanicheskogo sada. T. II. Vyp. 1* [Transactions of the Imperial St. Petersburg Botanical garden. Vol. II. Iss. 1.]. St. Petersburg, Tip. V. V. Pratts Publ., 1873. Pp. 1–144.
 26. Regel' A.E. *Putevoditel' po Imperatorskomu Sankt-Peterburgskomu botanicheskomu sadu* [Guide to the Imperial St. Petersburg Botanical garden]. St. Petersburg, 1873. 147 p., 1 pl.
 27. Trautfetter R.E. *Kratkiy ocherk istorii Imperatorskogo S.-Peterburgskogo botanicheskogo sada. T.II. Vyp. 1* [A short essay of the Imperial St. Petersburg Botanical garden history] *Trudy Imperatorskogo S.-Peterburgskogo botanicheskogo sada. T. II. Vyp. 1* [Transactions of the Imperial St. Petersburg Botanical garden. Vol. II. Iss. 1.]. St. Petersburg, Tip. V.V. Pratts Publ., 1873. Pp. 145–301.
 28. Lipskiy V.I. *Botanicheskiye sady Madrida, Lissabona i K'yu. Otchet o zagranichnoy komandirovke 1905 g. V.I. Lipskogo, glavnogo botanika SPb botan. Sada (Prilozheniye k «Trudam botanicheskogo sada»; T. XXIV)* [Botanical gardens of Madrid, Lisbon, Kew. Report on foreign travel in 1905 of V.I. Lipskiy, chief botanist of SPb Botanical garden (Appendix to the Transactions of the Botanical garden; Vol. XXIV)]. St. Petersburg, Tipol.-lit. «Gerol'd» Publ., 1906. 267 p., with plan and fig., 3 il.
 29. Lipskiy V.I. *Severnaya Amerika i ee botanicheskiye sady. Ch. 1. N'yu-Iorkskiy botanicheskiy sad s planom Sada, 5 tablitsami pisunkov i 2 figurami v tekste* [North America and its Botanical gardens. Part 1. New York Botanical garden with the Garden plan, 5 tables of figures and 2 figures in the text]. Petrograd, Izd. Departamenta Zemledeliya G.U.Z. Tip. K. Mattisena Publ., 1915. 180 p., 4 il., 2 maps.
 30. Zabelin I.E. *Moskovskiy sady v XVII stoletii. Opyty izucheniya russkikh drevnostey i istorii. Ch. 2* [Moscow gardens in the XVII century. The experience of studying of Russian history and antiquities. Part 2] Moscow, 1873. Pp. 266–321.
 31. Zabelin I.E. *Moskovskiy sady v XVII stoletii* [Moscow gardens in the XVII century.]. Moscow, Kniga po Trebovaniyu Publ., 2011. 30 p.
 32. Kerner von Merilaun A. *Pflanzenleben. Band 2: Geschichte der Pflanzen* (Russian ed.: Kerner von Merilaun A. *Zhizn' pacteniy. Bd. 2. Istoriya pasteniy*. St. Petersburg, Tipografiya Tovarishchestva «Prosveshcheniye» Publ., 1903. Pp. 746–768 (Sady). Pp. 693–791 (Rasteniye i chelovek)).
 33. Kerner von Marilaun A. *Pflanzenleben. Band 1: Gestalt und Leben der Pflanze. Band 2: Geschichte der Pflanzen*. Leipzig, Bibliographisches Institut, 1905. X. 778 s.
 34. Borodin I.P. *Kurs botaniki, chitannyy v Sankt-Peterburgskom Lesnom institute professorom I.P. Borodinyam* [The course of botany, read in the St. Petersburg Forest Institute by Professor I.P. Borodin.]. St. Petersburg, lit. Pazovskogo Publ., 1880. Part I. Morphology. 145, 37 p.; Part II. Anatomy. 1880. 190 p.
 35. Borodin I.P. *Leksii dendrologii, chit. v SPb Lesnom institute prof. I.P. Borodinyam. Otdel khvoynnye* [Lectures of dendrology, read in the St. Petersburg Forest Institute by Professor Borodin. Division of conifers]. SPb., Izd. studentov Publ., 1885. 2, 101 p., 27 il.
 36. Melioranskiy M. *Nashi derev'ya i kustarniki. Opredeleniye po listve i kratkoye opisaniye dikorastushchikh u nas derevyaniystykh rasteniy, so vlyucheniem plodovykh derev i nekotorykh razvodimyykh v sadakh dlya ukrasheniya. Po Plyusu, Vil'komu i dr. Sostavil M Melioranskiy. S 71 risunkom v tekste* [Our trees and shrubs. Identification of leaves and a brief description of the wild woody plants of our country, with the inclusion of fruit trees and some bred in gardens for decoration. According Plus, Wilkom et al. Compiled by M. Melioranskiy. With 71 patterns in the text.]. St. Petersburg, Izdaniye I.I. Paul'sona Publ. 1887. 132 p.
 37. Melioranskiy M. *Botanika vesnoyu. Svedeniya ob ustroystve i zhizni rasteniy, osnovannyye na izuchenii rannich vesennich, preimushchestvenno sadovykh, rasteniy. S 70 politipazhami i tablitsy dlya opredeleniya derev'ev i kustarnikov v bezlistvennom sostoyanii. Sost. M. Melioranskiy* [Botany in the spring. Information about the structure and the life of plants, based on the study of early spring, mostly garden plants. With 70 illustrations and table for the identification of trees and shrubs in leafless condition. Comp. M. Melioranskiy]. St. Petersburg, tip. V. Bezobpazova i K^o publ, 1879. 163 p.
 38. Regel' E.L. *Russkaya dendrologiya ili perechisleniye i opisaniye drevesnykh porod I mnogoletnikh v'yushchikhsya rasteniy, vynosyashchikh klimat Sredney Rossii na vozdukh, ikh razvedeniye, dostoinstvo, upotrebleniye v sadakh, v tekhnike i proch. Vyp. 1–6.* [Russian dendrology or an enumeration and description of tree species and perennial climbing plants enduring the climate of Central Russia on the air, their breeding, dignity, application in the gardens, in the technique, and so on. Iss. 1–6.]. St. Petersburg, 1883–1889. 542 p., il.

39. Gesderfer M. *Krasivyye dekorativno-tsvetushchiye kustarniki. Perv. s nemetskogo, so mnogimi izmeneniyami i dopolneniyami dlya Rossii pod red. P.E. Regelya* [Beautiful decorative and flowering shrubs. Transl. from German, with many changes and additions for Russia, ed. by R.E. Regel]. St. Petersburg, Izd. A.F. Devriena Publ., 1906. 109 p.
40. Annenkov N. *Prostonarodnyye nazvaniya russkikh rasteniy. Sobral N. Annenkov* [Vulgar names of Russian plants]. Collected by N. Annenkov. Moscow, University Publ., 1858. 159 p.
41. Annenkov N. *Botanicheskiy slovar' . Spravochnaya kniga dlya botanikov, sel'skikh khozyaev, sadovodov, lesovodov, farmatsevtov, vrachev, drogistov, puteshestvennikov po Rossii i voobshche sel'skikh zhitel'ey. Sostavil N. Annenkov. Novoye ispravl., popoln. i rasshir. izd.* [Botanical dictionary. The reference book for botanists, farmers, gardeners, foresters, pharmacists, doctors, druggists, travelers in Russia and all rural residents. Amounted by N. Annenkov. The new right., comp. and exp. ed. St. Petersburg, Tip. Imp. Akademii nauk Publ., 1878. XXI. [3], 646 p.
42. Kolosova G.I. *Dukhovnoye pokoreniye Sibiri: k voprosu ob istorii knizhnogo sobraniya G.A. Stroganova v Nauchnoy biblioteke Tomskogo universiteta* [The spiritual conquest of Siberia: to the question of the history of the book collection of G.A. Stroganov in the Scientific library of Tomsk University]. *Istoriya bibliotek skvoz' veka: sb. RNB: materialy mezhdunar. nauch. konf.; Sanrt-Peterburg, 14–16 oktyabrya 2008 g.* [The History of libraries through the ages : collection of national library of Russia: materials of Intern. scientific. conf.; St. Petersburg, 14–16 October 2008]. St. Petersburg, 2010. Iss. 8. Pp. 252–263 (in Russian).
43. Krupitseva O.V. *Chto chital Grigoriy Stroganov?* [What did Grigoriy Stroganov read?]. Rossiyskaya pochta. Rasprostraneniye pechati [Russian mail. The distribution of press]. Moscow, 2000. No. 1. P. 24.
44. Kolosova G.I. *Russkiye knigi XVIII vv. Stroganovskom knizhnom sobranii, khranyashchemsya v Nauchnoy biblioteke Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Russian books of XVIII century from Stroganov book collection, stored in the scientific library of the Tomsk State University]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Kul'turologiya i iskusstvovedeniye – Tomsk State University Journal of Cultural Studies and Art History*, 2012, no. 3, pp. 67–73 (in Russian).
45. Krupitseva O.V. *Rukopisnyye katalogi biblioteki G.A. Stroganova* [Manuscript catalogues of the library of G. A. Stroganov]. *Devyatyye Makushinskiye chteniya: materialy nauchn. konf. (g. Barnaul, 15–16 maya 2012 g.)* [Ninth Makushinsk readings : materials of the scientific conf. (Barnaul, 15–16 may 2012)]. Novosibirsk, 2012. pp. 65–69.
46. *Trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva k pooshchreniyu v Rossii zemledeliya i domostroitel'stva* [The transactions of the Free economic society for the promotion of Russian agriculture and house building]. St. Petersburg, 1765–1915. 280 vol.
47. *Podrobnyy slovar' uveselitel'nogo, botanicheskogo i khozyaystvennogo sadovodstva, sodержashchiy v sebe po azbuchnomu poryadku imena, nazvaniya i svoystva proizrastaniy, kak rossiyskikh, tak i inostrannykh, s podrobnyim predpisaniem sposobov ikh razmnozheniya, vospitaniya i predokhraneniya ot bolezney i proch. Per. s fr:* [Detailed dictionary entertainment, Botanical and economic gardening, containing in alphabetical order the names and properties of the habit, both Russian and foreign, with detailed instruction of methods of breeding, rearing and protection from diseases and so on. Trans. from French]. Part 1–4. St. Petersburg, 1792.
48. Shreder R.I. *Russkiy ogorod, pitomnik i plodovyy sad. Rukovodstvo k naivyygodneishemu ustroystvu i vedeniyu ogorodnogo i sadovogo khozyaystva* [Russian vegetable garden, nursery and orchard. A guide to the most advantageous structure and maintaining the vegetable garden and garden industry]. SPb., Izd. A. Devriena Publ., 1877. VI, 576 p., il.
49. Shreder R.I. *Russkiy ogorod, pitomnik i plodovyy sad. Rukovodstvo k naivyygodneishemu ustroystvu i vedeniyu ogorodnogo i sadovogo khozyaystva* [Russian vegetable garden, nursery and orchard. A guide to the most advantageous structure and maintaining the vegetable garden and garden industry]. Moscow, 1992. 880 p.
50. Shreder R.I. *Spisok drevesnykh porod R.I. Shredera (Otdel'nyy ottisk iz 4-go izd. knigi «Russkiy ogorod, pitomnik i plodovyy sad»)* [A list of tree species of R.I. Shreder (Separate reprint of 4-th ed. of the book «Russian vegetable garden, nursery and orchard»)]. SPb., 1890. 90 p.
51. Shreder R.I. *Zhivyye izgorodi i lesnyye opushki R.I. Shredera s vvedeniem I.A. Stebuta. Tret'e ispr. i dop. izd. C 16-yu original'nyimi risunkami* [Green hedges and forest edges of R.I. Shreder with the introduction of I.A. Stebut. Third corr. and add. ed. with 16 original drawings]. SPb., Izd. A.F. Devriena Publ., 1892. 165 p.
52. Georgievskiy S.D. *Zhivyye izgorodi* [Green hedges]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 1947. 64 p.
53. Vekhov N.K. *Zhivyye izgorodi i bordyury* [Green hedges and borders]. Moscow, Izd-vo Min-va kommun.khozyaystva RSFSR Publ., 1957. 128 p.
54. Kiseleva T.I. *Zhivaya izgorod'* [Green hedge]. *Sibirskiy sad. Regional'nyy ezheemesyachnyy zhurnal dlya professionalov i lyubiteley. Iyun' 1998* [Siberian garden. Regional monthly magazine for professionals and amateurs. June 1998]. No 3. Pp. 2–3.
55. Yuchimchuk D.F. *Zhivyye izgorodi (ustroystvo i ukhod za nimi) : Pod red. akademika AN USSR N.N. Grishko* [Hedges (creation and care for them): Ed. by academician of Academy of Sciences of USSR N. N. Grishko]. Kiev, Gos. izd-vo lit-ry po stroitel'stvu i arkhitekture USSR Publ., 1957. 92 p.
56. Simonov L.N. *Obrezka i formovanie derev / pod red. dir. Imp. botanicheskogo sada E.L. Regelya. Biblioteka prakticheskikh svedeniy D-ra L.N. Simonova* [Pruning and shaping of trees, ed. by dir. of Imp. Botanical garden E. L. Regel. Library of practical information of Dr. L.N. Simonov]. St. Petersburg, Tip. A.S. Suvorina Publ., 1890. 54 p., 37 il.
57. Nedzel'skiy A.G. *Zametki o vospitanii kazanlykskoy rozy (Rosa damascena Mil.) s promyshlennoy tsel'yu, proizvedennom po rasporyazheniyu ministerstva gosudarstvennykh imushchestv na khutore Gerakleya bliz Khersonesskogo monastyrya, v okrestnostyakh Sevastopolya* [Notes on the nurture of the Kazanlyk rose (Rosa damascena Mil.) with industrial aim, made by order of the Ministry of state property on a farm Heraclea, nearby Chersones monastery, in the vicinity of Sevastopol. St. Petersburg, Tip. V. Demakova, Publ. Without year of the edition. 14 p. V kontse stat'i: 10 yanvarya 1879 goda, khutor Gerakleya. Pечатano po rasporyazheniyu Departamenta zemledeliya i sel'skoy promyshlennosti. [At the end of article: On January 10, 1878, farm of Gerakley. It was printed according to the order of the Department of agriculture and the rural industry].
58. *Katalog Pomologicheskogo sada i pitomnikov dlya akklimatizatsii plodovykh i dekorativnykh derev'ev, kustarnikov i mnogoletnikh rasteniy d-ra E. Regelya i Ya.K. Kessel'ringa* [Catalogue of Pomology garden and nurseries for acclimatization of fruit and ornamental trees, shrubs and perennials of Dr. E. Regel and J.K. Kesselring]. Petrograd, 1917. No. 52. 94 p., il.
59. Regel' E.L. *Odnoletniye i dvukhletniye tsvetushchiye rasteniya, nakhodyashchiesya v katalogakh semyenotorgovtsev, vybor luchshikh iz nikh i ukhod za nimi. Soch. D-ra E. Regelya, Deystvitel'nogo Statskogo Sovetnika, Vitse-Prezidenta Imperatorskogo*

- Rossiyskogo Obshchestva Sadovodstva, Glavnogo Botanika Imperatorskogo S.-Peterburgskogo Botanicheskogo Sada, Chlena Germanskoj Akademii «Leopoldina-Carolina», Pochetnogo, Deystvitel'nogo I Chlena-korrespondenta raznykh uchenykh i sadovykh obshchestv. Vtoroye, ispravlennoye i dopolnennoye izdaniye [Annual and biennial blossoming plants located in catalogs of seeds merchants, a choice of the best of them and care of them. Op. of Dr. E. Regel. The valid Councillor of state, the Vice-president of Imperial Russian Society of Gardening, the Chief Botanist of Imperial S.-Petersburg Botanical Garden, the Member of the German Academy «Leopoldina-Carolina», Honorary, Valid and the Corresponding member of different scientists and garden societies. The second corrected and added edition]. SPb., Izd. Carla Rikera Publ., 1874. 121 p.
60. Regel' E.L. *Odnoletniye i dvukhletniye tsvetushchiye rasteniya, nakhodyashchiesya v katalogakh semyanotorgovtsev, vybor luchshikh iz nikh i ukhod za nimi. Soch. D-ra Regelya. Tret'e, ispravlennoye i dopolnennoye izdaniye. S 361 risunkami v tekste* [Annual and biennial blossoming plants located in the catalogues of seeds merchants, selecting the best of them and care for them. Op. Dr. Regel. The third, revised and enlarged edition. With 361 drawings in the text]. SPb., Izd. Carla Rikera Publ., 1885. 496 p.
 61. *Nastavleniye k razvedeniyu avrikuley, anyutinykh glazok, ranunkley, anemonov i dushistoy falki [Karmannaya khozyaystvennaya biblioteka, kn. XX. III]. (Pribavleniye k zhurnalu «Trudy» I.V.E. Obshchestva)* [Manual to cultivation of primroses, pansies, buttercups, anemones and a fragrant violets [Pocket economic library, book XX.III (Addition to the journal «Transactions» of the I. F. E. Society)]. St. Petersburg, 1856.
 62. Erakov A.N. *Mnogoletniye tsvetochnyye i dekorativnyye travyanistyye rasteniya, raspolozhennyye po vysote i po koleram tsvetov dlya legchayshego podbora pri ustroystve sadov i parkov s ob'yasneniem poseva, ukhoda, razmnzheniya, vremeni tsveteniya rasteniy i potrebnoy dlya nikh pochvy* [The perennial flower and ornamental grassy plants located on height and on colors of flowers for the easiest selection at the creation of gardens and parks with an explanation of sowing, maintenance, reproduction, time of blossoming of plants and the soil, necessary for them]. St. Petersburg, 1881. 366 p.
 63. Bertenson V.Ya. *Kul'tura immorteli na yuge Frantsii. Izvlecheno iz «Zemledel'cheskoy gazety»* [The culture of immortelles in the south of France. Extracted from «The agricultural newspaper»]. 1890, no. 33. SPb., Tip. V. Demakova Publ., 1890. 8 p.
 64. Ressler A.I. *O vozmozhnosti razvedeniya na Kavkaze gollandskikh tsvetochnykh lukovits* [About possibility of cultivation in the Caucasus of the Dutch flower bulbs] St. Petersburg, Tip. Imp. Akademii Nauk Publ., 1884. Pp. 291–298. (Napechatano po rasporyazheniyu Imperatorskogo Rossiyskogo Obshchestva Sadovodstva [Printed according to the order of Imperial Russian Society of Gardening]).
 65. Hesdörffer M. *Handbuch der praktischen Zimmergärtnerei*. Berlin, 1896. 506 s.
 66. Hesdörffer M. *Handbuch der praktischen Zimmergärtnerei*. Berlin, 1896. 506 s. (Russ. ed.: Gesderfer M. Komnatnoye sadovodstvo. Ukhod za komnatnymi rasteniyami, ikh vybor i razmnzheniye. Prispobleniye komnat dlya kul'tury v nikh rasteniy. Prakticheskoye pukovodstvo dlya lyubiteley i sadovodov. So mnogimi risunkami v tekste i 16-yu otdel'nymi tablitsami. Soch. M. Gesderfera. Perevod so mnogimi dopolneniyami i izmeneniyami dlya Rossii A. Semenova. 2-e ispr. i znachitel'no dop. izd. St. Petersburg, Izd. A.F. Devriena, 1904. VIII, IV, 692 p., 13 l. ill.)
 67. Hesdörffer M. *Handbuch der praktischen Zimmergärtnerei*. Berlin, 1896. 506 s. (Russ. ed.: Gesderfer M. Vse o komnatnykh pasteniyakh. Moscow, Eksmo Publ., 2002. 656 p., ill. (Seriya «Moy dom»)).
 68. Smirnovskiy A.A. *Komnatnoye sadovodstvo. Prakticheskoye pukovodstvo dlya lyubiteley komnatnykh rasteniy. S 67 ris. Po M. Gesderferu i dr. sost. A.A. Smirnovskiy (Besplatnoye prilozheniye k zhurnalu «Progressivnoye sadovodstvo i ogorodnichestvo» za 1908 g. Red. P.N. Shteynberg, Izd. P.P. Soykin)* [Room gardening. A practical guide for fans of indoor plants. With 67 il. According to M. Gesderfer etc. Comp. A.A. Smirnovskiy (The free supplement to the «Progressive gardening and vegetable gardening» magazine for 1908 of the Edition P.N. Steinberg. Prod. P.P.Soykin)]. St. Petersburg, Knigoizd. P.P. Soykina Publ., without year of edition. 224 p.
 69. Uspenskiy P.P. *Soderzhanie rasteniy v komnatakh. Izd. 2-e dop. i pererab.* [The maintenance of plants in rooms. Ed. 2nd added and processed]. St. Petersburg, Tip. Peterb. Gaz. Publ., 1889. 147 p.
 70. Petrova M.Yu. *Komnatnoye tsvetovodstvo. Podrobnoye nastavleniye dlya pazvedeniya i vospitaniya komnatnykh rasteniy, kak lukovichnykh, tak drevesnykh, tsvetochnykh i plodovykh, a takzhe i travyanistykh. S politipazhami v tekste* [Room floriculture. Detailed manual for cultivation and upbringing of houseplants, as bulbous, so wood, flower and fruit, as well as grassy. With illustrations in the text. 5nd ed., absolutely remade and processed, with considerable additions, among which: room fruit growing with the management of the correct and special culture of undersized (dwarfish) fruit trees and shrubs. Decorative furniture of rooms by means of plants in the form of a winter garden and the arrangement of terrariums and aquariums. Comp. by M.Yu. Petrova, Petersburg lover of floriculture and room fruit growing]. St. Petersburg, Izd. knigoprodavtsa I.L. Tuzova Publ., 1891. 341 p.
 71. Regel' E.L. *Soderzhanie i vospitaniye rasteniy v komnatakh* [The maintenance and upbringing of plants in rooms]. Part 1. Ess. 1. 2nd. ed. St. Petersburg, Tip. Eduarda Pratsa Publ., 1870. IV, 75 p., il. Ess. 2. St. Petersburg, 1870. IV, 77–157 p., il.; ess. 3. St. Petersburg, 1871. 4, 159–232 p., il.
 72. G-n de Zhonsh. *Rukovodstvo k razvedeniyu kameliy, sostavlennoye g-nom de Zhonshem, sadovnikom v Bryusselle v dekabre 1851 g. 2-e izd.* [A guide to breeding of camellias, compiled by Mr. de Josh, a gardener in Brussels. Trans. from the French original, published in Brussels in December 1851, 2nd ed.]. St. Petersburg, 1852. 148 p.
 73. Vobst M. *Azaleya, ee vospitanie, razmnzhenie i soderzhanie. Sost. M. Vobst.* [Azalea, its upbringing, reproduction and maintenance. Comp. by M. Vobst]. St. Petersburg, 1869. 24 p.
 74. Shreder I.R. *Rukovodstvo k ukhodu za komnatnymi rasteniyami. Sost. I.R. Shreder, glavnyi sadovnik Lesnogo institute i chlen-korrespondent Rossiyskogo Obshchestva Sadovodstva v S.-Peterburge* [A guide to caring of houseplants. Comp. I.R. Shreder, chief gardener of the Forest Institute and corresponding member of the Russian Society of Horticulture in St. Petersburg]. St. Petersburg, 1861. 182 p.
 75. Jäger H. *Winterflora – oder Anleitung zur künstlichen Blumenzucht und Treibkultur in Glashäusern und Zimmern im Winter – Nebst Kulturangabe und Beschreibung der schönsten, naturgemäß im Winter blühenden Pflanz.* Weimar, 1880. IV, 181 p.
 76. Wesselhöft Johannes. *Kultur der Rosen in Töpfen. Praktische Anleitung für Blumenfreunde die Rosen im Zimmer zu ziehen und zu jeder Jahreszeit blühende Rosen zu haben Mit 15 in den Text gedruckten Abbildungen (Holzstiche).* Weimar: Bernhard Freidrich Voigt, 1887. 133 p.

УДК 631.4

О ВЫДЕЛЕНИИ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ АРЕАЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Д.С. БУЛГАКОВ, *проф. МГУЛ, ст. науч. сотрудник Почвенного института им. В.В. Докучаева, д-р с.-х. наук*^(1,2),

В.А. РОЖКОВ, *гл. науч. сотрудник Почвенного института им. В.В. Докучаева, член-корр. РАН, проф., д-р с.-х. наук*⁽²⁾

bulgakov.35@mail.ru, rojkov_va@esoil.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д.1 МГУЛ

⁽²⁾ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 109017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр.2

Учет и систематизация природных условий территории России при всем их многообразии является важной научной и практической задачей. Информация об особенностях природных ландшафтов позволит поднять эффективность различных лесохозяйственных мероприятий и оптимизировать выбор решений в области управления лесным хозяйством. Реализация этой концепции возможна в рамках почвенно-климатической дифференциации территории. Эта дифференциация может быть выполнена на различных масштабных уровнях: генеральном, региональном, хозяйственном. При этом информация, собранная в одной системе, будет доступна для разных уровней управления. Первые работы по дифференциации почвенного покрова территории России проводились еще в XIX в. в виде районирования, но дифференциация земельного фонда страны по природным особенностям начала активно развиваться лишь в XX в. При районировании использовался набор параметров, характеризующих комплекс природных условий экосистемы (климат, рельеф, состав почвенного покрова, гидрогеологические условия и др.) Основными единицами дифференциации равнинной территории России являются почвенно-климатические ареалы, выделяемые с учетом баланса тепла и влаги, температурных различий, условий увлажнения и континентальности климата. В статье предлагается выделять 10 почвенно-климатических ареалов, что отличается от использованных ранее подходов. Совмещение почвенно-климатической информации с лесоводственной в конкретных территориальных выделах позволяет принимать научно обоснованные управляющие решения при оценке лесных ресурсов крупных природных регионов и прогнозировать эволюцию лесорастительных условий при возможном изменении климата.

Ключевые слова: дифференциация территории, почвенно-климатические параметры, лесообразующие породы.

Смена социально-экономической парадигмы в России определила новые «вызовы» общества в развитии ее лесопромышленного комплекса и прежде всего переход к экономическим формам управления в лесном хозяйстве. Лесозащитное (лесодобывающее) воздействие на природную среду, как правило, характеризуется ее разрушением, и в первую очередь, нарушением почвенного покрова (в результате работы лесобрабатывающих машин), восстановление которого в естественных природных условиях до первоначального состояния (без проведения лесохозяйственных и лесокультурных работ) происходит в течение длительного времени (в ряде случаев этот период может длиться 100 лет), что в значительной степени обусловлено почвенно-климатическими и орографическими условиями территории. При этом надо иметь в виду, что природа России, обуславливающая лесорастительные условия и почвообразовательные процессы, свойства и плодородие почв, устойчивость их

к различным видам деградации исключительно разнообразна, и это в значительной степени определяет возможности эффективного формирования лесных ландшафтов с заданными параметрами (например создание эталонных лесов), а также решения других региональных задач лесного и заповедного хозяйствования. Именно поэтому становится очевидной необходимость интегрированного знания территориального разнообразия почвенно-климатических условий.

Детальный учет природных условий конкретных регионов на любых уровнях особенно важен в настоящее время, когда возможности использования государством материально-технических ресурсов для ведения, развития и управления лесным хозяйством заметно ограничены. Знание особенностей природного ландшафта с целью ведения хозяйства с большей экономической эффективностью способствует принятию оптимальных управляющих решений для конкретных территорий лесных регионов.

Эти цели могут быть достигнуты в рамках почвенно-климатической дифференциации территории на различных масштабных уровнях: генеральном, региональном, хозяйственном, с тем, чтобы информация, собранная в одной системе, была доступна для разных уровней управления.

О дифференциации

Первые работы по дифференциации почвенного покрова территории России проводились еще в XIX в. в виде районирования [1], однако дифференциация земельного фонда страны по природным особенностям проводилась, в основном, в XX в. [2–14]. Это публикации эколандшафтного или сельскохозяйственного характера. В то же время разрабатывались и специализированные районирования для лесной территории страны [15–17]. В этих публикациях в большей степени уделялось внимание делению территории по устойчивому распространению групп лесных пород (хвойные, лиственные, смешанные и др.), их зональной географии, обобщенно освещались почвенно-климатические условия их произрастания.

В связи с этим, на наш взгляд, характеристика лесорастительных условий тех или иных пород с акцентом на почвенно-климатические параметры, представленная в виде выделенных на территории России ареалов, становится достаточно актуальной.

Целью выделения таких ареалов является отражение объективной информации о почвенно-климатических ресурсах лесных регионов, обеспечивающих условия произрастания древесных пород, учет возможного их изменения при природно-антропогенном воздействии. Выделенные почвенно-климатические ареалы способствуют установлению экологически оптимальных условий произрастания лесов, корректировке лесохозяйственной и лесоохранной деятельности в масштабе крупных природных регионов и при предполагаемой тенденции изменения климата. В качестве критериев выделения таксонов районирования используется набор параметров, характеризующих комплекс природных условий экосистемы (климат, рельеф, состав почвенного покрова, гидрогеологические условия и др.) (рис. 1).

На физико-географическом профиле, пересекающем Восточно-Европейскую равнину, в усредненном виде отражены лесорастительные условия как пример сочетания перечисленных выше факторов [18]. В то же время наглядное пространственное отражение этих условий на территории России можно представить на картосхеме с выделенными почвенно-климатическими ареалами (рис. 2).

В основе представленной дифференциации территории России использована информация физико- и почвенно-географического районирования СССР [9, 19].

Основными единицами дифференциации равнинной России являются почвенно-климатические ареалы, выделяемые с учетом баланса тепла и влаги, температурных различий, условий увлажнения и континентальности климата. На картосхеме (рис. 2) выделено 10 почвенно-климатических ареалов, что по структуре и содержанию отличает ее от опубликованных ранее дифференциаций территории страны (районирований).

Для каждого ареала на основе данных Почвенной карты РСФСР (масштаб 1 : 2,5 млн, 1988) дана обобщенная [20], в известной степени экспертная (в связи с отсутствием современных достоверных сведений) характеристика по составу почвенного покрова и долям почв его составляющих (в дека- %); а также набор основных климатических показателей (справочные данные) [21, 22], характеризующих особенности каждого выделенного ареала по теплообеспеченности, суровости зим, влагообеспеченности, континентальности климата (таблица).

Таким образом, в таблице представлена краткая характеристика таксонов дифференциации, которая, на наш взгляд, требует дополнительных комментариев.

Почвенно-климатические ареалы выделены на равнинной территории России с целью сравнения их природных особенностей с биологическими требованиями основных лесобразующих пород [23]. Горные территории Восточной Сибири и Дальнего Востока на картосхеме даны в обобщенном виде (без деления на ареалы).

В соответствии с таксонами указанных выше дифференциаций (районирований) в Се-

Почвенно-климатическая характеристика природных ареалов
Soil and climatic characteristics of the natural habitat

Индекс природного ареала	Название почвенно-климатического ареала, состав почв в декапроцентах	Теплообеспеченность				Суровость зимы			Влагообеспеченность		Коэффициент континентальности климата по Иванову
		Сумма $t > 10^{\circ}\text{C}$		Продолжительность периода с t° воздуха $> 0^{\circ}\text{C}$	Продолжительность периода с t° воздуха $> 10^{\circ}\text{C}$	Температура ($t^{\circ}\text{C}$) самого холодного месяца		Мощность снежного покрова, см	Осадки за год, мм	Коэффициент увлажнения по Иванову	
		воздуха	почвы на глубине 0,2 м			воздуха	почвы на глубине 0,2 м				
2а	Европейский таежный П ₈ (Пб + А) ₂	400–1650	150–1700	160–190	60–112	-10÷-16	-2÷-4	55–95	400–700	1,33	110–175
2б	Западно-Сибирский таежно-болотный П ₅ Тб ₃ А ₂	400–1700	150–1750	150–180	74–114	-20÷-26	-6÷-8	45–95	300–500	1,00–1,33	166–240
2в	Восточно-Сибирский мерзлотно-таежный Пл ₄ Дг ₃ Дк ₁ А ₂	400–1500	150–1500	145–165	32–100	-23÷-48	-12÷-25	30–95	150–500	0,77–1,15	190–270
2г	Охотско-Камчатский лесотаежный Дв ₃ Дг ₃ Мт ₂ А ₁ П ₁	400–1200	150–1150	145–170	30–80	-10÷-25	-2÷-7	60–100	600–1000	1,00–1,33	108–196
3а	Западно-российский таежно-лесной Пд ₄ Дг ₃ Дк ₁ Бр ₁ Пб ₁	1600–2550	1650–2800	290–300	103–163	-2÷-11	-0÷-3	20–45	550–800	0,80–1,33	102–160
3б	Центральный таежно-лесной Пд ₉ Пб ₁	1600–2400	1650–2600	205–220	120–150	-8÷-17	-1÷-4	50–80	500–800	1,00–1,25	145–170
3в	Предуральский таежно-лесной Пд ₁₀	1500–2200	1500–2350	180–195	105–125	-10÷-17	-2÷-5	50–70	500–650	1,00–1,30	165–195
3г	Западно-Сибирский таежно-лесоболотный Пд ₆ Бт ₃ Пб ₁	1500–1850	1500–1950	150–190	100–122	-16÷-18	-4÷-6	60–90	400–500	1,00–1,33	170–205
3д	Среднесибирский таежно-лесной Пд ₉ Пб ₁	1400–1600	1350–1900	150–170	90–104	-21÷-27	-7÷-10	30–50	300–400	0,77–1,00	210–240
3е	Дальневосточный буро-таежно-лесной Брл ₃ Бртг ₂ Брпг ₂ (Лч+А) ₂ Лг ₁	1200–2400	1000–2600	165–200	76–130	-13÷-29	-3÷-9	30–80	500–1000	0,50–1,20	260–275

Примечание: Ареалы обозначены цифровыми индексами: 2 – северная и средняя тайга, 3 – южная тайга. Буквами – а, б, в, г, д, е – обозначены ареалы. В первом столбце таблицы даны порядковые номера природных ареалов. Ареал с индексом 3а – на картосхеме не показан, так как находится – за пределами общей территории России (территория Калининградской области). Горные территории обозначены на картосхеме буквами: У – Уральская; С – Среднесибирская; В – Восточно-Сибирская; Д – Дальневосточная горная системы. 4 – обозначения индексов ареалов; 5 – обозначения индексов горных территорий; 6– границы почвенно-климатических ареалов. Почвы: А – аллювиальные; Бр – бурые лесные; Бр^{ом} – бурые лесные оподзоленные; Бртг – бурые таежные глеевые; Брпг – бурые позолитые глеевые (лесные подбелы); П – подзолистые; Пд – дерново-подзолистые; Пб – подзолисто-болотные; Бт – болотно-подзолистые; Тб – торфяно-болотные; Дв – дерново-вулканические; Дг-дерново-глеевые; Дк – дерново-карбонатные; Пл – палевые; Мт – мерзлотно-таежные; Лч – лугово-черноземовидные; Лг – луговые глеевые (луговые подбелы)

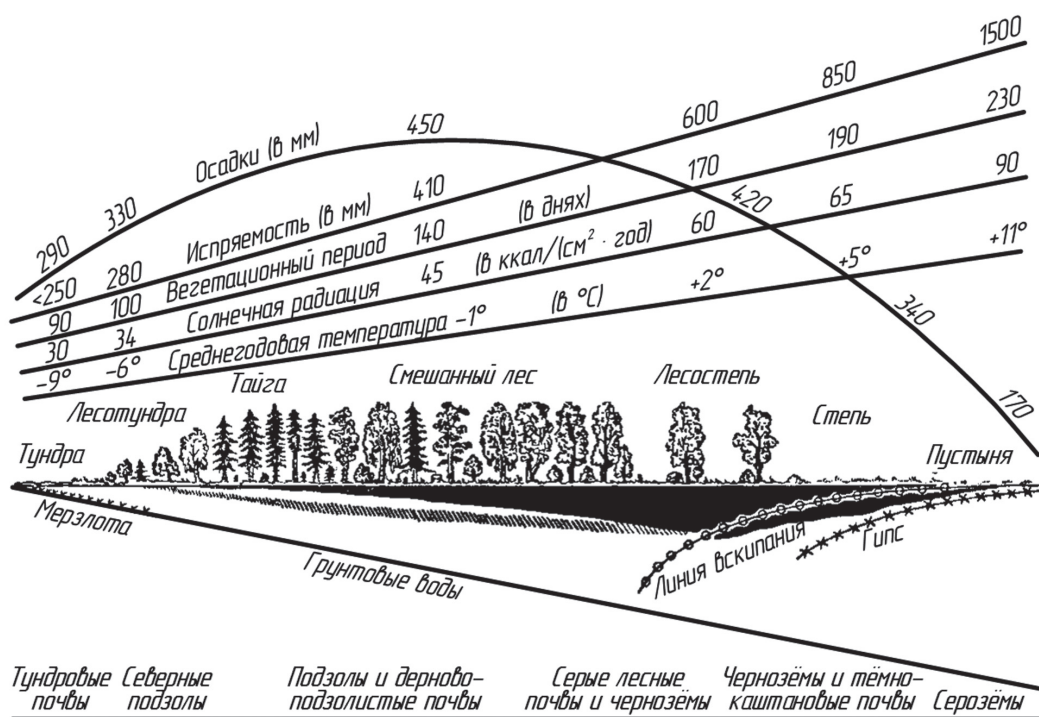


Рис. 1. Схема изменения климата, растительности и почв на профиле Восточной Европы в направлении с северо-запада на юго-восток, до Прикаспийской низменности (Вальтер, 1975, с. 142)
 Fig. 1. The scheme of climate change, vegetation and soils in the profile of the Eastern Europe in the direction from the northwest to the southeast, to the Caspian lowlands (Walter, 1975, p. 142)

верной и Средней тайге (индекс 2) выделено 4 почвенно-климатических ареала, имеющих свои особенности.

Европейский таежный ареал (2а) характеризуется недостаточно теплым, избыточно влажным и умеренно континентальным климатом, а также умеренно холодной и достаточно многоснежной зимой. В почвенном покрове преобладают (до 80 %) подзолистые почвы в сочетании с болотно-подзолистыми и аллювиальными различного гранулометрического состава. Эти почвенно-климатические условия способствуют распространению в основном темнохвойной тайги с такой лесообразующей породой, как ель обыкновенная, или европейская (*Picea abies L.*) в чистых древостоях, а в смешанных – также с пихтой (*Abies sibirica Ledeb.*) и мелколиственными породами: видами берез, преимущественно повислой (*Betula pendula Roth.*), кроме крайней северной и южной частей этого ареала; пушистой (*B. pubescens Ehrh.*), обыкновенной, или белой (*Betula alba L.*); бородавчатой (*Betula verrucosa Ehrh.*).

Западно-Сибирский таежно-болотный ареал (2б) отличается от европейского более

холодной зимой, несколько меньшей увлажненностью и более высокой континентальностью (на крайнем юго-востоке) климата. В составе почвенного покрова при преобладании подзолистых почв более легкого гранулометрического состава (до 50 %) значимую роль приобретают почвы болотного ряда (болотно-подзолистые – до 30 %, и их аналоги). Соответственно, в северной части ареала сформировались условия, благоприятные для светлохвойной тайги с такой лесообразующей породой как лиственница сибирская (*Larix sibirica Ledeb.*), а в центральной и южной частях – сосной обыкновенной (*Pinus silvestris L.*).

Восточно-Сибирский мерзлотно-таежный ареал (2в) в климатическом отношении характеризуется более высокой континентальностью, меньшей увлажненностью и холодной, но умеренно снежной зимой. Основной особенностью ареала является «вечная» мерзлота, залегающая на небольшой глубине от поверхности почвы и отражающаяся, в первую очередь, на длине периода с положительными (>10°C) температурами. Ареал занимает

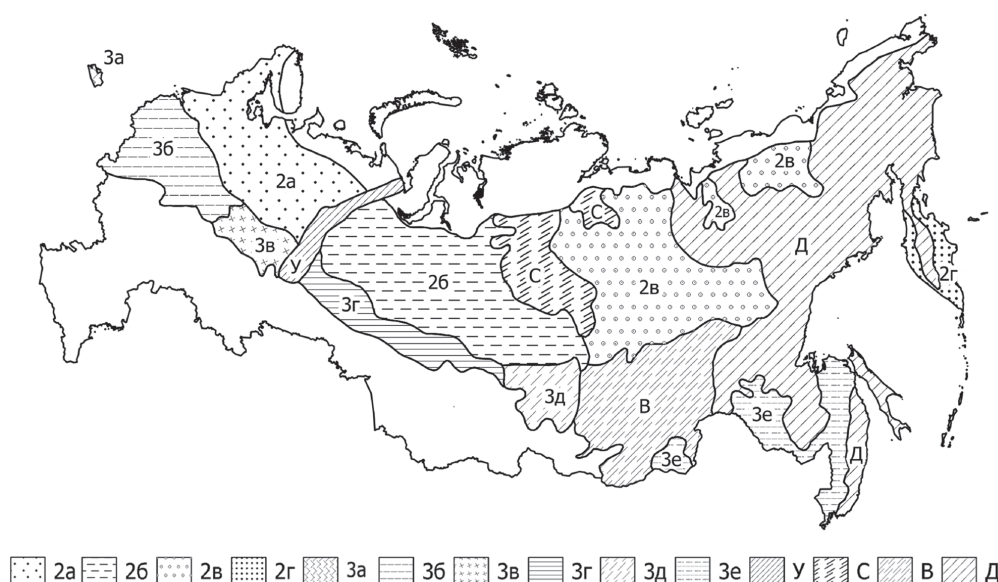


Рис. 2. Картограмма почвенно-климатических ареалов на территории России (расшифровка легенды приведена в тексте)

Fig. 2. A schematic map of soil and climatic areas on the territory of Russia

в основном территорию Восточно-Сибирского плоскогорья и характеризуется распространением палево-подзолистых (до 50 %) и дерново-глеевых (до 30 %) почв разного гранулометрического состава, что создает наиболее благоприятные условия распространения светлохвойной тайги с лиственницами сибирской (*Larix sibirica Ledeb.*) и даурской (*Larix dahurica Turcz. = L. gmelinii*).

Охотско-Камчатский лесотаежный ареал (2г), выделенный на подгорных равнинах западной и восточной частях полуострова, несмотря на то, что находится в зоне приморского влажного климата, что несколько снижает его континентальность, характеризуется недостатком тепла, многоснежной и достаточно холодной зимой. Почвенный покров представлен вулканическими, дерново-глеевыми, мерзлотно-таежными почвами различного гранулометрического состава. Почвенно-климатические условия способствуют распространению светлохвойных древостоев с сосной кедровой стланиковой или кедровым стлаником (*Pinus Pumila [Pall.] Rgl.*), и мелколиственных лесов с березой, чаще пушистой (*Betula pubescens Ehrh.*).

В Южной тайге (индекс 3) выделено 6 почвенно-климатических ареалов.

Западно-российский таежно-лесной ареал (3а), выделенный на территории Калининградской области, характеризуется до-

статочно теплым, влажным, умеренно континентальным приморским климатом с мягкой и малоснежной зимой. Почвенный покров достаточно разнообразный: от болотно-подзолистых до дерново-карбонатных почв, но основные площади занимают дерново-подзолистые, часто переувлажненные почвы, требующие осушительных мелиораций при решении задачи повышения производительности лесов. Условия благоприятные для большинства российских лесообразующих пород, но спецификой почвенно-климатических условий является произрастание дуба скального или зимнего (*Quercus petraea (Matt.) Liebl.*) и бука европейского (*Fagus sylvatica L.*), которые кроме этой области растут в России еще только на Северном Кавказе. В лесном покрове на основной территории области встречаются как хвойные – сосна (*Pinus silvestris L.*) и ель (*Picea abies L.*) обыкновенные, так и мелколиственные породы, такие как, береза повислая (*Betula pendula Roth.*), тополь дрожащий или осина (*Populus tremula L.*), клен остролистный (*Acer platanoides L.*).

Центральный таежно-лесной ареал (3б) занимает пространство от западной границы России до отрогов Приволжской возвышенности. Ареал выше среднего обеспечен теплом и влагой, отличается умеренно холодной, многоснежной зимой и умеренно конти-

нентальным климатом. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые почвы различного гранулометрического состава в сочетании с болотно-подзолистыми, что обуславливает формирование смешанных хвойно-мелколиственных сосново-еловых древостоев с широким участием березы пушистой и тополя дрожащего (осины). На южной границе ареала расположен ценный лесной массив «Хреновский бор» (сосновый древостой на легких почвах), составляющий особенность ареала.

Предуральский таежно-лесной ареал (Зв) занимает территорию от западных склонов Приволжской возвышенности до Уральских гор. Ареал характеризуется влажным, среднеобеспеченным теплом и среднеконтинентальным климатом с умеренно холодной и многоснежной зимой. В почвенном покрове, как и в Центральном ареале, продолжают доминировать дерново-подзолистые почвы, с некоторым преобладанием почв более тяжелого гранулометрического состава, что способствует образованию смешанных древостоев с участием ели, сосны, березы и осины в верхнем ярусе. Экзотом ареала является ценный лесной массив: «Бузулукский бор» с преобладанием чистых сосновых древостоев на дренированных почвах легкого гранулометрического состава.

Западно-Сибирский таежно-лесо-болотный ареал (Зг) выделен в границах южной тайги на территории Западно-Сибирской равнины от Уральских гор до реки Енисей в широтном направлении. Климат ареала характеризуется достаточной влажностью, обеспеченностью ниже среднего теплом, большей континентальностью. Зима – холодная и многоснежная. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми в сочетании с болотно-подзолистыми различного гранулометрического состава и торфяно-болотными почвами. В лесном биогеоценозе формируются смешанные светлохвойно-мелколиственные древостои с участием сосны обыкновенной и березы пушистой.

Среднесибирский таежно-лесной ареал (Зд) выделен на юге Среднесибирского плоскогорья в пределах водосбора левого берега реки Ангара с ее притоками рек Чуна и Бирюса. Ареал характеризуется полувлажным,

ниже среднего обеспеченный теплом, заметно континентальным климатом с очень холодной и суровой, но умеренно снежной зимой. В почвенном покрове преобладают различного гранулометрического состава дерново-подзолистые почвы в сочетании болотно-подзолистыми, что обуславливает формирование смешанных, в основном сосново-березовых древостоев с участием других пород сибирских видов ели (*Picea obovata* L.), пихты (*Abies sibirica* Lab.), осины (*Populus tremula* L.).

Дальневосточный лугово-таежно-лесной ареал (Зе) выделен вдоль границы с Китаем на территории Амуро-Уссурийской равнины. Климат ареала приморского муссонного характера влажный, на севере – слабо, на юге – выше среднего обеспеченный теплом, зима также неодинакова – на севере очень холодная и многоснежная, на юге – умеренно холодная и умеренно снежная. В почвенном покрове сформировались почвы буроземного ряда (лесные, таежные, подзолистые, лесные подбелы), лугового типа (черноземовидные, глеевые, подбелы) и аллювиальные. Лесная растительность представлена заметным разнообразием пород, произрастающих в этих почвенно-климатических условиях, наиболее распространенными здесь являются сосна корейская или кедр корейский (*Pinus koraiensis* Sib. Et. Zucc.); пихта амурская (*Abies holophylla* Maxim.); лиственница даурская или Гмелина (*Larix dahurica* Turcz. = *L. gmelinii*); ель аянская (*Picea jezoensis* [Sieb. Zucc.] Carr.); клен желтый (*Acer ukurunduense*); береза даурская, или черная дальневосточная (*B. dahurica* Pall. = *B. nigra*); вяз мелколистный (*Ulmus pumila* L.).

В границах тайги выделены горные территории, которые имеют вертикальную зональность и соответственно ей, климатические показатели от подножия к вершине, с чем увязывается характер почвенного покрова и произрастающих на нем лесных древостоев.

На территории таежной зоны России выделены такие горные массивы, как Урал, Среднесибирское плоскогорье (западный склон, бассейны рек Нижней и Подкаменной Тунгусок), южные хребты Восточной Сибири и северо-восточные – Дальнего Востока. На этом пространстве почвенно-климатические условия

достаточно разнообразны, что обуславливает и биологическое разнообразие, представленное различными лесными породами.

На Урале (У), вытянутом в меридиональном направлении, формируются в значительной степени контрастные, с севера на юг, климатические (от показателей северной тайги до показателей южной тайги, лесостепи, степи) и почвенные (от горно-таежных почв подзолистого ряда до горно-лесных почв (бурых, серых) и горно-степных (черноземного ряда) условия. Они способствуют произрастанию широкого спектра лесных пород: на северном, западном и восточном склонах соответственно от елово-пихтовых и лиственнично-сосновых до мелко- и широколиственных на южных склонах. Виды пород варьируют в соответствии с природной зоной: европейские, сибирские.

Средняя (С) и Восточная Сибирь (В), Дальний Восток (Д) характеризуются значительными горными массивами, которые находятся в холодном климате. Это ограничивает возможности произрастания древесных пород, и поэтому на основной горной территории распространены лиственница и сосна стланиковая. На склонах различной экспозиции южных горных хребтов, находящихся в более теплых и влажных климатических условиях, произрастают характерные для этих территорий лесные породы, в том числе такие, как ель аянская (*Picea jezoensis* [Sieb. Zucc.] Carr.); лиственница камчатская или курильская (*Larix kamtschatica* (Rupr.) Carr.); пихта цельнолистная (*Abies holophylla* Maxim.); сосна стланиковая (*Pinus Pumila* [Pall.] Rgl.), а также березы: железная, или каменная, или Эрмана (*Betula schmidtii* Regel. = *B. ermanii* Cham.); (*Betula costata* Trautv.); дуб монгольский (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.); клен манжурский (*Acer mandshuricum* Maxim.) и ряд других дальневосточных пород.

Приведенный выше анализ почвенно-климатического потенциала ареалов России может оказаться полезным при рассмотрении сценариев возможного глобального изменения климата, способным оказать значительное влияние на условия рационального использования лесных ресурсов.

Библиографический список

1. Докучаев, В.В. Картография русских почв. Объяснительный текст к почвенной карте Европейской России (В.И. Чаславского) / В.В. Докучаев. – СПб, 1879. – 114 с.
2. Арманд, Д.Л. Наука о ландшафте (Основы теории и логико-математические методы) / Д.Л. Арманд. – М.: Мысль, 1975. – 288 с.
3. Берг, Л.С. Ландшафтно-географические зоны СССР. Ч. 1. / Л.С. Берг. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1931. – 401 с.
4. Геоботаническое районирование СССР / Я.Я. Васильев, Е.М. Лавренко, А.И. Лесков и др. М. – Л.: АН СССР, 1947. – 152 с.
5. Добровольский, Г.В. Почвенные ресурсы России за 150 лет / Г.В. Добровольский // Россия в окружающем мире. Аналитический ежегодник. – М.: МНЭПУ, 2002. – С. 110–125.
6. Добровольский, Г.В. Почвенно-географическое районирование / Г.В. Добровольский, И.С. Урусевская / География почв. – М.: МГУ, 2004. – С. 161–173.
7. Естественно-историческое районирование. – М.-Л.: АН СССР, 1947. – 374 с.
8. Земельные ресурсы СССР (Природно-сельскохозяйственное районирование территории областей, краев, АССР и республик. Ч.1). – М., 1990. – 261 с.
9. Исаченко, А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А.Г. Исаченко. – М.: Высшая школа, 1991. – 366 с.
10. Исаченко, А.Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование/ А.Г. Исаченко. – М.: Высшая Школа, 1965. – 327 с.
11. Мильков, Ф.Н. Природные зоны СССР / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1977. – 293 с.
12. Почвенные ресурсы России. Почвенно-географическая база данных. – М.: ГЕОС, 2010. – 122 с.
13. Чупахин, В.М. Дробное комплексное природное районирование земельного фонда на ландшафтной основе / В.М. Чупахин // Вопросы географии. – М., 1984. – С. 120–130.
14. Чупахин, В.М. Основы ландшафтоведения / В.М. Чупахин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 168 с.
15. Ландшафтно-морфологическое картографирование лесов / Д.М. Киреев, В.Л. Сергеева. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1992. – 60 с.
16. Колесников, Б.П. О комплексном районировании лесных территорий / Б.П. Колесников. – Вопросы лесоведения. Т. 2. – М., 1973. – С. 37–42.
17. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районирование СССР / С.Ф. Курнаев. – М.: Наука, 1973. – 202 с.
18. Вальтер, Г. Растительность земного шара (эколого-физиологическая характеристика). Т. III. / Г. Вальтер. – М.: Прогресс, 1975. – 427 с.
19. Почвенно-географическое районирование СССР. – М.: АН СССР, 1962. – 422 с.
20. Почвенный покров и земельные ресурсы Российской Федерации // Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – М., 2001. – 400 с.
21. Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А.В. Гордеев, А.Д. Клещенко Б.А. Черняков, О.Д. Сиротенко (под ред. А.В. Гордеева). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 512 с.
22. Национальный атлас России. Т. 2. Природа. Экология. – М.: Роскартография, 2007. – 495 с.
23. Энциклопедия лесного хозяйства (Издание исправленное и дополненное). Т. 1, 2. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 424 с.

ON SOIL ALLOCATION AND CLIMATIC AREAS ON THE TERRITORY OF RUSSIA FOR FORESTRY

Bulgakov D.S., Prof. MSFU, Dr. Sci. (Agricultural), V.V. Dokuchaev Soil Science Institute^(1,2); **Rozhkov V.A.**, Prof., Dr. Sci. (Agricultural), V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Corresponding Member RAS⁽²⁾

bulgakov.35@mail.ru, rojkov_va@esoil.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytishi, Moscow reg., Russia

⁽²⁾ V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Pizhevsky lane 7 building 2., Moscow, 119017, Russia

Accounting and systematization of the natural conditions of the territory of Russia in all its diversity is an important scientific and practical task. Information on the characteristics of natural landscapes can help to increase the effectiveness of various forest management activities and to optimize the choice of solutions in the field of forest governance. The implementation of this concept is possible within the framework of soil-climatic differentiation of the area. This differentiation can be made on different scale levels: General, regional, economic one. In this case, the information collected in one system will be available for different levels of management. Early work on the differentiation of the soil cover of the territory of Russia was carried out in the 19th century in the form of zoning, but the differentiation of the land fund of the country according to the natural features began to develop rapidly only in the twentieth century. When zoning a set of parameters was used characterizing the complex natural conditions of the ecosystem (climate, relief, soil cover, hydrological conditions, etc.) The basic units of differentiation plains of Russia are soil-climatic areas allocated taking into account the balance of heat and moisture, temperature differences, moisture conditions and continentality of climate. The article proposes to allocate 10 soil-climatic areas, which is different from the previously used approaches. The proposed variant of the differentiation of Russia soil cover under soil and climatic parameters is determined by the natural conditions for the growth of the basic forest-forming species. The combination of soil and climate information with silvicultural one in specific territorial areas allows to make scientifically based management decisions in the assessment of forest resources major natural regions and to predict the evolution of forest conditions with possible climate change.

Keywords: regionalization of the territory, the soil and climatic parameters, tree species.

References

1. Dokuchaev V.V. *Kartografiya russkikh pochv. Obyasnitel'nyy tekst k pochvennoy karte Evropeyskoy Rossii (V.I. Chaslavskogo)* [Cartography of Russian soils. Explanatory text to the soil map of European Russia (V. I. Caslavka)]. St. Petersburg, 1879, 114 p.
2. Armand D.L. *Nauka o landshafte (Osnovy teorii i logiko-matematicheskie metody)* [The science of landscape (basic theory and logical-mathematical methods)]. Moscow: Mysl, 1975, 288 p.
3. Berg L.S. *Landshaftno-geograficheskie zony SSSR. Ch. 1.* [Landscape-geographical zones of the USSR. Part 1]. Moscow – Leningrad: Sel'khozgiz, 1931. 401 p.
4. *Geobotanicheskoe rayonirovanie SSSR* [Geobotanical regionalization of the USSR (Ya.Ya. Vasil'ev, E.M. Lavrenko, A.I. Leskov i dr.)]. Moscow – Leningrad: AN SSSR, 1947, 152 p.
5. Dobrovolskiy G.V. *Pochvennye resursy Rossii za 150 let* [Soil resources of Russia for 150 years]. Rossiya v okruzhayushchem mire. (Analiticheskiy ezhegodnik. 2002) [Russia in word]. Moscow: MNEPU, 2002, pp. 110-125.
6. Dobrovolskiy G.V., Urusevskaya I.S. *Pochvenno-geograficheskoe rayonirovanie* [Soil-geographical zoning]. Geografiya pochv [Soil geography]. Moscow: MSU, 2004, pp. 161-173.
7. *Estestvenno-istoricheskoe rayonirovanie* [The natural history zoning]. Moscow – Leningrad: AN SSSR, 1947, 374 p.
8. *Zemel'nye resursy SSSR (Prirodno-sel'skokhozyaystvennoe rayonirovanie territorii oblastey, kraev, ASSR i respublik. Ch.1.)* [Land resources of the USSR (Natural-agricultural zoning of the regions, territories, Autonomous Republic and republics. Part 1)]. Moscow, 1990, 261 p.
9. Isachenko A.G. *Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rayonirovanie* [Landscape science and physical-geographic zoning]. Moscow: Vysshaya shkola, 1991, 366 p.
10. Isachenko A.G. *Osnovy landshaftovedeniya i fiziko-geograficheskoe rayonirovanie* [The basics of landscape science and physical-geographic zoning]. Moscow: Vysshaya Shkola, 1965, 327 p.
11. Mil'kov F.N. *Prirodnye zony SSSR* [Natural zones of the USSR]. Moscow: Mysl', 1977, 293 p.
12. *Pochvennye resursy Rossii. Pochvenno-geograficheskaya baza dannykh* [Soil resources of Russia. Soil-geographic database]. Moscow: GEOS, 2010, 122 p.
13. Chupakhin V.M. *Drobnoe kompleksnoe prirodnoe rayonirovanie zemel'nogo fonda na landshaftnoy osnove* [Fractional integrated natural zoning of the land Fund based on landscape]. Voprosy geografii. [Geography questions]. Moscow: 1984, pp. 120-130.
14. Chupakhin V.M. *Osnovy landshaftovedeniya* [Basics landscape]. Moscow: Agropromizdat, 1987, 168 p.
15. Kireev D.M., Sergeeva V.L. *Landshaftno-morfologicheskoe kartografirovanie lesov* [Morphological landscape mapping of forests]. Moscow: VNNITslesresurs, 1992, 60 p.
16. Kolesnikov B.P. *O kompleksnom rayonirovanii lesnykh territoriy* [About the comprehensive zoning of forest areas]. Voprosy lesovedeniya. T.2 [Forest science questions Vol. 2]. Moscow, 1973, pp. 37-42.
17. Kurnaev S.F. *Lesorastitel'noe rayonirovanie SSSR* [Lesorastitelnye zoning of the USSR]. Moscow: Nauka, 1973, 202 p.
18. Val'ter G. *Rastitel'nost' zemnogo shara (ekologo-fiziologicheskaya kharakteristika). T. III.* [The vegetation of the earth (ecological and physiological characteristics). T. III]. Moscow: Progress, 1975, 142 p. (427 p.).
19. *Pochvenno-geograficheskoe rayonirovanie SSSR* [Soil-geographical zoning of the USSR]. Moscow: AN SSSR, 1962, 422 p.
20. *Pochvennyy pokrov i zemel'nye resursy Rossiyskoy Federatsii* [Soil cover and land resources of the Russian Federation]. Pochvennyy institut im. V.V. Dokuchaeva. Moscow: 2001, 400 p.
21. Gordeev A.V., Kleshchenko A.D., Chernyakov B.A., Sirotenko O.D. *Bioklimaticheskyy potentsial Rossii: teoriya i praktika* [Bioclimatic potential of Russia: theory and practice]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006, 512 p.
22. *Natsional'nyy atlas Rossii. T. 2. Priroda. Ekologiya* [The national Atlas of Russia. Vol. 2. Nature. Ecology]. Moscow: Roskartografiya, 2007, 495 p.
23. *Entsiklopediya lesnogo khozyaystva* [Encyclopedia of forestry]. VNIILM, 2004. T. 1, 2. Stagirit-N, 2006, 424 p., 416 p.

УДК 631.4

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

О.В. КОРМИЛИЦЫНА, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,В.В. БОНДАРЕНКО, доц. МГУЛ, канд. биол. наук⁽¹⁾

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»

141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1

Для оперативной оценки почвенно-грунтовых условий роста растений, испытывающих влияние антропогенных факторов, и возможности развития их корневых систем использовались такие показатели, как сопротивление пенетрации и объемная влажность почвы. Эти показатели достаточно информативны, не требуют трудоемкого процесса определения, в ходе которого нарушается состояние исследуемого объекта. Диапазон критических значений сопротивления пенетрации почвы составляет 2,1–3,5 МПа, при этом плотность почвы достигает значений более 1,7 г/см³. В этих условиях распространение корней прекращается. При определении указанных показателей необходимо также учитывать структуру, гранулометрический состав почвы, ее влажность. При разрушении структуры, облегчении гранулометрического состава и уменьшении влажности почвы значения сопротивления пенетрации почвы увеличиваются. Установление взаимосвязей между содержанием влаги в почве корнеобитаемой зоны, почвенно-гидрологическими константами, коэффициентами водного стресса и состоянием растений позволило выявить основные причины ухудшения состояния зеленых насаждений на основе показателей почвенно-грунтовых условий. К таким причинам относятся: низкое содержание влаги в почве в начальный период вегетации растений, формирование бесструктурных поверхностных горизонтов, высокие значения сопротивления пенетрации и плотности почвы, препятствующие распространению корневых систем и проникновению влаги в корнеобитаемую зону. Изложенные подходы позволяют осуществлять мониторинг озелененных территорий.

Ключевые слова: сопротивление пенетрации почвы, плотность почвы, развитие корневых систем, объемная влажность почвы, коэффициент водного стресса, причины ухудшения состояния зеленых насаждений.

Активная деятельность по планировке поверхности, строительству жилых и промышленных зданий, прокладке подземных коммуникаций, транспортному освоению территорий приводит к нарушению естественного почвенного покрова и формированию особых почвенно-грунтовых условий. В связи с этим большой научный и практический интерес представляет организация мониторинга состояния почвенно-грунтовых условий произрастания зеленых насаждений, подверженных интенсивному антропогенному воздействию.

Основой такой системы наблюдений, оценки и прогноза состояния почвенно-грунтовых условий наряду с общепринятыми показателями [1, 2], определение которых в большинстве случаев довольно трудоемко, должны стать и такие показатели, которые позволяют оперативно и информативно оценить состояние почв и грунтов, а также, что особенно важно, установить степень их влияния на состояние зеленых насаждений [3].

Кроме того, необходимо учитывать требования по сохранению условий произрастания зеленых насаждений в ненарушенном состоянии, то есть не наносить значительных

повреждений газону, корневым системам деревьев и кустарников, декоративному мульчирующему материалу в процессе определения таких показателей.

К числу таких диагностических показателей можно отнести сопротивление почвы или грунта (сопротивление пенетрации) и объемную влажность почвы или грунта, определяемых с помощью современного оборудования – пенетрографа (Petrograph, Eijkelkamp) и почвенного влагомера (Soil moisture meter NH2, Eijkelkamp) соответственно.

Сопротивление пенетрации почвы – это сопротивление почвы внедрению в нее зонда цилиндрической или конусообразной формы небольшого диаметра. Сопротивление пенетрации характеризует способность почвы противодействовать проникновению в нее не только агротехнических орудий, но и корней растений [4].

Начало сокращения роста корней наблюдается при сопротивлении пенетрации 0,5 МПа, значительное замедление роста корней происходит при 1,5 МПа. При значении 2,0 МПа сокращение роста корней происходит на 55–70 % от оптимальных значений.

Взаимосвязь сопротивления пенетрации и плотности почвы с относительным распространением корней и оценкой условий роста растений
The relation of penetration resistance and density of soil with tree root penetration percentages and state of growth conditions

Сопротивление пенетрации почвы, МПа	Плотность почвы, г/см ³	Категория уплотнения почвы	Относительное распространение корней, %	Оценка условий роста растений
0,25–0,50	1,0–1,2	рыхлая (неуплотненная)	75–60	благоприятные
0,50–1,00	1,2–1,4	слабо уплотненная	60–30	достаточно благоприятные
1,00–1,25	1,4–1,5	средне уплотненная	30–25	средние
1,25–1,50	1,5–1,6	сильно уплотненная	25–15	неблагоприятные (растения угнетены)
1,50–2,00	1,6–1,7	критически уплотненная (очень плотная)	15–5	критические (резкое снижение роста растений)
> 2,00	> 1,7	чрезвычайно плотная	менее 5	чрезвычайно неблагоприятные (прекращение роста, растения обречены на гибель)

Некоторые исследователи [5; 6] считают, что уже при 2,1–2,3 МПа условия для роста корней становятся критическими и возможна даже полная остановка развития корней.

По мнению ряда авторов [7, 8], сокращение роста корней на 90 % или его полное прекращение наблюдается при значениях сопротивления пенетрации почвы около 3,0–3,5 МПа [4]. В этом случае распространение корней возможно только по трещинам или по корневинам (ходам сгнивших корней).

Сопоставление значений сопротивления пенетрации и плотности почвы позволяет определить возможность распространения (роста) корней и оценить условия роста растений (табл. 1).

Однако необходимо учитывать целый ряд показателей, влияющих на критические значения сопротивления пенетрации почвы для роста растений. К таким показателям (свойствам) почвы относятся структура, гранулометрический, минералогический, агрегатный состав и влажность почвы.

Согласно исследованиям Lhotsky J., a kol, 1984; Zrubec F., 1998 [4], зависимость сопротивления пенетрации почвы (по критическим значениям) от гранулометрического состава следующая: глина – 2,8–3,2 МПа; тяжелый суглинок – 3,2–3,7 МПа; средний суглинок – 3,7–4,2 МПа; легкий суглинок – 4,5–5,0 МПа,

супесь – 5,5 МПа, песок – 6,0 МПа. Для каждого диапазона сопротивления пенетрации приводится определенный диапазон весовой влажности, т. е. 28–24 %; 24–20 %; 18–16 %; 15–13 %, 12 %, 10 % соответственно, и в случае, если фактическая весовая влажность выше приведенной в диапазоне, то к измеренному значению сопротивления пенетрации следует прибавить 0,25 МПа, а если ниже – вычесть 0,25 МПа.

Следует отметить, что при использовании современного оборудования, например почвенного влагомера (Soil moisture meter HH2, Eijkelkamp), определяется объемная влажность почвы. В этом случае для корректной оценки критических значений сопротивления пенетрации для почв разного гранулометрического состава следует перевести значения объемной влажности в весовую, т. е. разделить значение объемной влажности на плотность почвы.

Kim D. Coder, 2007 [7], также приводит критические значения сопротивления пенетрации (МПа) и плотности почвы (г/см³) для почв разного гранулометрического состава: для глинистых почв – 1,0 МПа и 1,40 г/см³; для суглинистых – 1,5 МПа и 1,55 г/см³; для песчаных – 2,6 МПа и 1,75 г/см³. При этом приводится критическое значение сопротивления пенетрации для корней растений, которое составляет 2,3 МПа. В данном примере при уменьшении объемной влажности почвы на 1 %, от значе-

Изменение коэффициента водного стресса в зависимости от влажности почвы
The change of water stress coefficient depending on the soil water content

Диапазон влажности почвы	Коэффициент водного стресса	Доступность почвенной влаги	Состояние растений
$W_a > W_{ПВ}$ (все поры заполнены влагой)	$K_s = 0$	избыточная	растения сильно угнетены (или обречены на гибель)
$W_{ПВ} \geq W_a \geq W_{НВ}$	$K_s = (W_{ПВ} - W_a) / (W_{ПВ} - W_{НВ})$	избыточная – легкодоступная	рост и развитие растений затруднены, их продуктивность и декоративность резко снижаются
$W_{НВ} > W_a > W_{ВРК}$	$K_s = 1$	легкодоступная – среднедоступная (оптимальные условия увлажнения)	максимальная продуктивность и декоративность растений
$W_{ВРК} \geq W_a \geq W_{ВЗ}$	$K_s = (W_a - W_B) / (W_{ВРК} - W_B)$	среднедоступная – труднодоступная	растения способны существовать, не обнаруживая внешних признаков недостатка влаги, но их продуктивность и декоративность снижаются
$W_{ВЗ} > W_a$ (все поры заполнены воздухом)	$K_s = 0$	труднодоступная – весьма труднодоступная и недоступная	растения сильно угнетены (или обречены на гибель)

ния 35 %, значение сопротивления пенетрации следует увеличить на 0,11 МПа. Иными словами, если значение фактической объемной влажности составляет, например 30 %, то к измеренному значению сопротивления пенетрации следует прибавить 0,55 МПа. Подобная зависимость характерна для бесструктурных почв или почв с призматической структурой, когда сопротивление пенетрации возрастает при уменьшении влажности.

Таким образом, стресс, который испытывает корневая система растений от критического уплотнения почв и грунтов под воздействием антропогенных факторов, не может не сказаться на изменении водного режима городских почв [9]. В связи с этим возникает необходимость в оценке изменения объемной влажности почвы в течение различных периодов вегетации и сравнении полученных значений с оптимальными и критическими значениями, т. е. с почвенно-гидрологическими константами: наименьшей влагоемкостью – $W_{НВ}$, критической влажностью (влажностью разрыва капилляров) – $W_{ВРК}$, влажностью устойчивого завядания – $W_{ВЗ}$. Взаимосвязь между содержанием влаги в почве корнеобитаемой зоны и состоянием растений наглядно демонстрирует такой показатель, как коэффициент водного

стресса (K_s). Коэффициент водного стресса – это отношение текущих условий влажности (актуальная влажность W_a), к оптимальным условиям. Таким образом, если влажность почвы находится в пределах от $W_{НВ}$ до $W_{ВРК}$ и коэффициент стресса равен 1, растение находится в оптимальных условиях. Если же влажность за этим пределом, то растение испытывает водный стресс (табл. 2).

Недостаточное количество осадков в начальный период вегетации, снижение объемов воды, поступающих в почву в осенний период, низкое исходное содержание влаги в почве после таяния снега за счет его уборки в зимний период, повышенная температура воздуха в городе, темный цвет поверхностных органогенных горизонтов почвы, конкуренция за воду со стороны травянистой растительности (газона) – все эти причины приводят к иссушению почвенного профиля и возникновению водного стресса [10].

Таким образом, ухудшение структуры поверхностных горизонтов почвы (образование бесструктурных поверхностных горизонтов), критические значения сопротивления пенетрации и плотности почвы, снижение актуальной объемной влажности ниже критических значений, уменьшение содержания (запаса) влаги в

почве приводят к существенному сокращению развития корневых систем и ухудшению состояния зеленых насаждений [11].

Использование рассмотренных показателей состояния почвенно-грунтовых условий позволит учесть особенности урбанизированных территорий для успешного произрастания древесных растений.

Библиографический список

1. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
2. Craul, P.J. Urban soils. Applications and practices / P.J. Craul. New York: John Wiley & Sons, 1999. – 366 p.
3. Карминов, В.Н. Методы численной классификации в почвенных исследованиях / В.Н. Карминов, О.В. Мартыненко // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – № 7 (56) – М.: МГУЛ, 2007. – С. 76–77
4. Шеин, Е.В. Курс физики почв / Е.В. Шеин. – М.: МГУ, 2005. – 432 с.
5. Day, S.D. A review of the effects of soil compaction and amelioration treatments on landscape trees / S.D. Day, N.L. Bassuk // Journal of Arboriculture, 1994. 20(1). pp. 9–17.
6. Sinnett, D. Soil penetration resistance and tree root development / D. Sinnett, G. Morgan, M. Williams, T. Hutchings // Soil Use and Management, 2008. 24 (3). pp. 273–280.
7. Coder, K.D. Soil Compaction Stress & Trees: Symptoms, Measures, Treatments. Warnell School of Forestry & Natural Resources University of Georgia, 2007. 99 p.
8. Cass, A. Physical indicators of soil health, in Indicators of Catchment Health: A Technical Perspective / A. Cass, N. McKenzie, H. Cresswell. Eds Walker, J and Reuter, DJ, CSIRO Publishing, Melbourne, 1996. pp. 89–108.
9. Bondarenko, V.V. Soil water regime and evapotranspiration of sites with trees and lawn in Moscow / V.V. Bondarenko. – PhD thesis, Wageningen University, 2009. 171 p.
10. Кормилицына, О.В. Оценка водного стресса городских насаждений в зависимости от свойств почв / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2008. – № 1. – С. 7–9.
11. Makarova, O.V. Soil technological and other ecological aspects of state of trees in Moscow. PhD thesis, Wageningen University, 2003. 140 pp.

THE MONITORING OF SOIL CONDITIONS OF GREEN AREAS

Kormilicyna O.V., Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agric.)⁽¹⁾; **Bondarenko V.V.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Biol.)⁽¹⁾

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1-st Institutskaya st., 1, 141005, Mytischki, Moscow reg., Russia

For the quick estimation of soil conditions of the plants growth under the influence of anthropogenic factors and the possibilities of their root systems development the following parameters were used: soil penetration resistance, volumetric water content of the soil. These indicators are rather informative and involve labor-intensive process of estimation during which the condition of the studied object isn't broken. The range of critical values of soil penetration resistance is 2,1–3,5 MPa, thus density of the soil reaches values of more than 1,7 g/cm³. In these conditions root distribution stops. When determining the specified indicators it is also necessary to take into consideration the structure, the texture of the soil, the volumetric water content of the soil. With the destruction of the structure, the lightening of the texture of the soil and the reduction of volumetric water content of the soil the indicators of soil penetration resistance increase. The establishment of interrelations between water content of a root zone, soil and hydrological constants, coefficients of a water stress and the condition of plants allowed to establish the main reasons for the green plantings condition deterioration on the basis of soil conditions indicators. These reasons include low water content in the soil in the initial stage of vegetation period, the formation of unstructured soil layers, high values of soil penetration resistance and soil density interfering distribution of root systems and infiltration of water into the root zone. These approaches allow to carry out the monitoring of the green areas.

Keywords: soil penetration resistance, soil density, development of root systems, soil water content, water stress coefficient, state of green plantings.

References

1. Vadyunina A.F. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv* [Methods of research of physical properties of soils]. Moscow: Agropromizdat, 1986. 416 p.
2. Craul P.J. Urban soils. Applications and practices. New York: John Wiley & Sons, 1999. 366 p.
3. Karminov, V.N., Martynenko O.V. *Metody chislennoy klassifikatsii v pochvennykh issledovaniyakh* [Numerical methods in soil classification research]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik. no 7 (56), 2007, pp. 76–77
4. Shein E.V. *Kurs fiziki pochv* [Course of physics of soils]. Moscow: MGU, 2005. 432 p.
5. Day S.D. A review of the effects of soil compaction and amelioration treatments on landscape trees. S.D. Day, N.L. Bassuk. Journal of Arboriculture, 1994. 20(1). pp. 917.
6. Sinnett D., Morgan G., Williams M., Hutchings T. Soil penetration resistance and tree root development. Soil Use and Management, 2008. 24 (3). pp. 273–280.
7. Coder K.D. Soil Compaction Stress & Trees: Symptoms, Measures, Treatments. Warnell School of Forestry & Natural Resources University of Georgia, 2007. 99 p.
8. Cass A., McKenzie N., Cresswell H. Physical indicators of soil health, in Indicators of Catchment Health: A Technical Perspective. Eds Walker, J and Reuter, DJ, CSIRO Publishing, Melbourne, 1996. pp. 89–108.
9. Bondarenko V.V. Soil water regime and evapotranspiration of sites with trees and lawn in Moscow. PhD thesis, Wageningen University, 2009. 171 p.
10. Kormilicyna O.V. *Otsenka vodnogo stressa gorodskikh nasazhdeniy v zavisimosti ot svoystv pochv* [Assessment of Water Stress in Municipal Plantations Depending on Soil Properties]. Bulletin of Higher Educational Institution. Lesnoy Zhurnal, 2008. № 1. pp. 79.
11. Makarova O.V. Soil technological and other ecological aspects of state of trees in Moscow. PhD thesis, Wageningen University, 2003. 140 p.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ НА СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Г.С. ЛЕБЕДЕВА, *гл. специалист ГКУ г. Москвы «Дирекция Мосприроды» ДПиООС, канд. с.-х. наук⁽¹⁾*,

О.В. КОРМИЛИЦЫНА, *доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽²⁾*,

А.А. ЛАТАНОВ, *гл. специалист ГКУ г. Москвы «Дирекция Мосприроды» ДПиООС, канд. биол. наук⁽¹⁾*,

В.В. БОНДАРЕНКО, *доц. МГУЛ, канд. биол. наук⁽²⁾*

uhod_oopt@mail.ru, caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ГКУ г. Москвы «Дирекция Мосприроды» ДПиООС, 115134, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 41

⁽²⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ

На примере зеленых насаждений г. Одинцово Московской области проводились комплексные исследования состояния деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata*) и почвенно-грунтовых условий их произрастания. Объектами исследований были насаждения озелененных территорий специального назначения (вдоль автомобильных дорог) и общего пользования. В результате определения состояния деревьев было установлено, что большая их часть относится к категориям сильно ослабленных и ослабленных. На разных объектах эти категории состояния составляли 39,1 и 62,5 % всех обследованных деревьев соответственно. С целью установления причин таких изменений проводилась оценка состояния почв и грунтов на участках произрастания насаждений липы мелколистной (*Tilia cordata*). Почвы этих участков представлены урбаноземами, верхние слои которых (до 40 см) состоят из пылеватого легкого суглинки, торфа и песка со слабо выраженной структурой, а нижние – представлены слабогумусированными, среднесуглинистыми, более плотными, с признаками олеения и антропогенными включениями (строительными отходами) слоями. С помощью пенетрографа (*Penetrograph, Eijkelkamp*) определялись значения сопротивления пенетрации почвы в корнеобитаемой зоне деревьев разных категорий состояния. На участках с сильно ослабленными и ослабленными деревьями критические и чрезвычайно высокие значения сопротивления пенетрации почвы (2,1–3,5 МПа) наблюдались уже с глубины 15–20 см и распространялись до глубины 40–80 см соответственно. С увеличением глубины на участках с сильно ослабленными деревьями, сопротивление пенетрации почвы достигало значений более 4 МПа. В данных условиях рост корней древесных растений в течение всего вегетационного периода сильно затруднен или невозможен, корнеобитаемая зона сокращена. В результате физической деградации городских почв произошло значительное ухудшение состояния зеленых насаждений.

Ключевые слова: категории состояния деревьев, сопротивление пенетрации почвы, корнеобитаемая зона, физическая деградация городских почв.

Комплексная оценка состояния городских насаждений, создание системы мониторинга объектов озеленения и разработка мероприятий по повышению устойчивости зеленых насаждений к интенсивному антропогенному воздействию являются весьма актуальными задачами. Научная и практическая значимость таких исследований существенно возрастает при использовании современных методов диагностики почвенно-грунтовых условий для произрастания городских насаждений, что позволяет своевременно и наиболее точно прогнозировать возможные изменения их состояния [1].

Для решения поставленных задач в 2004–2014 гг. были проведены комплексные исследования зеленых насаждений на территории г. Одинцово. Объекты исследований – насаждения озелененных территорий специального назначения, насаждения вдоль автомобильных

дорог (улицы Можайское шоссе, Маршала Неделина, Маршала Жукова, Молодежная, Садовая) и насаждения озелененной территории общего пользования (бульвар Любы Новоселовой). Остановимся более подробно на результатах исследования насаждений липы мелколистной (*Tilia cordata*), занимающей 39,0 % от состава древесных насаждений г. Одинцово.

Состояние деревьев определялось по общепринятой шестибальной шкале на основе визуальной оценки [2, 3]. Все деревья с учетом наличия тех или иных характерных признаков относились к одной из категорий состояния: без признаков ослабления; ослабленные; сильно ослабленные; усыхающие; сухостой текущего года; сухостой прошлых лет. Ослабление деревьев проявлялось в виде дефолиации, значительного уменьшения листовых пластинок, появления на листовых пластинках

Распределение деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata*) по категориям состояния на объектах исследований

The distribution of trees of *Tilia cordata* according to the categories of state on investigation objects

Объекты исследований	Распределение деревьев липы мелколистной (<i>Tilia cordata</i>) по категориям состояния, %					
	без признаков ослабления	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	сухой текущего года	сухой прошлых лет
ул. Можайское шоссе	21,5	60,0	13,5	4,0	1,0	–
ул. Маршала Неделина	54,2	29,2	13,6	1,6	0,7	0,7
ул. Маршала Жукова	63,8	30,9	4,2	0,6	0,5	–
ул. Молодежная	23,5	41,6	22,8	7,5	2,8	1,8
ул. Садовая	11,9	43,8	39,1	1,6	1,5	2,1
бульвар Любы Новоселовой	18,5	62,5	16,7	–	–	2,3

некрозов, увядания листвы, появления усыхающих ветвей в кроне и суховершинности.

Результаты проведенной оценки состояния более 2000 деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata*) представлены в таблице.

Результаты, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что к категории ослабленных относится 29,2–62,5 %, а к категории сильно ослабленных 4,2–39,1 % всех обследованных деревьев.

Столь значительные изменения состояния деревьев могут быть вызваны разнообразными причинами. Однако большинство исследователей считают, что почвенно-грунтовые условия, наряду с климатом, являются важнейшим экологическим фактором, определяющим существование городских насаждений [4–6].

Исходя из этого были проведены исследования состояния почв и грунтов озелененных территорий г. Одинцово.

Морфологический анализ почвенных образцов с участков произрастания насаждений липы мелколистной показал, что почвы представляют искусственные насыпные образования – урбаноземы, характеризующиеся отсутствием генетических горизонтов. Верхние горизонты – это гумусированный легкосуглинистый слой, плотный, со слабо выраженной структурой. Эти горизонты состоят из плохо перемешанного пылеватого легкого суглинка, торфа и незначительной части песка. Нижние горизонты – слабо гумусированные, среднесуглинистые, более плотные, с признаками оглеения, что свидетельствует о периодическом застое избыточной влаги и

недостатке кислорода, а также антропогенными включениями, в большинстве случаев представленными строительными отходами.

Результаты морфологического описания свидетельствуют о том, что до глубины 80 см корневая система растений находится в неблагоприятных почвенно-грунтовых условиях: в верхней части профиля (0–40 см) пылеватые уплотненные почвенные горизонты не могут обладать достаточной влагоемкостью и порозностью аэрации для оптимального роста растений. Нижние горизонты почвы труднопроницаемы для корней растений.

Наряду с разрушением структуры переуплотнение является одним из основных процессов физической деградации почв [7], поэтому была проведена оценка сопротивления пенетрации корнеобитаемого слоя почвы (на глубину до 80 см) на объектах с деревьями разных категорий состояния с помощью специального прибора пенетрографа (Penetrograph, Eijkelkamp).

Исследования сопротивления пенетрации почвы позволяют оценить возможность распространения корней растений [8; 9] и установить взаимосвязь с состоянием деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata*).

Изменение сопротивление пенетрации почвы по глубине в корнеобитаемой зоне деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata*) разных категорий состояния приведено на рисунке.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что значения сопротивления пенетрации почвы до 1,5–2,0 МПа в большинстве случаев выявлены для поверхностных горизонтов

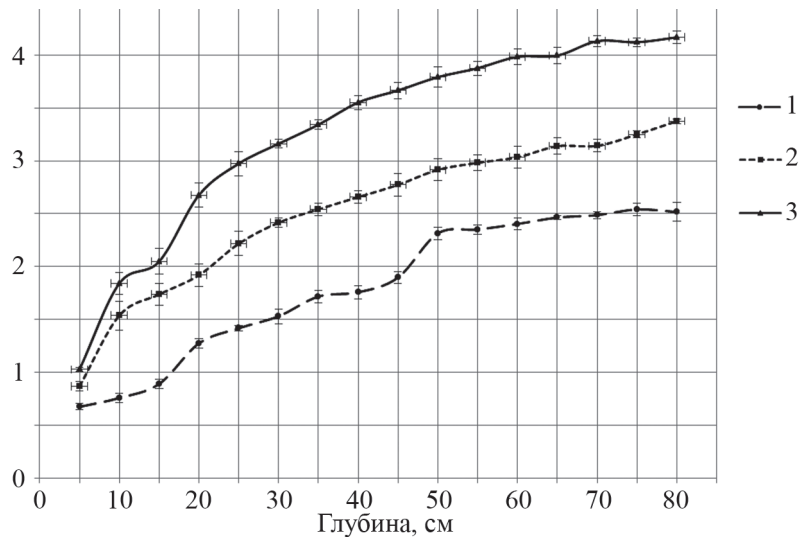


Рисунок. Изменение сопротивления пенетрации почвы по глубине в корнеобитаемой зоне деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata*) разных категорий состояния: 1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные и усыхающие

Fig. The change of soil penetration resistance according to the depth in root zones of trees of *Tilia cordata* of different categories of state: 1 – no signs of weakening; 2 – weakened; 3 – strongly weakened

почвы глубиной до 30–45 см для деревьев категории состояния – без признаков ослабления (рисунок, кривая 1), до глубины 10–20 см для категории – ослабленные (рисунок, кривая 2) и 7–15 см для категорий – сильно ослабленные и усыхающие (рисунок, кривая 3).

Для категории состояния – без признаков ослабления с глубины 45 см до глубины 80 см наблюдается увеличение сопротивления пенетрации почвы с 2,0 до 2,5 МПа. Указанные значения характерны для иллювиальных естественных горизонтов.

Критические и чрезвычайно высокие значения сопротивления пенетрации почвы (2,1–3,5 МПа) для категории состояния ослабленные наблюдаются с глубины 20 см и распространяются до глубины 80 см.

Для категории состояния сильно ослабленные и усыхающие такие значения сопротивления пенетрации почвы наблюдаются с глубины 15 см и распространяются до глубины 40 см. С увеличением глубины значения сопротивления пенетрации почвы продолжают увеличиваться и достигают максимальных значений, более 4 МПа на глубине 80 см.

Таким образом, большая часть территории зеленых насаждений липы мелколистной (*Tilia cordata*) г. Одиноково обладает высокими значениями сопротивления пенетрации

почвы. Следовательно, в течение вегетационного периода на многих участках рост корней древесных растений либо сильно затруднен, либо невозможен.

Поэтому для посадки растений в городских условиях особое значение приобретает размер посадочной ямы и качество почвенно-грунтовой смеси. Если размер посадочной ямы не соответствует требованиям, в почве присутствуют строительные и промышленные включения, почва уплотнена, то корневая система деревьев быстро прекращает свое развитие и принимает поверхностный характер, в результате чего ослабевает развитие и надземной части растений [10, 11].

Деградация существующих почвенно-грунтовых условий происходит при проведении работ по планировке территории, прокладке подземных коммуникаций и особенно в период окончания строительных работ, когда в поверхностные почвенные горизонты заворачиваются обломки строительных материалов, бытовой мусор, являющиеся механическим барьером и источником загрязняющих веществ в корнеобитаемом слое. Кроме того, в процессе строительства за счет воздействия техники происходит значительное нарушение водно-воздушного режима почв, что формирует критические условия для роста растений.

Экспресс-метод оценки физической деградации почв при проведении реконструкции существующих насаждений и компенсационных посадок позволяет своевременно выявить неблагоприятные условия для роста и развития растений в городе.

Библиографический список

1. Щепашенко, Д.Г. Опыт совместного анализа материалов полевой почвенной съемки и данных лесоустройства на примере Щелковского УОЛХ / Д.Г. Щепашенко, В.Н. Карминов, О.В. Мартыненко, М.В. Щепашенко // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – № 7 (56) – 2007. – С. 47–49.
2. Мозолевская, Е.Г. Концепция мониторинга состояния зеленых насаждений и городских лесов Москвы / Е.Г. Мозолевская // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 1998. – № 2. – С. 5–13.
3. Постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 г. № 743-ПП. Об утверждении правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Москвы. – М., 2002. – 123 с.
4. Почва. Город. Экология / под ред. Г.В. Добровольского. – М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. – 320 с.
5. Строганова, М.Н. Роль почв в городских экосистемах / М.Н. Строганова, А.Д. Мягкова, Т.В. Прокофьева // Почвоведение. – 1997. – № 1. – С. 96–101.
6. Kopinga, J. Research on street tree planting practices in the Netherlands. METRIA, 1985. pp. 72–84.
7. Деградация и охрана почв: под ред. Г.В. Добровольского. – М.: МГУ, 2002. – 654 с.
8. Duiker, S.W. Diagnosing Soil Compaction Using a Penetrometer (Soil Compaction Tester) / S.W. Duiker. – The Pennsylvania State University, 2002. pp. 1–4.
9. Coder, K.D. Soil Compaction Stress & Trees: Symptoms, Measures, Treatments. Warnell School of Forestry & Natural Resources University of Georgia, 2007. 99 p.
10. Калинин, М.И. Корневедение / М.И. Калинин. – М.: Экология, 1991. – 173 с.
11. Gregory, P.J. Plant roots: their growth, activity, and interaction with soils. Blackwell Publishing Ltd, 2006. 340 p.

THE INFLUENCE OF PHYSICAL DEGRADATION OF CITY SOILS ON THE CONDITION OF GREEN PLANTINGS

Lebedeva G.S., CCU Moscow “Directorate Mosprirody”, Ph.D. (Agric.)⁽¹⁾; Kormilicyna O.V., Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agric.)⁽²⁾; Latanov A.A., CCU Moscow “Directorate Mosprirody”, Ph.D. (Biol.)⁽¹⁾; Bondarenko V.V., Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Biol.)⁽²⁾

uhod_oopt@mail.ru, caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾Department of Natural Resources and Environmental Protection of the City of Moscow, CCU Moscow “Directorate Mosprirody”, st. Profsoyuznaya, 41, Moscow, 115134,

⁽²⁾Moscow State Forest University (MSFU), 1-st Institutskaya st., 1, 141005, Mytishi, Moscow reg., Russia

A number of complex studies of the state of trees of linden (*Tilia cordata*) and soil conditions of its growth have been made on the example of green plantings in Odintsovo (Moscow Region). The objects of these studies were green areas of special purpose (along highways) and of general purpose. As a result of estimation it was established that most of them belong to the categories “strongly weakened” and “weakened”. On different objects these categories of state account for 39,1 and 62,5 % of all trees respectively. For the estimation of the reasons of such changes the assessment of a condition of soils on sites of linden (*Tilia cordata*) plantings was conducted. The soils of these sites are presented by urbanozem with unstructured top layers (until 40 cm depth) which consist of dusty light loam, peat and sand, and lower layers with a low humus content, loam texture, more dense ones, with signs of gleying and anthropogenic inclusions (building wastes). By the means of a penetrometer (Eijkelkamp) the values of soil penetration resistance in a root zone of the trees of different categories of state were defined. On the sites with strongly weakened and weakened trees critical and extremely high values of soil penetration resistance (2,1-3,5 MPa) were observed already from the depth of 15-20 cm and extended up to the depth of 40-80 cm respectively. With an increase in depth on the sites with strongly weakened trees soil penetration resistance reaches values of more than 4 MPa. In these conditions the growth of roots of trees during the vegetative period is strongly worsened or impossible, the root zone is reduced. Physical degradation of urban soils has had a significant impact on the state of green plantings.

Keywords: categories of state of trees, soil penetration resistance, root zone, physical degradation of city soils.

References

1. Shchepashchenko D.G., Karminov V.N., Martynenko O.V., Shchepashchenko M.V. *Opyt sovmejnogo analiza materialov polevoy pochvennoj s'emki i dannyh lesoustroystva na primere Shchelkovskogo UOLKh* [The experience of analysis of materials of field soil survey and forest inventory data on the example of the Shchelkovo Forestry]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik. № 7 (56) Moscow: MGUL, 2007, 124 p., pp. 47–49.
2. Mozolevskaya E.G. *Kontseptsiya monitoringa sostoyaniya zelenykh nasazhdeniy i gorodskikh lesov Moskvy* [Concept of monitoring of a condition of green plantings and urban forests of Moscow]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik. Moscow: MGUL, 1998. no 2. pp. 5–13.
3. *Postanovlenie Pravitel'stva Moskvy ot 10 sentyabrya 2002 g. № 743-PP. Ob utverzhenii pravil sozdaniya, soderzhaniya i okhrany zelenykh nasazhdeniy goroda Moskvy* [About the approval of rules of creation, the maintenance and protection of green plantings of the city of Moscow]. Moscow, 2002. 123 p.
4. *Pochva. Gorod. Ekologiya* [Soil, City, Ecology]. Moscow: Fond « Za ekonomicheskuyu gramotnost' », 1997. 320 p.
5. Stroganova M.N., Myagkova A.D., Prokof'eva T.V. *Rol' pochv v gorodskikh ekosistemakh* [The role of soil in urban ecosystems]. Pochvovedenie, 1997. no 1. pp. 96–101.
6. Kopinga J. Research on street tree planting practices in the Netherlands. METRIA, 1985. pp. 72–84.
7. *Degradatsiya i okhrana pochv* [Degradation and protection of soils]. Moscow: MGU, 2002. 654 p.
8. Duiker, S.W. Diagnosing Soil Compaction Using a Penetrometer (Soil Compaction Tester) / S.W. Duiker. The Pennsylvania State University, 2002. pp. 1–4.
9. Coder K.D. Soil Compaction Stress & Trees: Symptoms, Measures, Treatments. Warnell School of Forestry & Natural Resources University of Georgia, 2007. 99 p.
10. Kalinin M.I. *Kornevedenie* [The science of the roots of trees] Moscow: Ekologiya, 1991. 173 p.
11. Gregory P.J. Plant roots: their growth, activity, and interaction with soils. Blackwell Publishing Ltd, 2006. 340 p.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ КРОНЫ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАТЕГОРИЙ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ

В.В. БОНДАРЕНКО, доц. МГУЛ, канд. биол. наук⁽¹⁾,
О.В. КОРМИЛИЦЫНА, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,
Д. КООЛЕН, проф. Вагенинген Университета (Нидерланды)⁽²⁾

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1

⁽²⁾ Wageningen UR Corporate headquarters, Droevendaalsesteeg 4, 6708 PB Wageningen (The Netherlands)

Определены индексы листовой поверхности (LAI) деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata*) в условиях антропогенного воздействия г. Москвы с использованием специализированного программного обеспечения для обработки цифровых изображений кроны. Этот количественный показатель позволяет установить динамику состояния отдельных деревьев и насаждения в целом. Его определение основано на расчете значений следующих фракций: листовая поверхность («Leaves»), ствол и ветви («Stem»), просветы в кроне («Sky»). Функциональная зависимость между индексом листовой поверхности (LAI) и указанными фракциями позволяет проводить оценку изменения данного показателя на разных стадиях вегетационного периода. В начальной стадии вегетационного периода значения индексов листовой поверхности (LAI) варьируют в пределах 2,16–3,99, что характерно для сильно ослабленных деревьев и деревьев без признаков ослабления соответственно. В дальнейшем происходит развитие листовой поверхности до максимальных значений 2,59–4,48 соответствующих категорий состояния. На завершающей стадии периода вегетации происходит снижение значений данного показателя у сильно ослабленных деревьев до 1,77, а у деревьев без признаков ослабления – до 3,49. Определены взаимосвязи между значениями индекса листовой поверхности (LAI), категориями состояния деревьев, запасом влаги в почве корнеобитаемой зоны, количеством осадков. Установлено, что в начальной стадии вегетационного периода на участках с сильно ослабленными деревьями запас почвенной влаги в слое 1 м в 1,7–2,9 раза меньше оптимальных значений, наблюдаемых на участках с деревьями без признаков ослабления. Показана возможность сопоставления категорий состояния деревьев (визуальная оценка) и значений индекса листовой поверхности (LAI).

Ключевые слова: индекс листовой поверхности, оценка параметров кроны деревьев, анализ цифровых изображений кроны, запас влаги в почве, осадки, индексы листовой поверхности липы мелколистной, категории состояния деревьев.

Исследование состояния зеленых насаждений и отдельных деревьев является важной частью мониторинга состояния городской среды. Учитывая ведущую роль зеленых насаждений в поддержании благоприятной экологической обстановки, особенно в условиях интенсивного антропогенного воздействия, необходимо использовать такие количественные показатели оценки, которые позволят установить динамику состояния как отдельных деревьев, так и насаждения в целом.

Одним из таких показателей является индекс листовой поверхности (Leaf Area Index, LAI), определяемый как отношение общей площади «односторонней» («освещенной») листовой поверхности к единице площади горизонтальной проекции кроны на

поверхность земли [1]. Данный показатель используется для оценки таких важнейших процессов, как фотосинтез, эвапотранспирация, транспирация, распределение и перехват осадков, потоки углерода [2]. В условиях долгосрочного мониторинга индекс листовой поверхности позволяет определять изменения продуктивности растений и влияние климатических и эдафических факторов на их рост и развитие, а также выступать в качестве индикатора состояния растений, находящихся под воздействием стрессовых антропогенных факторов [3, 4].

В ходе наших исследований проводилось определение индекса листовой поверхности 139 деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata*), находящихся в условиях антропогенного воздействия г. Москвы (ул. Ха-

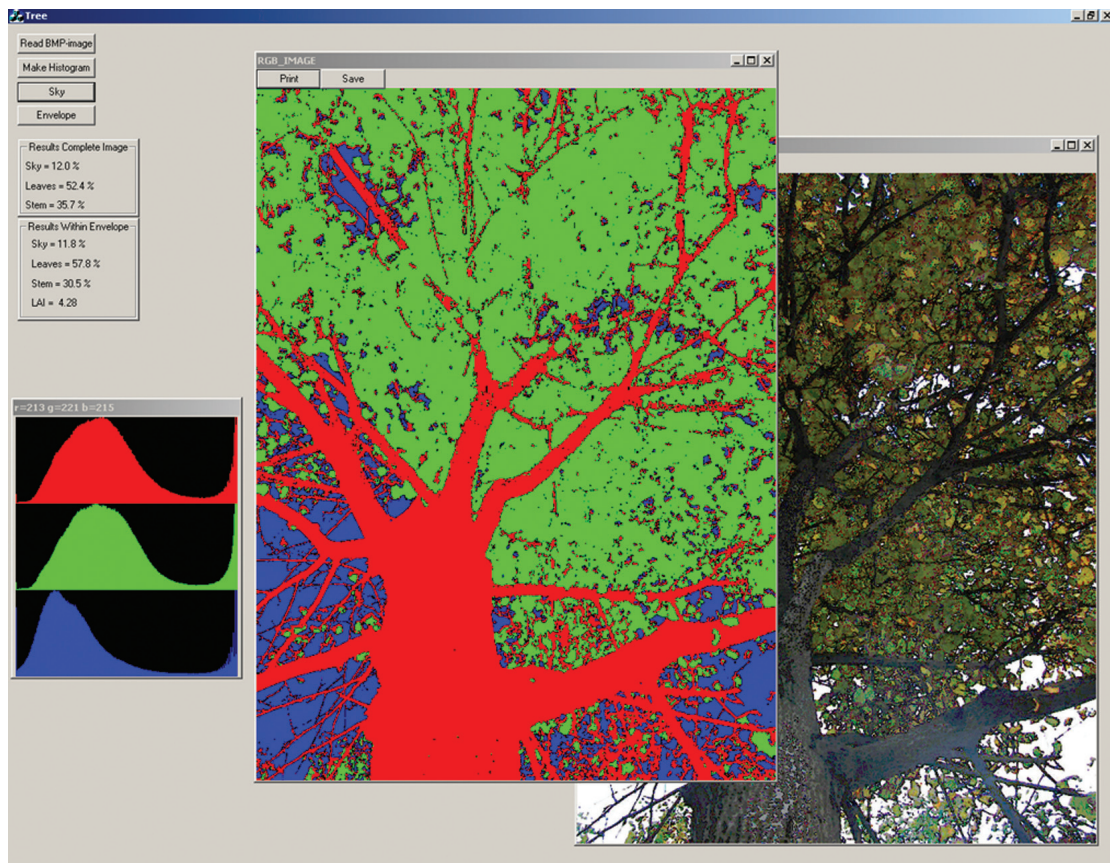


Рис. 1. Фрагмент результатов комплексного анализа цифровых изображений крон деревьев для определения индекса листовой поверхности (LAI)

Fig. 1. A fragment of the results of a complete image for LAI estimation

баровская, проспект Академика Сахарова, ул. Стромынка). Определение индекса листовой поверхности (LAI) осуществлялось на основе цифровой обработки изображений крон деревьев, полученных с помощью цифровой камеры, и проводилось в несколько этапов за период 2004–2014 гг. [5, 6].

Для определения объемной влажности почвы использовался почвенный влагомер (Soil moisture meter NH2, Eijkelkamp). Определение этого показателя проводилось в пятикратной повторности, для каждого слоя мощностью 10 см до глубины 1 м, с последующим определением запасов почвенной влаги в корнеобитаемой зоне деревьев.

На первом этапе, для повышения точности результатов оценки, были получены по четыре изображения разных сторон кроны для каждого дерева липы мелколистной (*Tilia cordata*) в течение разных стадий вегетационного периода. Это дало возможность полу-

чить значительный объем исходных данных (3336 цифровых изображений).

На втором этапе проводилась обработка и анализ цифровых изображений с помощью специализированного программного обеспечения, разработанного Я. Мюлеманом, Вагенинген Университет, г. Вагенинген, Нидерланды (J. Meuleman, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands). Значения индексов листовой поверхности (LAI) определялись на основе комплексного анализа цифрового изображения кроны дерева и установления значений фракций, занятых листовой поверхностью («Leaves»), стволом и ветвями («Stem»), просветами в кроне («Sky»), а также использования функциональной зависимости между индексом листовой поверхности (LAI) и указанными фракциями [7]. Фрагмент результатов комплексного анализа цифровых изображений крон деревьев для определения индекса листовой поверхности (LAI) представлен на рис. 1.

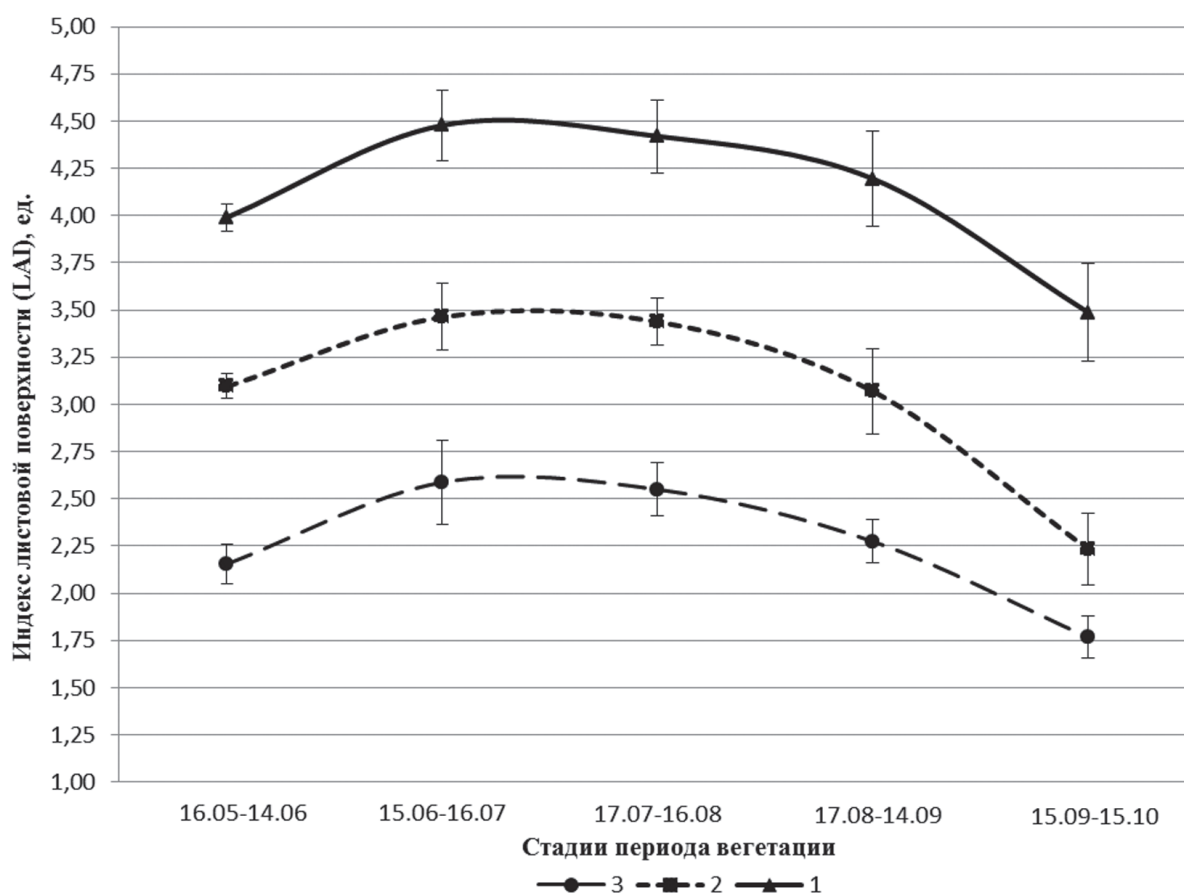


Рис. 2. Изменение индекса листовой поверхности (LAI) в период вегетации деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata*) разных категорий состояния: 1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные
 Fig. 2. The change of the leaf area index (LAI) during the growing season of Linden trees (*Tilia cordata*) in different status categories: 1 – no signs of weakening; 2 – weak; 3 – greatly weakened

В результате исследований удалось выяснить, что изменение индексов листовой поверхности в течение разных стадий вегетационного периода связано с категорией состояния деревьев (рис. 2) и зависит, в основном, от запаса почвенной влаги в корнеобитаемой зоне, особенно на начальной стадии периода вегетации, объема корнеобитаемой зоны (посадочного места), распределения осадков, а также качества почвенно-грунтовых условий.

Значения индексов листовой поверхности (LAI) с середины мая до середины июня (16.05–14.06) варьируют в пределах 2,16–3,99. Минимальные и максимальные значения этого показателя на данной стадии вегетационного периода соответствуют разным категориям состояния деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata*), от сильно ос-

лабленных до деревьев без признаков ослабления соответственно. На данной стадии вегетационного периода наибольшую роль играет запас почвенной влаги в корнеобитаемой зоне, а также количество осадков и распределение их в почве [8].

По нашим данным, на участках с сильно ослабленными деревьями запас почвенной влаги в слое 1 м составлял 104–164 мм, что в 1,7–2,9 раза меньше оптимальных значений (280–300 мм), наблюдаемых на участках с деревьями без признаков ослабления. Запас почвенной влаги на участках с ослабленными деревьями составлял 221–185 мм. Количество осадков в этот период составляло в среднем 49–62 мм. Большое влияние на перехват значительной части влаги оказывали травянистые растения (газон), препятствующие проникновению влаги в корнеобитаемую

**Взаимосвязь категорий состояния деревьев (визуальная оценка)
и значений индекса листовой поверхности (LAI)**

Relationship of the conditions of trees (visual estimate), and the values of leaf area index (LAI)

Категории состояния	Значения индекса листовой поверхности (LAI)
Без признаков ослабления	3,6–4,5 и > 4,5 (до 6,0*)
Ослабленные	3,5–2,9
сильно ослабленные	2,8–4
Усыхающие	1,3–0,6
сухой текущего года	< 0,6
сухой прошлых лет	

* – для значений LAI > 6,0 погрешность определения увеличивается

зону деревьев. При этом объемная влажность почвы на участках с сильно ослабленными деревьями составляла 10,4–16,4 %, что ниже критических значений влажности исследуемых почв (24 %), а в ряде случаев приближалась к влажности устойчивого завядания (10,5 %). На участках с ослабленными деревьями объемная влажность почвы составляла 18,5–22,1 %, в то время как на участках с деревьями без признаков ослабления она была выше критических значений на 4–6 %.

Дальнейшее развитие листовой поверхности до максимальных значений 2,59–4,48 происходит с середины июня до середины июля (15.06–16.07), при этом количество осадков увеличивается в среднем до 75–83 мм, а в отдельные годы до 190–244 мм, что отражается на влажности почвы корнеобитаемой зоны, которая увеличивалась на 10–17 %, по сравнению с предыдущей стадией вегетационного периода.

В дальнейшем происходит стабилизация значений индекса листовой поверхности и постепенное снижение его значений, связанное с уменьшением площади листовой поверхности за счет регуляторных механизмов растений, уменьшающих транспирирующую поверхность для сохранения влаги и восстановления температурного баланса.

На завершающей стадии периода вегетации (15.09–15.10) происходит снижение значений индекса листовой поверхности (LAI). При этом темпы его снижения у деревьев разных категорий отличаются. Индекс листовой поверхности (LAI) у сильно ослабленных и ослабленных деревьев снижается до значе-

ний $1,77 \pm 0,26$ и $2,23 \pm 0,19$ соответственно, т. е. на 32–37 % меньше по сравнению с максимальными значениями для этой категории состояния. У деревьев без признаков ослабления снижение индекса листовой поверхности происходит в среднем на 22 % до значения $3,49 \pm 0,11$. Также не следует забывать об эстетической функции (декоративности), которая у деревьев без признаков ослабления сохраняется практически до окончания вегетационного периода, в то время как у деревьев других категорий она резко снижается.

По результатам ряда исследований [9–11], индекс листовой поверхности дерева (LAI), рост и развитие которого происходит в условиях незначительного стресса или его отсутствия, в среднем составляет 3,5–4,5.

При неблагоприятных факторах окружающей среды, в том числе и в условиях города, в большинстве случаев происходит уменьшение индекса листовой поверхности, кроны изреживаются, процесс дефолиации усиливается, увеличивается доля сухих ветвей.

Таким образом, индекс листовой поверхности может быть использован при оценке состояния деревьев [12] и применяться наряду с общепринятой шкалой визуальной оценки категорий состояния деревьев (таблица).

Преимущество индекса листовой поверхности (LAI) заключается в том, что с его помощью можно осуществлять контроль за состоянием деревьев в течение всего вегетационного периода, оценивать влияние естественных и антропогенных факторов на зеле-

ные насаждения города и использовать для расчетов показателей водного баланса урбанизированных территорий.

Библиографический список/ References

- Zheng G., Moskal L.M. Retrieving Leaf Area Index (LAI) Using Remote Sensing: Theories, Methods and Sensors. *Sensors (Basel)*. 9(4). 2009. pp. 2719-2745.
- Anten N.P.R. Optimal Photosynthetic Characteristics of Individual Plants in Vegetation Stands and Implications for Species Coexistence. *Annals of Botany* 95. 2005. pp. 495-506.
- Jensen R.R. Estimating Urban Leaf Area Index (LAI) of Individual Trees with Hyperspectral Data. R.R. Jensen, P.J. Hardin, A.J. Hardin. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 78. No. 5. 2012. pp. 495-504.
- Мартыненко, О.В. Возрастная динамика продуктивности сосновых насаждений в зависимости от почвенных условий / О.В. Мартыненко, Д.Г. Щепаченко, В.Н. Карминов, М.В. Щепаченко // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 7. – С. 62–69.
Martynenko O.V., Shhepashhenko D.G., Karminov V.N., Shhepashhenko M.V. *Vozrastnaya dinamika produktivnosti sosnykh nasazhdeniy v zavisimosti ot pochvennykh usloviy* [Dynamics of pine forest productivity with age depend on soil properties]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*. 2010. № 7. pp. 62-69.
- Pratt W.K. *Digital Image Processing*. W.K. Pratt. Wiley, 2007. 807 p.
- Manninen T., Korhonen L., Voipio P., Lahtinen P., Stenberg P. Estimation of boreal forest LAI in winter conditions: Test of a new method using wide optics airborne images. *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*. IEEE International. 2010. pp. 2652-2655.
- Bakker J.W., J.J.H van den Akker, Cornelissen P. Oorzaak en preventie van schade aan wegen door vochtonttrekking door bomen. Rapport 318. Wageningen: DLO-Staring Centrum. 1995. 103 p.
- Кормилицына, О.В. Некоторые аспекты расчета водного баланса урбанизированных территорий / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2008. – № 1. – С. 11–15.
Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V. *Nekotorye aspekty rascheta vodnogo balansa urbanizirovannykh territoriy* [Some Aspects of Water Balance Estimation in Urbanized Territories]. *Bulletin of Higher Educational Institution. Lesnoy Zhurnal*, 2008. № 1. pp. 11-15.
- Cittadini E.D., H. van Keulen, N. de Ridder, Vallis M., Rodriguez M., Peri P. Effect of fruit-to-leaf area ratio on fruit quality and vegetative growth of ‘Bing’ sweetcherry trees at optimal leaf area index. *Acta Horticulturae*. Vol. 795. 2008. pp. 677-680.
- Yu Z., Mingbin H., Jinjiao L. Spatial distributions of optimal plant coverage for the dominant tree and shrub species along a precipitation gradient on the central Loess Plateau. *Agricultural and Forest Meteorology*. Volume 206. 2015. pp. 69-84.
- Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 326 с.
Whittaker R.H. *Soobshchestva i ekosistemy* [Communities and Ecosystems]. Moscow: Progress, 1980. 326 p.
- Постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 г. № 743-ПП. Об утверждении правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Москвы. – М., 2002. – 123 с.
Postanovlenie Pravitel'stva Moskvy ot 10 sent. 2002 g. № 743-PP. Ob utverzhdenii pravil sozdaniya, soderzhaniya i ohrany zelenykh nasazhdeniy goroda Moskvy [About the approval of rules of creation, the maintenance and protection of green plantings of the city of Moscow]. Moscow, 2002. 123 p.

ESTIMATION OF LEAF AREA INDEX USING THE ANALYSIS OF DIGITAL IMAGES OF THE CROWN AND ITS USE FOR THE ESTIMATION OF TREE STATE CATEGORIES

Bondarenko V.V., Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Biol.)⁽¹⁾; **Kormilitsyna O.V.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agric.)⁽¹⁾; **Koolen A.J.**, Prof. Wageningen University (The Netherlands), Ph.D.⁽²⁾

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1-st Institutskaya st., 1, 141005, Mytishi, Moscow reg., Russia

⁽²⁾ Wageningen UR Corporate headquarters, Droevendaalsesteeg 4, 6708 PB Wageningen (The Netherlands)

The Leaf Area Index (LAI) of linden trees (*Tilia cordata*) in the conditions of the anthropogenic influence of Moscow is defined using the specialized software for digital images processing of the krone. This quantitative index allows to estimate the dynamics of the state of a single tree and trees as a whole. Its estimation is based on the calculation of values of the following fractions: leaf surface («Leaves»), a trunk and branches («Stem»), gleams in the krone («Sky»). The functional dependence between Leaf Area Index (LAI) and the specified fractions allows to estimate the change of this indicator at different stages of the vegetative period. On an initial stage of the vegetative period the values of Leaf Area Index (LAI) vary within 2,16-3,99, which is characteristic of strongly weakened trees and trees without weakening signs respectively. Further there was a development of a leaf surface to the maximum values of 2,59-4,48 corresponding to the categories of state. On the late stage of the period of vegetation there is a decrease in values of this indicator among strongly weakened trees to 1,77 and among trees without weakening signs to 3,49. Interrelations between Leaf Area Index (LAI), categories of state of trees, water content in the soil of a root zone, the amount of precipitation are defined. It is established that in an initial stage of the vegetative period the reserve of soil moisture in a layer of 1 m on sites with strongly weakened trees is 1,7-2,9 times less than the optimum values observed on the sites with the trees without weakening signs. Possibility of comparison of categories of state of trees (a visual assessment) and values of Leaf Area Index (LAI) is shown.

Keywords: leaf area index (LAI), estimation of canopy parameters, digital image analysis, soil water content, precipitation, state of trees.

УДК 502.1

ОБОСНОВАНИЕ ДОПУСТИМЫХ ВЫПАДЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СОСНОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В ПОЛЕВОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Т.В. РЫКОВА, *научный сотрудник ВНИИЛМ*⁽¹⁾,А.А. МАРТЫНЮК, *директор ВНИИЛМ, д-р с.-х. наук*⁽¹⁾*vniilm_martinuk@mail.ru, rykova.tv@mail.ru*⁽¹⁾ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 141202, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15.

Ухудшение состояния и снижение продуктивности лесов, обусловленные выбросами промышленных предприятий, содержащих тяжелые металлы, являются значимой экологической проблемой. Снижению поступления загрязняющих веществ в лесные экосистемы до безвредных для их жизнедеятельности количеств является важной научной и практической задачей. Нормированию техногенного воздействия с учетом реакции лесных экосистем на воздействие загрязнителей в естественных условиях местопроизрастания и посвящена данная статья. В качестве загрязнителя для экспериментов выбран цинк как один из наиболее распространенных тяжелых металлов, содержащихся в выбросах промышленных предприятий, который занимает среднее место по фитотоксичности среди тяжелых металлов. Были проведены полевые экспериментальные работы с контролируемым загрязнением лесных насаждений цинком (использовалась соль азотнокислого цинка $Zn(NO_3)_2 \cdot 7H_2O$). Состояние деревьев сосны определяли по методике ВНИИЛМ, специально разработанной для условий промышленного загрязнения среды. Степень ослабления насаждений характеризовалась средним индексом состояния, вычисленным как средневзвешенное через баллы состояния отдельных деревьев. Исследования проводились в молодняках сосны на территории Виноградовского лесничества Московской области. Для экспериментов выбраны лесные насаждения с минимальным уровнем содержания химических веществ в компонентах среды – почве, снеге, дождевых осадках, хвое. Приведены результаты изучения реакции (индекса состояния древостоев, биометрических показателей хвои) молодняков сосны обыкновенной на различные уровни выпадений цинка в полевом эксперименте. Даны регрессионные уравнения связи параметров состояния древостоев с уровнем техногенных нагрузок. Обоснована величина предельно допустимой нагрузки цинка для молодняков сосны обыкновенной Подмосковья.

Ключевые слова: загрязнение среды, тяжелые металлы, цинк, сосновые экосистемы, состояние древостоев, линейный прирост деревьев, естественное возобновление, допустимые техногенные выпадения.

В выбросы промышленных предприятий до настоящего времени остаются существенным фактором ухудшения состояния и снижения продуктивности лесов на значительных по площади территориях. Тяжелые металлы, поступающие в атмосферный воздух вместе с газовыми химическими веществами, отрицательно влияют на природные экосистемы, приуроченные к промышленным центрам цветной и черной металлургии, химической и нефтехимической промышленности, машиностроения. *Суммарная* площадь ареалов техногенно загрязненных земель в Российской Федерации, прежде всего тяжелыми металлами, достигает 18 млн га [1, 2].

В системе мероприятий по сохранению и реабилитации лесов в условиях техногенного загрязнения ведущее место принадлежит снижению поступления загрязняющих веществ в лесные экосистемы до безвредных для их нормальной жизнедеятельности объемов. Существует целое научное направление, целью которого является разработка предельно допустимых нормати-

вов техногенного воздействия и нормирование допустимых выбросов промышленных предприятий в атмосферу. Большинство нормативов данного вида разработаны на основе санитарно-гигиенических принципов нормирования и экспериментов, проводимых в лабораторных или лабораторно-тепличных условиях [3–7]. В последнее время получили известность научные работы с использованием экологических подходов в нормировании техногенного воздействия, позволяющих учитывать реакцию лесных экосистем на воздействие загрязнителей в естественных условиях местопроизрастания [8, 9, 11, 12] и, прежде всего, через нормирование выпадений техногенных веществ в лесные экосистемы. В развитие такого подхода нами были проведены экспериментальные исследования по обоснованию допустимых выпадений тяжелых металлов (на примере цинка) в сосновые экосистемы по их реакции на нормированное воздействие, изучаемое в полевых условиях.

Цинк выбран в качестве загрязнителя для экспериментов как один из наиболее

Биометрические показатели хвои средних деревьев в молодняках сосны
Biometrics needles indicators of the medium trees in young pine stands

№ п/п	Цинк, г/м ²	1999 год		2000 год				2001 год			
		% деревьев с пожелтевшей хвоей		Длина хвоинок, мм			Масса 100 шт. хвоинок, мг	Длина хвоинок, мм			Масса 100 шт. хвоинок, мг
		сильная	слабая	max	min	сред.		max	min	сред.	
1	0	0	8	82	61	73,3	3,37	82	53	65,2	3,04
2	6,9	0	12	87	51	67,2	2,88	85	60	69,1	3,12
3	30	0	17	89	66	77,9	3,36	76	52	63,6	3,27
4	90	9	46	94	51	79,9	3,93	68	48	58,0	3,86
5	150	13	52	92	64	75,0	3,56	75	44	62,9	3,42
6	225	47	38	75	46	60,5	2,67	60	46	52,7	2,32
7	300	94	6	55	26	36,9	1,18	54	33	43,9	1,23

Т а б л и ц а 2

Расчет величины предельно допустимой нагрузки цинка для древостоев молодняков сосны
The calculation of the value of the maximum permissible load for zinc stands of pine saplings

Показатель состояния древостоев	Уравнение связи	R ²	Критическое значение показателя ¹	Критическая нагрузка, г/м ²
Средний линейный прирост, см	$Y = -0,045x^3 + 6,441x^2 - 301,5x + 4758$	0,78	43,6 ¹	127
Средняя длина хвоинок, мм	$Y = -0,273x^2 + 21,46x - 120,3$	0,79	69,2 ¹	57
Масса 100 хвоинок, г	$Y = -94,83x + 393,6$	0,52	3,2 ¹	90
Средний индекс состояния, баллы	$Y = 26,99x^3 - 213,89x^2 + 654,47x - 550,4$	0,97	1,5 ²	41
Интегральный показатель, баллы	$Y = -14,04x^2 + 231,5x - 655,2$	0,88	4 ¹	46

Примечания: ¹Приняты средние значения показателей на контроле за весь период наблюдений. ²Принято значение нижнего предела категории состояния «здоровые насаждения» (ИС = 1,0 – 1,5)

распространенных тяжелых металлов, содержащихся в выбросах промышленных предприятий, который занимает среднее место по фитотоксичности среди тяжелых металлов (после меди, хрома и никеля).

Для решения поставленных исследовательских задач были проведены полевые экспериментальные работы с контролируемым загрязнением лесных насаждений цинком (использовалась соль азотнокислого цинка Zn(NO₃)₂·7H₂O).

Исследования проводились в молодняках сосны (лесные культуры, состав – 10 С; возраст – 15 лет; бонитет – I; запас – 68 м³/га; тип условий произрастания – В₂) на территории Виноградовского лесничества Московской обл. Для экспериментов выбраны лесные насаждения с минимальным уровнем содержания химических веществ в компонентах среды – почве, снеге, дождевых осадках, хвое.

На опытном участке общей площадью 245 м² цинк был внесен в начале вегетации на поверхность почвы опытных площадок (площадь каждой из них составляла 40 м²) в следующих вариантах: 7 (величина таких выпадений обеспечивает расчетную концентрацию элемента в 20-см слое почвы на уровне ПДК = 23 мг/кг), 30, 90, 150, 225 и 300 г/м². Фитотоксический эффект воздействия загрязнителя на сосновые фитоценозы оценивали по изменению индекса состояния древостоев сосны, линейного прироста деревьев, показателей роста и степени поражения хвои, а также реакции самосева и подроста на различные техногенные нагрузки цинка.

При этом состояние деревьев сосны определяли по методике ВНИИЛМ, специально разработанной для условий промышленного загрязнения среды [10]. Степень ослабления насаждений характеризовалась средним индексом состояния, вычисленным как средне-

взвешенное через баллы состояния отдельных деревьев (на каждой опытной площадке оценивали состояние не менее 24 деревьев).

Ход роста насаждений по высоте (линейный прирост) оценивался по данным измерений прироста по мутовкам или данным анализа ствола 5 средних деревьев на пробной площади.

Образцы хвои для изучения ее биометрических показателей отбирали в верхней части кроны деревьев (третья-четвертая мутовки сверху) с побегов второго порядка (за побег первого порядка принят ствол дерева). Измерения длины хвои и массы хвоинок проводили в лаборатории в день отбора проб.

Для комплексной оценки влияния техногенной нагрузки на древостои сосны использован интегральный показатель (ИП), учитывающий изменение параметров состояния деревьев по отношению к контролю (1)

$$ИП = \sum_{n=1}^4 \left(\frac{L_K}{L} + \frac{L_K^{XB}}{L^{XB}} + \frac{M_K}{M} + \frac{ИС}{ИС_K} \right), \quad (1)$$

где ИП – интегральный показатель состояния древостоя, баллы;

L_K, L – средние значения линейного прироста деревьев на контроле и на вариантах с техногенной нагрузкой цинка за период наблюдений;

L_K^{XB}, L^{XB} – средние значения длины хвои деревьев на контроле и на вариантах с техногенной нагрузкой цинка за период наблюдений;

M_K, M – средние значения массы 100 штук хвоинок деревьев на контроле и на вариантах с техногенной нагрузкой цинка;

L_K, L – средние значения линейного прироста деревьев на контроле и на вариантах с техногенной нагрузкой цинка;

$ИС_K, ИС$ – средние значения линейного прироста деревьев на контроле и на вариантах с техногенной нагрузкой цинка.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что первые симптомы избыточного содержания в почве $Zn(NO_3)_2$ появились при нагрузках более 150 г/м^2 в виде пожелтения хвои у деревьев сосны уже через 3 месяца после внесения элемента. Через год после внесения соли цинка (табл. 1) при на-



Рис. 1. Дехромация хвои в молодняках сосны на участке с дозой внесения цинка 300 г/м^2

Fig. 1. The dechromation of the needles in the young pine plot with a doze of zinc 300

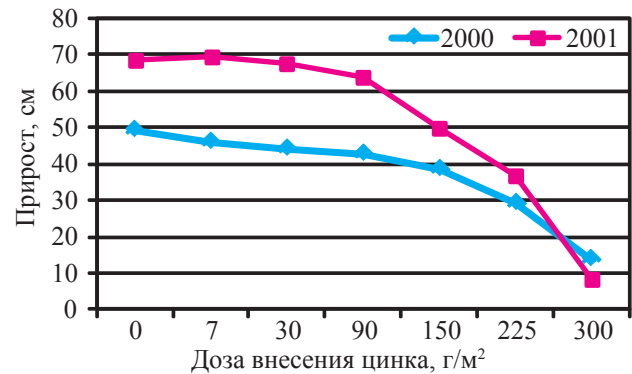


Рис. 2. Изменение линейного прироста деревьев в сосновом молодняке

Fig. 2. The change of the linear growth of pine trees in the young forest stands

грузках элемента 150 г/м^2 , 225 г/м^2 и 300 г/м^2 дехромация хвои наблюдалась у 13 %, 47 % и 94 % деревьев соответственно. Значительное увеличение доли пожелтевшей хвои 2-го года наблюдалось уже при 90 г/м^2 – 46 %; 150 г/м^2 – 52 %; и при дозах 225 г/м^2 – 38 %. При нагрузке 300 г/м^2 около 5 % деревьев сосны имела сильное поражение хвои (рис. 1).

При изучении биометрических показателей хвоинок сосны установлено, что нагрузки от 30 до 150 г/м^2 в первые годы наблюдений не оказывали влияния на длину и массу

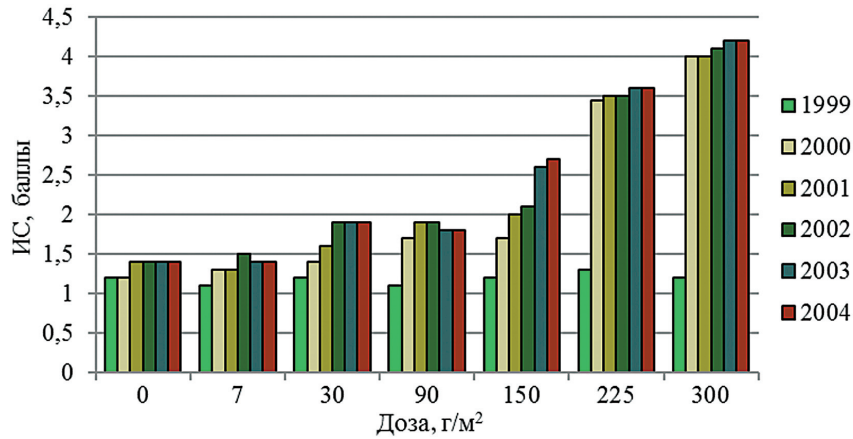


Рис. 3. Динамика изменения индекса состояния древостоев сосновых молодняков при разных дозах внесения цинка в почву

Fig. 3. The dynamics of changes in the condition index of forest stands in the growing stock of pine with different doses of introducing zinc into the soil

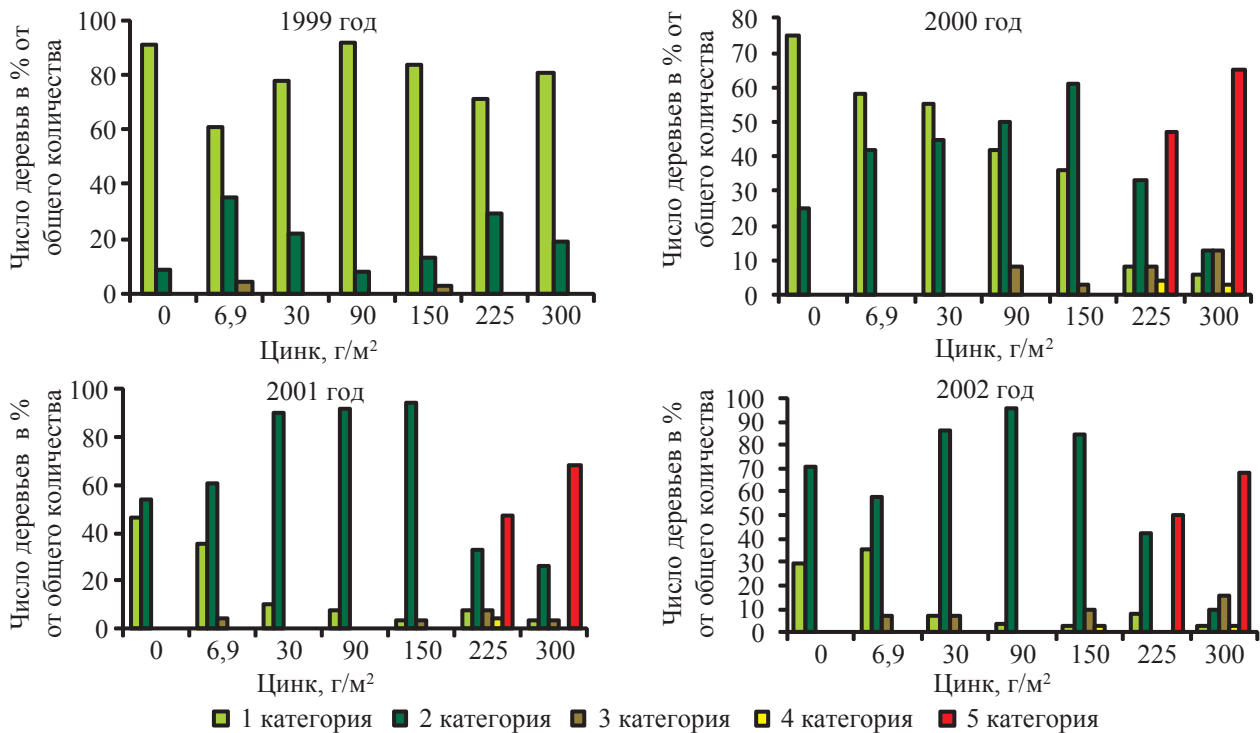


Рис. 4. Динамика распределения деревьев по категориям состояния в молодняках за 1999–2002 гг.

Fig. 4. The distribution of trees by the status category in young trees for 1999–2002

хвоинок текущего года. Однако более высокие дозы $Zn(NO_3)_2$ вызывали, в этот же период, значительное снижение показателей (табл. 1). При дозе 225 г/м² средняя длина хвоинок в 2000–2001 гг. уменьшилась, по сравнению с контролем, на 17–19 %, масса хвоинок – на 21–24 %. Уровень нарушения роста хвои еще больше усилился при дозе 300 г/м²: средняя длина хвоинок текущего года сократилась на 33–50 %, а масса 100 шт. хвоинок – на 60–65 %.

Линейный прирост осевого побега деревьев сосны (рис.2) в условиях контроля достигал у измеренных деревьев в среднем 50 и 68 см в год (минимальные значения – 20 см, максимальные – 87 см). С повышением уровня нагрузки загрязнителя отмечалось снижение данного показателя по сравнению с контрольными значениями, причем устойчивое уменьшение начиналось при нагрузке в 30 г/м². При нагрузке цинка в 225 г/м² сниже-

ние среднего линейного прироста достигало примерно 50 % от значений контроля. Повышение техногенной нагрузки до 300 г/м² приводило к резкому падению линейного прироста до минимальных величин – 8–14 см в год.

Индекс состояния древостоев сосны как интегральный показатель их устойчивости (рис. 3) свидетельствует о постепенном ослаблении молодняков в течение 2000–2004 гг. начиная с нагрузки в 30 г/м². При этом за весь период наблюдений в контрольных древостоях и на участке с нагрузкой 7 г/м² индекс состояния древостоев изменяется незначительно и не выходит за пределы ИС = 1,5 – здоровые насаждения. При нагрузках 30–90 г/м² ухудшение состояния древостоев наблюдалось на следующий, после внесения цинка, год; причем, переход критического значения состояния с ИС = 1,5 в первом случае (при нагрузке 30 г/м²) происходил на втором году эксперимента, во втором случае (нагрузка 90 г/м²) – на третьем году эксперимента.

Существенные различия в состоянии насаждений между контролем и участками с внесенным цинком начинали наблюдаться при нагрузке 150 г/м²: на второй год наблюдений индекс состояния древостоев ухудшился на 17 %, а на шестом году – на 52 %. С дальнейшим увеличением нагрузки эти отклонения возрастают, а при нагрузке 300 г/м² наблюдается массовое усыхание деревьев, в результате которого средний индекс состояния ухудшается с 1,2 балла в 1999 г. до 4,2 балла в 2003–2004 гг.

Интерес представляют данные по переходу деревьев, связанному с увеличением уровня техногенной нагрузки, из более высоких категорий состояния в более низкие и, в конечном итоге, в отпад (рис. 4). В наблюдаемых древостоях по всем вариантам в начале эксперимента деревья сосны на 65–90 % соответствовали 1-ой категории состояния – «здоровые деревья». За весь период наблюдений на контроле фиксировалась тенденция к увеличению доли деревьев 2-й категории состояния – «слабо ослабленные деревья», однако здесь не появилось деревьев категории состояния 3 – «сильно ослабленные деревья». Вместе с тем, уже при малых техногенных нагрузках в 7 и 30 г/м² отмечалось появление

сильно ослабленных деревьев на третьем и четвертом годах эксперимента.

При максимальных нагрузках 225 г/м² и 300 г/м² большая часть деревьев на втором году наблюдения резко перешла в 5-ю категорию состояния – «погибшие деревья». В последующие годы количество этих деревьев только увеличивалось за счет перехода деревьев из более жизнеспособных категорий состояния. Следовательно, выпадения цинка способны существенно трансформировать состояние деревьев внутри древостоя, причем, наиболее губительными для молодняков сосны можно считать нагрузки в 225 г/м² и 300 г/м².

В табл. 2 приведены регрессионные уравнения связи показателей состояния (x) сосновых древостоев с уровнем выпадений цинка (Y). С использованием уравнений через контрольные значения показателей состояния проведено вычисление величин критической техногенной нагрузки элемента для условий эксперимента.

Расчеты показывают, что при оценке по различным показателям состояния древостоев величина критических выпадений цинка в естественных условиях Подмосковья находится в пределах 41–127 г/м² (41–127 кг/га). При этом максимальные значения критической нагрузки (127 г/м²) определены по изменению линейного прироста деревьев при различных уровнях выпадений загрязнителя. В качестве предельно допустимой величины нагрузки цинка может быть рекомендована минимальная ее величина – 41 г/м², рассчитанная через значения среднего индекса состояния древостоев сосны.

Библиографический список

1. Большаков, В.А. Загрязнение почв / В.А. Большаков. – М.: ВИНТИ. – 2006. – 4 с.
2. О состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2005 г.: государственный (национальный) доклад. – М., 2006. – 200 с.
3. Временные нормативы ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, оказывающих вредное воздействие на лесные насаждения в районе музея-усадьбы «Ясная Поляна». – М.: ВНИИЛМ, 1984. – 17 с.
4. Михайлова, Т.А. Эколого-физиологическое состояние лесов, загрязняемых промышленными эмиссиями: дисс. ... д-ра биол. наук: 03.00.16 / Михайлова Т.А. – Иркутск: СИФИБР, 1997. – 47 с.
5. Обухов, А.И. Научные основы разработки ПДК тяжелых металлов в почвах / А.И. Обухов, И.П. Бабьева,

- А.В. Гринь и др. // Тяжелые металлы в окружающей среде. – М.: МГУ, 1980. – 20 с.
6. Николаевский, В.С. Методика определения предельно допустимых концентраций вредных газов для растений / В.С. Николаевский, Т.В. Николаевская. – М., 1988. – 15 с.
 7. Серебрякова, Л.К. Допустимые концентрации токсических веществ в атмосферном воздухе для древесной растительности / Л.К. Серебрякова // Газоустойчивость растений. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 184–185.
 8. Воробейчик, Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень) / Е.Л. Воробейчик, О.Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов. – Екатеринбург: Наука, 1994. – 280 с.
 9. Крючков, В.В. Предельные антропогенные нагрузки и состояние экосистем Севера / В.В. Крючков // Экология. – 1991. – № 3. – С. 28–40.
 10. Воронков, Н.А. Временная методика по учету сосновых насаждений, подверженных влиянию промышленных выбросов / Н.А. Воронков, А.А. Мартынюк, В.Д. Касимов и др. – М.: ВНИИЛМ, 1986. – 36 с.
 11. Air Quality Guidelines – Ecological effects of air pollutants // World Health Organization; Regional Office for Europe; ICP/CEN 902/m 71(S). – 29 July, 1985.
 12. Prinz, B. Study on the impact of the principal atmospheric pollutants on the vegetation / B. Prinz, C.I. Brandt // Commission of the European Communities. – EUR 6644 EN / 1980.

STUDIES OF PINE PHYTOCOENOSIS RESPONSES ON HEAVY METAL FALLOUTS IN FIELD EXPERIMENT

Rykova T.V., VNIILM⁽¹⁾; Martynuyk A.A., VNIILM, Dr. Sci. (Agriculture)⁽¹⁾

vniilm_martinuk@mail.ru, rykova.tv@mail.ru

⁽¹⁾All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), Institutskaya st., 15, 141202, Pushkino, Moscow reg., Russia

Deterioration and reduction of forest productivity due to the industrial emissions containing heavy metals are important environmental issues. The reduction of pollutants in forest ecosystems until they are harmless is an important scientific and practical task. Standardization of anthropogenic impact taking into account the reaction of forest ecosystems to the effects of pollutants under natural conditions is the subject of this article. Zinc was selected as a contaminant for the experiments as one of the most common heavy metals contained in industrial emissions with medium phytotoxicity. Field experimental work has been done with controlled contamination of the forest stands by zinc (based on the salt of zinc nitrate $Zn(NO_3)_2 \cdot 7H_2O$). The condition of trees was determined by the method of VNIILM specially designed for industrial pollution. The degree of weakening of the stands characterized by an average condition index was calculated as the average measured through the condition of individual trees. The studies were conducted in young pine stands on the territory of the Vinogradovsky forest area of Moscow region. For the experiments forest stands were selected with a minimum level of chemical contents in the components of environment – the soil, snow, rainfall, needle. The results of the study of the reaction (the index status of stands, biometric exponents of needles) of Scotch pine saplings to different levels of zinc deposition in a field experiment are given. The regression equations relating the parameters of state stands to the level of technogenic-governmental loads are presented. The value of the maximum permissible load of zinc for young pine suburbs is shown.

Keywords: pollution, heavy metals, zinc, pine ecosystem, the state stands, linear growth of trees, natural regeneration, the admissible anthropogenic loss.

References

1. Bol'shakov, V.A. *Zagryaznenie pochv* [Soilcontamination]. Moscow: VINITI, 2006, 4 p.
2. *O sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiyskoy Federatsii v 2005 godu: gosudarstvennyy (natsional'nyy) доклад* [On the status and use of land in the Russian Federation in 2005: the sovereign-governmental (national) report]. Moscow, 2006, 200 p.
3. *Vremennyye normativy PDK zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfernom vozdukh, okazyvayu-shchikh vrednoe vozdeystvie na lesnye nasazhdeniya v rayone muzeya-usad'by «Yasnaya Polyana»* [Time limit values of pollutants in ambient air, to render-ing harmful effects on forest plantations in the area of the Museum-Estate «Yasnaya Polyana»]. Moscow: VNIILM, 1984, 17 p.
4. Mikhaylova T.A. *Ekologo-fiziologicheskoe sostoyanie lesov, zagryaznyaemykh promyshlennymi emissiyami* [Ecological and physiological condition of forests polluted by industrial emissions]: dis. ... d-r biol. nauk: 03.00.16, Irkutsk: SIFiBR, 1997, 47 p.
5. Obukhov A.I., Bab'eva I.P., Grin' A.V. i dr. *Nauchnye osnovy razrabotki PDK tyazhelykh metallov v pochvakh* [The scientific basis for the development of MPC heavy metals in soils]. Tyazhelye metally v okruzhayushchey srede. [Heavy metals in the environment]. Moscow: MGU, 1980, p. 20.
6. Nikolaevskiy V.S., Nikolaevskaya T.V. *Metodika opredeleniya predel'no dopustimyykh kontsentratsiy vrednykh gazov dlya rasteniy* [Method for determining the maximum permissible concentrations of harmful gases to plants]. Moscow, 1988, 15 p.
7. Serebryakova L.K. *Dopustimyye kontsentratsii toksicheskikh veshchestv v atmosfernom vozdukh dlya drevesnoy rastitel'nosti* [Allowable concentrations of toxic substances in the air for woody vegetation]. Novosibirsk: Nauka, 1980, pp. 184–185.
8. Vorobeychik E.L., Sadykov O.F., Farafonov M.G. *Ekologicheskoe normirovanie tekhnogennykh zagryazneniy nazemnykh ekosistem (lokal'nyy uroven')* [Environmental regulation of technogenic pollution of terrestrial ecosystems (local level)]. Ekaterinburg: Nauka, 1994, 280 p.
9. Kryuchkov V.V. *Predel'nye antropogennyye nagruzki i sostoyanie ekosistem Severa* [Limit anthropogenic pressures and ecosystem of the North], *Ekologiya* no. 3, 1991, pp. 28–40.
10. Voronkov N.A., Martynuyk A.A., Kasimov V.D. i dr. *Vremennaya metodika po uchetu sosnovykh nasazhdeniy, podverzhennykh vliyaniyu promyshlennykh vybrosov* [Provisional guidelines on accounting pine plantations are exposed to industrial emissions-represented]. Moscow: VNIILM, 1986, 36 p.
11. Air Quality Guidelines – Ecological effects of air pollutants World Health Organization ; Re-gional Office for Europe ; ICP/CEN 902/m 71(S). 29 July, 1985.
12. Prinz B. Study on the impact of the principal atmospheric pollutants on the vegetation Commission of the European Communities. EUR 6644 EN, 1980.

УДК 631.17

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТЕРЬ ПРЕПАРАТА ИЗ МАТЕРИАЛА ПОКРЫТИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА МАШИНЫ ДЛЯ КОНТАКТНОГО НАНЕСЕНИЯ ПЛАНТИЦИДА

А.А. КОТОВ, *проф. МГУЛ, д-р техн. наук*⁽¹⁾*kotov@mgul.ac.ru*⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ

Выполнен анализ работ по обоснованию материала покрытия рабочего органа в виде вращающегося барабана (валика) машины для химического ухода за лесными культурами контактным способом. Разработана и описана методика проведения лабораторных исследований потерь препарата из материала покрытия. Для экспериментов были выбраны три вида отечественных материалов покрытия барабана: войлок тонкошерстный для фильтров, ткань техническая капроновая и пенополиуретан листовой гладкий. При этом для этих видов материала проведен четырехфакторный эксперимент по В-плану. Целью его являлось получение зависимости количества потерь жидкости из единицы площади материала покрытия в виде многочлена второго порядка. Варьируемые факторы – ускорение, продолжительность действия сил инерции, начальная влажность материала и толщина покрытия. Результаты опытов показали, что особенно сильное влияние на потери в принятом диапазоне оказывает ускорение. На нижнем уровне варьирования факторов меньшие потери имеет войлок, на верхнем – ткань. Худшие показатели практически на всех уровнях (кроме 1, 3, 9 и 11 опытов) имеет пенополиуретан. Представлено экспериментальное подтверждение теоретических выводов в графической форме. Экспериментальные исследования подтверждают теоретические положения о характере и степени влияния на потери препарата указанных факторов. Результаты исследований позволяют в дальнейшем выбрать оптимальные параметры и режимы работы машины.

Ключевые слова: экология, контактное применение пестицидов, вращающийся барабан, лабораторные исследования, центробежная сила, объемная влажность, потери препарата.

К материалу покрытия рабочего органа в виде вращающегося барабана (валика) машины для химического ухода за лесными культурами контактным способом предъявляются следующие требования [1]:

- механическая прочность;
- абразивная стойкость;
- водоудерживающая способность;
- химическая стойкость;
- технологичность в изготовлении и обслуживании;
- низкая себестоимость.

Наиболее важным требованием с точки зрения исключения загрязнения окружающей среды является водоудерживающая способность, которая позволяет сокращать потери жидкого химиката из материала контактора машины при ее работе в условиях вырубке с наличием ударных нагрузок.

Исследованиями по созданию машин контактного типа для внесения химикатов и обоснованию материала покрытия контактора занимались за рубежом многие авторы [2–11]. Непосредственные результаты изучения возможности использования различных

материалов в качестве покрытия контактора приведены в работах зарубежных [2, 3, 6] и отечественных авторов [12–14].

В зарубежных неприводных типах устройств используются нейлоновые шнуры с армирующей проволокой внутри или с сердечником из сплетенной акриловой нити и армированные полиэфирным покрытием с алмазной оплеткой. Для транспортирования препарата по штангам в этих же устройствах может использоваться войлок. В ручных аппликаторах применяется поролон (пенополиуретан). В устройствах приводного типа в качестве покрытия валика может также использоваться нейлон с адсорбирующей подушкой.

В работе [9] в качестве покрытия рабочего органа машины для контактного нанесения гербицида изучались следующие материалы: нейлон, полиэстер, акрил. Основой этих материалов служат полиамидные, капролактамовые и гексаэтиленовые нити. Опыты показали, что наилучшими свойствами с точки зрения возможности применения в контактных машинах обладает нейлон.

Уровни факторов и интервалы их варьирования
The levels of factors and their varied intervals

Наименование	Фактор		Интервал варьирования	Уровень варьирования фактора		
	натуральное	нормализованное		- 1	0	+ 1
Ускорение, м/с ²	<i>a</i>	<i>x</i> ₁	87	20	107	194
Продолжительность вращения, с	<i>t</i>	<i>x</i> ₂	60	30	90	150
Объемная влажность, %	<i>W</i>	<i>x</i> ₃	20	30	50	70
Толщина материала, мм	<i>δ</i>	<i>x</i> ₄	4	4	8	12

Влияние поверхностного натяжения и вязкости рабочего раствора гербицидов на его способность удерживаться в покрытии вращающегося валика и на равномерность обработки нежелательной древесной растительности изучено в работе [3].

В нашей стране исследованиями материала покрытий занимались в ВИЗРе [14] и в НПО ВИСХОМ [13].

В приведенных работах свойства материалов покрытия контактора изучены разрозненно и неполно.

Для определения потерь жидкости при работе машины с рабочим органом в виде вращающегося барабана нами были проведены лабораторные исследования [15–17]. На основании изучения литературных источников при исследовании материала были выбраны три вида отечественных материалов покрытия барабана: войлок тонкошерстный для фильтров, ткань техническая капроновая и пенополиуретан листовой гладкий. Все эти материалы обладают высоким водопоглощением. Полное водопоглощение их находится в пределах от 87 до 95 %. Образцы материала имели размеры 20×50 мм. Учитывая существующие конструкции машин [1–7], толщина образцов материала равнялась 4; 8 и 12 мм.

При этом был проведен четырехфакторный эксперимент по В-плану, целью которого было получение экспериментальной зависимости количества потерянного из единицы площади материала покрытия препарата от варьируемых факторов в виде множителя второго порядка [18]. Варьируемыми факторами были вырывающее ускорение *a*, продолжительность действия сил инерции *t*, начальная влажность материала *W* и толщина

покрытия *δ*. Уровни факторов и интервалы их варьирования приведены в табл. 1.

Факторы *x*₁–*x*₄ изменялись на трех уровнях, причем, уровни факторов были выбраны так, чтобы факторы имели реальную область определения.

В качестве жидкости использовалась вода, так как применяемые на практике водные растворы гербицида с концентрацией 1–10 % имеют близкие к ней свойства [19]. Кроме этого, вода обладает меньшими значениями вязкости и коэффициента поверхностного натяжения по сравнению с рабочими растворами гербицида, что обеспечивает при проведении исследований заведомо завышенные потери жидкости, т. е. повышает экологическую безопасность работы машины. Опыты выполнялись на экспериментальной установке на базе токарного станка ВК-4 (рис. 1).

Так как вырывающие силы, действующие на частицу препарата, находящуюся в материале покрытия, определяют ускорением, то они имитировались нормальным ускорением, возникающим при вращении шпинделя станка

$$a_n = \omega^2 R. \quad (1)$$

К нему добавлялось ускорение свободного падения *g*. Тогда суммарное ускорение равно

$$a = a_n + g. \quad (2)$$

Исходя из реальных условий эксплуатации полное ускорение изменялось от 20 до 194 м/с² [20, 21]. Полное ускорение устанавливалось за счет подбора соответствующих частоты вращения шпинделя и радиуса вращения образца. Влажность определялась весовым способом с точностью до 0,001 г. Для предотвращения потерь жидкости при взве-

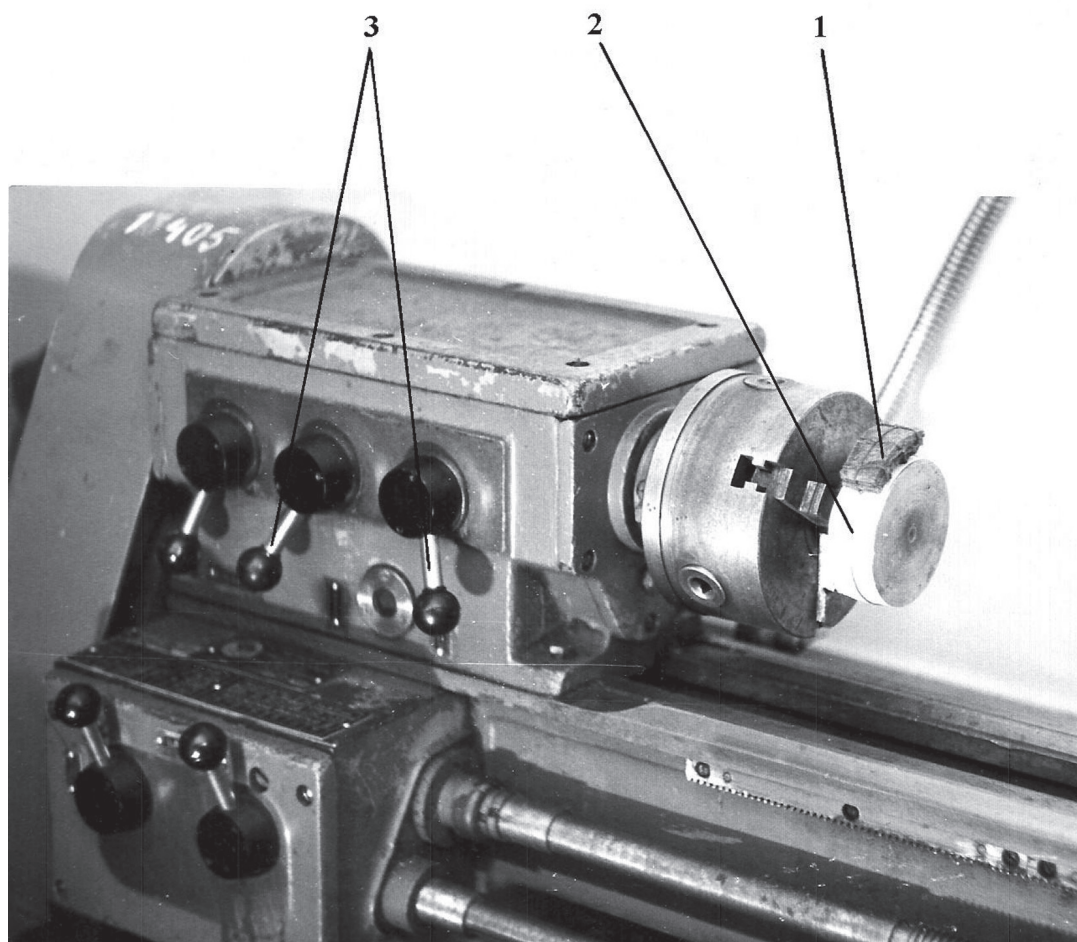


Рис. 1. Экспериментальная установка для исследования пористости материала покрытия контактора и потерь жидкости из него: 1 – образец материала, 2 – сменный диск, 3 – рукоятки установки частоты вращения шпинделя

Fig. 1. The experimental mechanism to study the porosity of the covering material of the contactor and the loss of liquid leakage: 1 – the material sample, 2 – replasment disk, 3 – a handle of setting up of a spindle

шивании за счет смачиваемости влажные образцы устанавливались на специальные подставки, покрытые парафином. Этот же прием применялся и при исследовании образцов на экспериментальной установке [14]. Влажность рассчитывалась по формуле

$$\frac{W}{100} = \frac{m_b - m_m \cdot \rho_m}{m_m \cdot \rho_j}, \quad (3)$$

где m_m и m_b – соответственно масса сухого и смоченного образцов материала, г;

ρ_m и ρ_j – соответственно плотность сухого материала и жидкости, г/см³.

Верхний предел влажности равнялся 70 % [16].

Продолжительность вращения устанавливалась от момента поступления частицы жидкости на поверхность барабана до начала

контакта этого участка покрытия с сорной растительностью. Учитывая наличие на вырубке минерализованных участков, время на развороты и отсутствие в этот промежуток времени контакта барабана с растительностью, верхний уровень длительности воздействия вырывающих сил на частицу препарата был принят равным 150 с.

Значения отклика (потери жидкости с единицы площади) определялось по формуле

$$\Delta V_{sj} = \frac{m_{nj} - m_{kj}}{\rho_j \cdot S}, \quad (4)$$

где m_{nj} – начальная масса смоченного образца, г;

m_{kj} – конечная масса смоченного образца, г;

S – площадь образца, см², $S = 10$ см².

Значения коэффициентов регрессии в нормализованных обозначениях факторов
The values of regression coefficients in normalized notation factors

Обозначение коэффициента	Вид материала		
	войлок	ткань	пенополиуретан
b_0	2,2977	2,9716	3,4494
b_1	0,7147	0,3846	0,5460
b_2	0,2014	0,1444	0,0794
b_3	0,2330	0,5552	0,4926
b_4	0,2354	0,2532	0,2553
b_{11}	-0,0925	-0,2699	-0,5089
b_{22}	-0,1517	-0,0816	-0,0195
b_{33}	0,2038	-0,1887	-0,0465
b_{44}	0,0061	-0,0186	-0,0603
b_{12}	-0,0374	-0,0186	-0,0440
b_{13}	0,1979	0,1503	-0,2256
b_{14}	0,1051	0,0426	0,0097
b_{23}	-0,0055	-0,0795	-0,0427
b_{24}	0,0014	-0,0093	0,0172
b_{34}	0,0258	0,0809	0,0812

Полученные значения ΔV_{Sj} для более удобного пользования на практике переводились в мл/м².

Начальная масса смоченного образца определялась исходя из заданной влажности и толщины образца по формуле

$$m_n = m_m + \delta \cdot S \cdot \rho_{ж} \cdot \frac{W}{100}, \quad (5)$$

где m_n – начальная масса образца, г.

Минимальное число опытов n_{min} при относительной допускаемой ошибке $\varepsilon = 1\%$, уровне значимости $q = 0,05$, числе степеней свободы $f = 49$ и критерии Стьюдента $t = 2,01$ равно 7. С учетом отбрасывания грубых наблюдений отклика опыты проводились в 9-кратной повторности.

Для повышения точности модели в центре плана проведено четыре опыта.

Для получения адекватных уравнений регрессии значения отклика преобразованы по формуле $y' = \lg y$.

Нормализованные обозначения факторов связаны с натуральными по формулам

$$x_1 = \frac{a-107}{87}, \quad x_2 = \frac{t-90}{60}, \quad x_3 = \frac{W-50}{20}, \quad x_4 = \frac{\delta-8}{4}.$$

Вначале проверена и принята гипотеза о нормальности распределения отклика [18]. Значения коэффициентов регрессии в норма-

лизованных обозначениях факторов приведены в табл. 2.

Уравнения регрессии в натуральных обозначениях факторов для этих видов материала с учетом отброшенных коэффициентов выглядят следующим образом:

для войлока

$$y' = 1,79150 + 0,00337 X_1 + 0,01189 X_2 - 0,05364 X_3 + 0,00374 X_4 - 0,00001 X_1^2 - 0,00004 X_2^2 + 0,00051 X_3^2 - 0,00001 X_1 X_2 + 0,00011 X_1 X_3 + 0,00030 X_1 X_4 - 0,00032 X_3 X_4, \quad (6)$$

для ткани

$$y' = -0,84735 + 0,00708 X_1 + 0,01049 X_2 + 0,06357 X_3 + 0,02168 X_4 - 0,00004 X_1^2 - 0,00002 X_2^2 + 0,00047 X_3^2 - 0,00001 X_1 X_2 + 0,00009 X_1 X_3 + 0,00012 X_1 X_4 - 0,00007 X_2 X_3 - 0,00101 X_3 X_4, \quad (7)$$

для пенополиуретана

$$y' = -0,88173 + 0,02768 X_1 + 0,00440 X_2 + 0,04521 X_3 + 0,06387 X_4 - 0,00007 X_1^2 - 0,00012 X_3^2 - 0,00377 X_4^2 - 0,00001 X_1 X_2 - 0,00013 X_1 X_3 - 0,00004 X_2 X_3 + 0,00007 X_2 X_4 - 0,00102 X_3 X_4, \quad (8)$$

Часть графических зависимостей отклика от факторов приведена на рис.2 и 3.

При уровне значимости $q = 0,05$ все регрессионные модели адекватны. Для всех моделей $F_{н} > 5$, поэтому они имеют высокую эффективность.

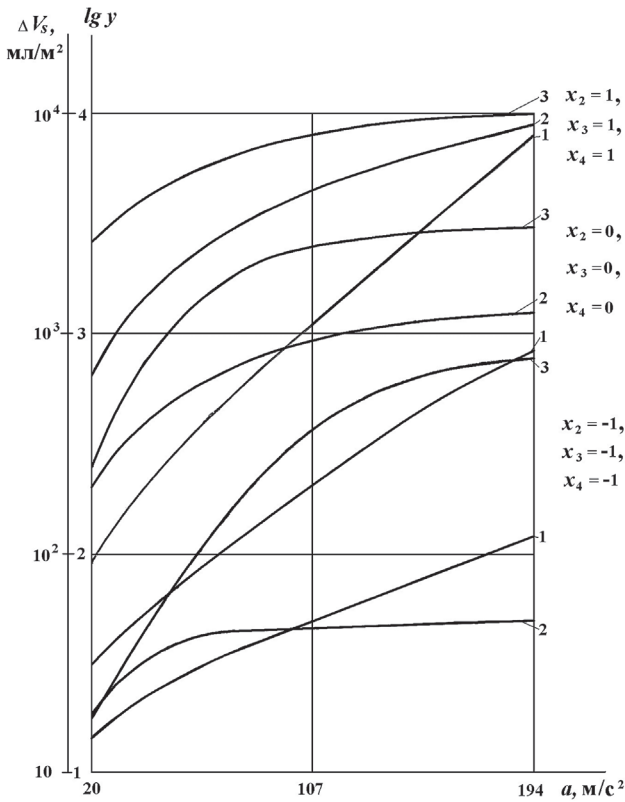


Рис. 2. Зависимость потерь препарата от ускорения: 1 – войлок; 2 – ткань капроновая, 3 – пенополиуретан

Fig. 2. The dependence of preparation loss from speeding: 1 – felt; 2 – nylon fabric; 3 – polyurethane foam

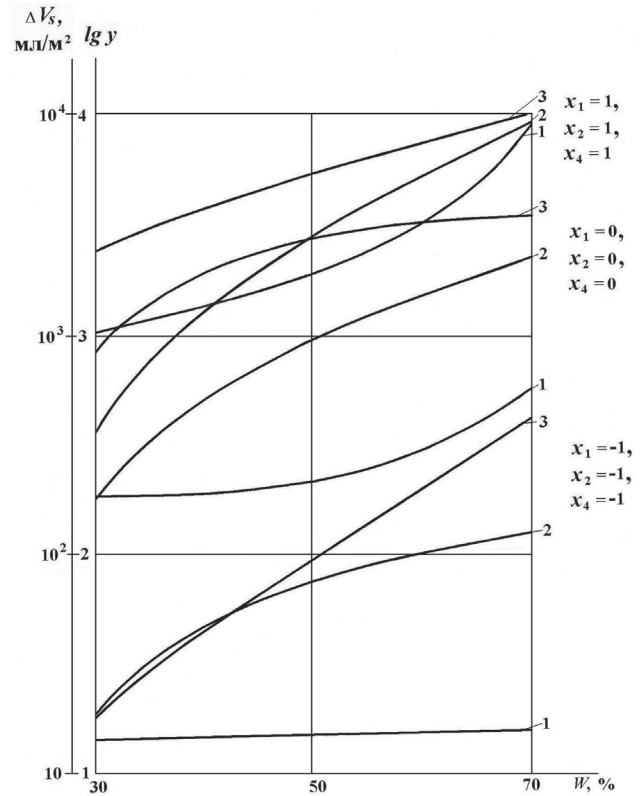


Рис. 3. Зависимость потерь препарата от начальной влажности материала: 1 – войлок; 2 – ткань капроновая, 3 – пенополиуретан

Fig. 3. The dependence of preparation loss from initial moisture 1 – felt; 2 – nylon fabric; 3 – polyurethane foam

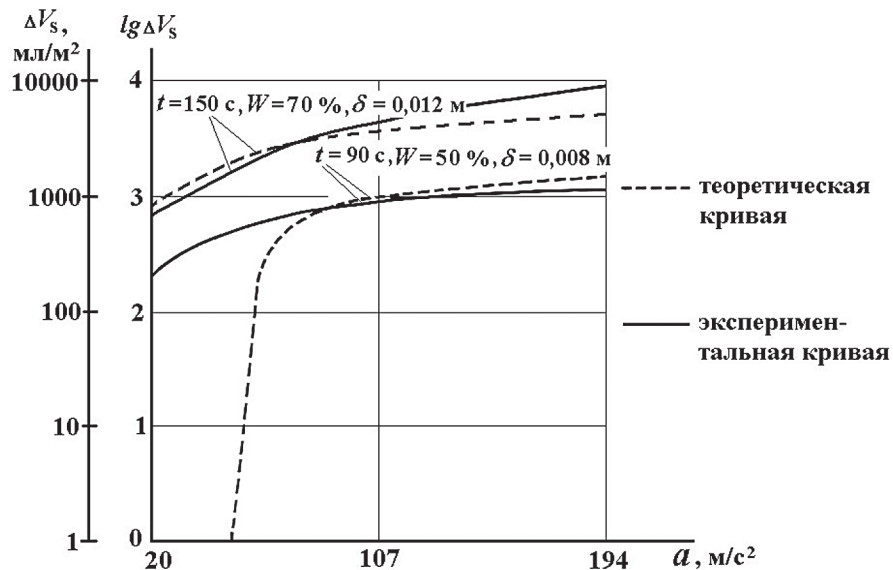


Рис. 4. Теоретические и экспериментальные результаты определения потерь препарата (для ткани капроновой)

Fig. 4. Theoretical and experimental results of defining preparation loss (for nylon fabric)

Результаты опытов показывают, что с увеличением значений всех факторов потери жидкости растут; особенно сильное влияние в принятом диапазоне варьирования на потери оказывает ускорение. На нижнем уровне варьирования факторов меньшие потери имеет войлок (14,7 мл/м²), на верхнем – ткань (7673,6 мл/м²). Худшие показатели практически на всех уровнях (кроме 1, 3, 9 и 11 опытов) имеет пенополиуретан.

Сравнение теоретических и экспериментальных зависимостей потерь жидкости для ткани технической капроновой (рис. 4) показывает, что на верхнем уровне варьирования факторов расхождение составляет около 6 % [15, 16]. При более низких значениях факторов теоретическая кривая до некоторого порогового значения a совпадает с осью абсцисс, т. е. потерь здесь не происходит, и только при дальнейшем увеличении ускорения кривые сближаются. Расчеты показывают, что при достаточно небольших значениях факторов ($t = 30$ с, $W = 30$ %, $\delta = 0,004$ м) теоретическая кривая совпадает с осью абсцисс на всем ее протяжении (0–194 м/с²) и лишь при дальнейшем увеличении a , что выходит за пределы наших исследований, теоретическая кривая начинает приближаться к экспериментальной.

Такое расхождение при небольших значениях a , t , W и δ , по-видимому, можно объяснить излишней схематизацией строения материала покрытия.

Необходимо отметить, что экспериментальные исследования подтверждают теоретические положения о характере и степени влияния на потери препарата указанных факторов.

Библиографический список

1. Котов, А.А. Совершенствование технологий и создание средств механизации для химического ухода в лесных питомниках и культурах: монография / А.А. Котов. – М.: МГУЛ, 2008. – 314 с.
2. Biniak, V.M. Reducing velvetleaf and giant foxtail seed production with simulated-roller herbicide application / V.M. Biniak, R.J. Aldrich. – *Weed Science*. – 1986. – V. 34. – N2. – P. 256–259.
3. Gaultney, L.D. Fluid retention on a herbicide roller-wiper due to liquid surface tension and viscosity // *Trans. ASAE*. St. Joseph, Mich. – 1988. – Vol. 31. – N 3. – P. 648–651.
4. Keeley, P.E. e. a. Comparison of rope wick applicators for control of Johnson grass with glyphosate // *Weed Sc.*, 1984. – Vol. 32. – N 4. – P. 431–435.
5. Lane, P.B. Direct herbicide application by Weed wiper. *Aspects of Appl. Biology*, 1984. – V. 5. – P. 361–367.
6. McWorter, C.G. Methods of application of glyphosate. In: *The Herbicide Glyphosate* / Ed. by E. Gross band, D. Atkinson / C.G. McWorter, C.W. Derting. – London: Butterworth's, 1985. – P. 241–259.
7. Messersmith, C.G. Roller application of picloram for leafy spurge control in pastures / C.G. Messersmith, R.G. Lym // *Weed Sc.*, 1985. – V. 33. – N 2. – P. 258–262.
8. Moomaw, P.S. A flexible rope wick applicator for use on even terrain / P.S. Moomaw, A.R. Martin // *Weed Sc.*, 1985. – V. 33. – N5. – P. 724–726.
9. Rewelle, W.F. The development and manufacture of wick rope for herbicide application. – *Proc. / S. Weed Sc. Soc Champaign*, 111, 1982. – V. 35. – P. 399–408.
10. Waddington, J. Control of brush regrowth in northeastern Saskatchewan by several concentrations of herbicides applied with a roller / J. Waddington, S. Bittmans, // *Canad. J. Plant Sc.*, 1987. – V. 67. – N 2. – P. 467–475.
11. Welker, W.V. jr. A rotary herbicide wiper for post emergence weed control in perennial horticultural crops / W.V. jr. Welker, D.L. Peterson // *Weed Technol.*, 1987. – V. 1. – N 4. – P. 319–322.
12. Львов, С.И. Контактный способ нанесения гербицидов и арборицидов / С.И. Львов, Ю.П. Путятин, М.В. Шашова // *Лесное хозяйство*. – 1990. – № 12. – С. 43–45.
13. Ченцов, В.В. Новые перспективные способы и средства механизации защиты растений: обзорная информация / В.В. Ченцов, Т.Ф. Аленичкова, Т.И. Кузькина. – Вып. 6. – М.: ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, 1988. – 53 с.
14. Шершабов, И.В. Контактное устройство для применения гербицидов / И.В. Шершабов // *Защита растений*. – 1990. – № 3. – С. 36–37.
15. Котов, А.А. Исследование экологической безопасности машины для химухода за лесными культурами контактным способом // *Результаты фундаментальных исследований по приоритетным научным направлениям лесного комплекса страны: сб. науч. трудов* – Вып. 254. – М.: МГУЛ, 1993. – С. 38–42.
16. Котов, А.А. Обоснование технологической схемы машины для ухода за лесными культурами контактным способом / А.А. Котов // *Вестник МГУЛ – Лесной вестник*. – 2008. – № 4. – С. 35–37.
17. Котов, А.А. Эффективность контактного способа внесения арборицидов при уходе за культурами / А.А. Котов // *Лесное хозяйство*. – 1993. – № 5. – С. 48–49.
18. Пижурин, А.А. Исследования процессов деревообработки / А.А. Пижурин, М.С. Розенблит. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 232 с.
19. Бэтчелер, Дж. Введение в динамику жидкости: Пер. с англ.. – М.: Мир, 1973. – 760 с.
20. Нартов, П.С. Повышение надежности и долговечности лесохозяйственных машин. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1974. – 37 с.
21. Пановко, Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. – Л.: Машиностроение, 1976. – 320 с.

THE LABORATORY RESEARCH RESULTS OF LIQUID LOSSES FROM A COATING MATERIAL OF A MACHINE WORKING BODY FOR THE CONTACT APPLICATION OF PLANTICIDES

Kotov A.A., Prof. MSFU, Dr. Sci. (Tech.)⁽¹⁾

kotov@mgul.ac.ru

⁽¹⁾Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytischki, Moskow reg., Russia

The analysis of the works on the substantiation of the coating material of the working body in the form of a rotating drum (roller) of the machines for chemical care on forest plantations by the contact method. The technique of carrying out the laboratory studies of drug loss from the coating material has been developed and described. For the experiment three types of Russian materials of coating drum were chosen: felt fine wool, technical nylon fabric and smooth polyurethane foam sheet. For these kinds of material a four-factor experiment according to the B-plan was conducted. Its purpose was to obtain the relation between the numbers of losses of fluid from the unit area of the coating material in the form of a polynomial of the second order. Variable factors included acceleration, duration of action of inertia forces, the initial moisture content of the material and the thickness of the coating. The results of the experiments showed that an especially strong impact on losses in the accepted range is provided by acceleration. On the lower level of variation factors felt had the smallest losses, and fabric had the biggest. The worst performance on almost all levels (except 1, 3, 9 and 11 of the experiments) was made by polyurethane foam. The experimental confirmation of the theoretical findings in graphical form is submitted. Experimental studies confirm the theoretical points on the nature and extent of the impact these factors on the loss of the drug. The research results allow to choose the optimal parameters and modes of operation of the machine.

Keywords: ecology, contact application of pesticides, rotated drum, laboratory research, centrifugal force, volumetric moisture, loss drug.

References

1. Kotov A.A. *Sovershenstvovanie tekhnologii i sozдание sredstv mekhanizatsii dlya khimicheskogo ukhoda v lesnykh pitomnikakh i kul'turakh* [Perfection of technologies and creation of means of mechanization for chemical care in forest farm and cultures]. Moscow, MGUL, 2008. 314 p.
2. Biniak B.M., Aldrich R.J. Reducing velvetleaf and giant foxtail seed production with simulated-roller herbicide application. *Weed Science*, 1986, vol. 34, no. 2, pp. 256–259.
3. Gaultney L.D. Fluid retention on a herbicide roller-wiper due to liquid surface tension and viscosity. *Trans. ASAE*. St. Joseph, Mich, 1988, vol. 31, no. 3, pp. 648–651.
4. Keeley P.E. e. a. Comparison of rope wick applicators for control of Johnson grass with glyphosate. *Weed Sc.*, 1984, vol. 32, no. 4, pp. 431–435.
5. Lane P.B. Direct herbicide application by Weed wiper. *Aspects of Appl. Biology*, 1984, vol. 5, pp. 361–367.
6. McWorter C.G., Derting C.W. Methods of application of glyphosate. In: *The Herbicide Glyphosate*. Ed. by E. Gross band, D. Atkinson. London, Butterworth's, 1985, pp. 241–259.
7. Messersmith C.G., Lym R.G. Roller application of picloram for leafy spurge control in pastures. *Weed Sc.*, 1985, vol. 33, no. 2, pp. 258–262.
8. Moomaw P.S., Martin A.R. A flexible rope wick applicator for use on even terrain. *Weed Sc.*, 1985, vol. 33, no. 5, pp. 724–726.
9. Rewelle W.F. The development and manufacture of wick rope for herbicide application. *Proc. S. Weed Sc. Soc Champaign*, 111, 1982, vol. 35, pp. 399–408.
10. Waddington J., Bittmans S. Control of brush regrowth in northeastern Saskatchewan by several concentrations of herbicides applied with a roller. *Canad. J. Plant Sc.*, 1987, vol. 67, no. 2, pp. 467–475.
11. Welker W.V. jr., Peterson D.L. A rotary herbicide wiper for post emergence weed control in perennial horticultural crps. *Weed Technol.*, 1987, vol. 1, no. 4, pp. 319–322.
12. L'vov S.I., Putyatin Yu.P., Shashova M.V. Kontaktnyy sposob naneseniya gerbitsidov i arboritsidov [Contact method of applying herbicides and arboricides]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 1990, no. 12, pp. 43–45.
13. Chentsov V.V., Alenchikova T.F., Kuz'kina T.I. *Novye perspektivnye sposoby i sredstva mekhanizatsii zashchity rasteniy* [Promising new ways and means of mechanization of plant protection: overview]. Moscow, *TsNIITEItraktorosel'khozmas*, 1988, vol. 6, 53 p.
14. Shershabov I.V. *Kontaktnoe ustroystvo dlya primeneniya gerbitsidov* [The contact device for the application of herbicides]. *Zashchita rasteniy* [Plant protection], 1990, no. 3, pp. 36–37.
15. Kotov A.A. *Issledovanie ekologicheskoy bezopasnosti mashiny dlya khimukhoda za lesnymi kul'turami kontaktnym sposobom* [The study of ecological safety of machines for chemical care for forest plantations, contact] *Rezul'taty fundamental'nykh issledovaniy po prioritetyam nauchnym napravleniyam lesnogo kompleksa strany* [The results of fundamental research in the priority research areas of the forest complex of the country: Collected papers], Moscow: MGUL, 1993, vol. 254, pp. 38–42.
16. Kotov A.A. *Obosnovanie tekhnologicheskoy skhemy mashiny dlya ukhoda za lesnymi kul'turami kontaktnym sposobom* [Substantiation of technological scheme of machine for chemical treatment the forest cultures in the contact method]. Moscow state forest university bulletin – *Lesnoy vestnik*, 2008, no. 4, pp. 35–37.
17. Kotov A.A. *Effektivnost' kontaktnogo sposoba vneseniya arboritsidov pri ukhode za kul'turami* [The efficiency of the contact way of making arboricides care cultures]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 1993, no. 5, pp. 48–49.
18. Pizhurin A.A., Rozenblit M.S. *Issledovaniya protsessov derevoobrabotki* [Researches of processes of woodworking]. Moscow, Forestry, 1984, 232 p.
19. Batchelor J. *Introduction to fluid dynamics*. Moscow, Mir Publ., 1973, 760 p..
20. Nartov P.S. *Povyshenie nadezhnosti i dolgovechnosti lesokhozyaystvennykh mashin* [Improving the reliability and durability of forestry machines]. Moscow, TsBNTI Gosleskhoza SSSR, 1974, 37 p.
21. Panovko Ya.G. *Osnovy prikladnoy teorii kolebaniy i udara* [Fundamentals of applied theory of vibrations and shock]. Leningrad: Mashinostroenie, 1976, 320 p.

ВОЗМОЖНОСТИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

А.Н. МАКСИМОВА, *асп. МГУЛ*⁽¹⁾,
О.В. МАРТЫНЕНКО, *доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук*⁽¹⁾,
В.Н. КАРМИНОВ, *доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук*⁽¹⁾,
П.В. ОНТИКОВ, *ст. преподаватель МГУЛ*⁽¹⁾,
Н.М. МИНАКОВ, *магистрант МГУЛ*⁽¹⁾

maximova@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ

В настоящее время для восполнения основных целей развития и ведения лесного хозяйства популярным и важным направлением стало использование ГИС-технологий, а точнее – создание и применения лесных карт. ГИС-технологии богаты способами и вариантами преобразования различной информации в требуемый вид. Конечным продуктом работы с ГИС-программами является представление данных в виде карты. Карта – это информативный способ хранения и обработки данных. В лесном хозяйстве применение ГИС-технологий во многом упростило и улучшило работу с большим объемом материалов и увеличило качество обработки информации. В области почвоведения возможности ГИС значительно ускорили почвенные исследования. Информационные технологии позволяют собрать воедино ранее полученные данные и имеют возможность дополнять и уточнять их без особых трудностей и затрат. В качестве ГИС-пакета в работах кафедры почвоведения МГУЛ применяется бесплатная система QGIS (Quantum GIS). Программа преобразовывает обширные массивы собранных данных в цифровые карты с таксационной и почвенной информацией. Визуализированный материал с максимальной точностью оцифровывается в системе QGIS и отображается в виде карты с географической привязкой, а также возможностью редактирования с помощью широкого выбора инструментариев. В среде ГИС легко выполняется построение планов перспективных насаждений. В современном мире применение ГИС-технологий при изучении почв играет огромную роль при сборе, анализе, моделировании и наглядном представлении данных. Развитие и модернизация ГИС-технологий и внедрение их в структуры лесохозяйственных организаций стало перспективным и важным направлением для оптимизации условий рационального ведения лесного хозяйства.

Ключевые слова: лесное хозяйство, почвоведение, почва, ГИС-технологии, база данных, карты, почвенное картографирование, бонитировка почв, информационные технологии.

Главной целью лесного хозяйства является сохранение, рациональное использование, разведение и возобновление лесов; основными задачами – использование лесов с достаточным восполнением потребностей страны в запасах древесины и других продуктах леса, усиление защитных свойств лесов, повышение их продуктивности, охрана от пожаров, защита от болезней и насекомых-вредителей, воспроизводство и умножение лесных богатств.

Органы управления лесным хозяйством уже долгое время используют лесные тематические карты. Они, прежде всего, являются основными заказчиками и пользователями лесных географических информационных систем (ГИС). В нашей стране развитие ГИС-технологий в лесном хозяйстве началось в 1993 г., когда А.Д. Китов и В.С. Михеев одними из первых осуществили систематизацию программных средств ГИС и направлений их развития. Методики повыше-

ния эффективности и качества работы лесного комплекса были предложены В.В. Корякиным [1]. Главной задачей использования ГИС в лесном хозяйстве, по его мнению, является создание и эффективное использование цифровых лесных карт. Карта, оформленная в цифровом варианте, представляет ценность и важность, так как может быть использована любыми заинтересованными ведомствами. С 1993 по 1997 г. были выполнены масштабные работы по созданию геоинформационных систем для решения задач лесхозов. Однако данные работы зачастую выполнялись бессистемно и на основе разных ГИС-пакетов, и хотя они выполняли сходные функции, но обладали различными интерфейсами и инструментами. Для организации учета и управления лесными ресурсами требовалась единая геоинформационная система, поэтому в 1996 г. была разработана лесоустроительная ГИС (ЛУГИС), комплекс совмещенных тема-

тических (подсистема ПЕТЛЕСПРО) и картографических баз данных (WINGIS). А 9 июня 1998 г. Приказом № 92, Федеральная служба лесного хозяйства России приняла в эксплуатацию автоматизированную лесостроительную геоинформационную систему. Помимо получивших массовое применение ГИС-технологий, появились GPS-технологии и автоматизированные системы обработки данных дистанционного зондирования Земли [2, 3].

ГИС-технологии повышают требования к созданию планово-картографического материала. В результате возникает необходимость в получении конкретной и точной актуализированной информации о пространственном размещении природных объектов.

В настоящее время ГИС-технологии активно применяются в процессе создания лесных карт. Используя для этого цифровые методы обработки данных и ГИС-технологий, лесостроительные организации стали на сегодняшний день основными производителями первичных данных о лесном фонде.

ГИС-технологии могут выполнять различные команды с данными (ввод, манипулирование, управление, запрос, анализ, визуализация).

Данные и материалы для использования их в геоинформационных системах должны быть преобразованы в требуемый цифровой формат. Процесс перевода данных с бумажных карт в компьютерные файлы называется оцифровкой. Ввод данных можно осуществлять с помощью дигитайзера. Некоторые ГИС имеют встроенные векторизаторы, автоматизирующие процесс оцифровки растровых изображений. Большинство данных уже переведены в форматы для ГИС-пакетов. Часто имеющиеся данные необходимо дополнительно видоизменять в соответствии с заданными требованиями системы. Для совместной обработки и визуализации все данные удобнее представлять в одной картографической проекции. ГИС-технологии предоставляют различные варианты управления данными и выбора материалов, требуемых для выполнения конкретной задачи [4].

В небольших проектах информация может храниться в виде обычных файлов. Но

при увеличении объема информации и росте объема числа пользователей для хранения, систематизации и управления данными удобнее применять системы управления базами данных (СУБД), специальные компьютерные модели для работы с интегрированными наборами информации. В ГИС наиболее удобно применять реляционную структуру, при которой данные хранятся в форме таблицы, а для соединения таблиц используются общие поля [5].

С помощью ГИС-технологий можно решать задачи предоставления разнообразной информации по запросам органов планирования, осуществлять разрешение территориальных конфликтов, отбирать оптимальные позиции для расположения объектов и другие задачи. Требуемая для принятия решений информация может быть найдена в картографическом варианте с дополнительными текстовыми пояснениями, графиками и диаграммами. Легкодоступная для восприятия и обобщения информация позволяет сосредоточиться на поиске быстрого и правильного решения, а также сбора и анализа разнотипных материалов. Можно достаточно быстро рассмотреть несколько способов решения и выбрать наиболее эффективный и экономически целесообразный вариант. Процесс создания карт в ГИС более прост и гибок, чем в ранее принятых методах ручного или автоматического картографирования. В качестве источника получения исходных данных часто пользуются оцифровкой бумажных карт. Основанные на ГИС цифровые карты могут быть непрерывными (без деления на отдельные листы и регионы) и не связанными с конкретным масштабом или проекцией, с требуемой тематической нагрузкой, с выделением и отображением необходимых символов. Цифровая карта может совершенствоваться и пополняться новыми данными (например, из других электронных источников), а имеющаяся в ней информацию можно корректировать и отображать, если нужно, на экране. В крупных организациях имеющаяся топографическая база данных может применяться в качестве основы другими отделами и подразделениями, при этом возможно быстрое копирование [6].

В геоинформационных системах можно получать ответы как на простые команды (где

находится и кому принадлежит данный квартал, какое расстояние между объектами и т. д.), но и сложные запросы (какой тип почв на выбранном участке). Запросы можно осуществлять как с помощью мыши, так и посредством развитых аналитических средств. С помощью ГИС можно создавать и выполнять шаблоны для поиска, выполнять команды с поставленными заранее варьирующимися условиями. Современные ГИС-программы имеют множество мощных и функциональных инструментов для анализа, среди них наиболее значимы и популярны два: анализ близости и анализ наложения.

При осуществлении анализа близости объектов относительно друг друга в ГИС применяется процесс, называемый буферизацией. Процесс наложения заключается в интеграции данных, расположенных в разных тематических слоях. Это операция отображения, но в ряде аналитических операций данные из разных слоев объединяются физически. Наложение, или пространственное объединение, позволяет, например, интегрировать данные о почвах, уклоне, растительности, климате.

Для большинства вариантов пространственных операций конечным результатом является представление данных в виде карты или графика. Карта – это очень эффективный и информативный способ хранения, представления и передачи информации. ГИС-технологии предоставляют новые удивительные инструменты, расширяющие и развивающие науку и технические основы картографии. Благодаря этому визуализация самих карт может быть легко дополнена отчетной документацией, трехмерными мультимедийными изображениями, таблицами, графиками, диаграммами, фотографиями и другими возможностями [7].

Многие организации, применяющие ГИС, обнаружили, что они позволили улучшить и модернизировать управление организацией и ее ресурсами на основе географического объединения имеющихся данных и возможности их совместного использования. Возможность массового применения и постоянного увеличения и совершенствования атрибутивно-пространственной, геопривязанной информации позволила повысить эффективность работы в целом.

ГИС-технологии подтверждают известное выражение о том, что лучшая информированность помогает принять лучшее решение. ГИС – это не только многофункциональный инструмент для выдачи решений, ГИС – это средство, помогающее упростить и значительно усовершенствовать эффективность и качество процедуры принятия решений. Она дает возможность ответить на запросы и представить выводы анализа в наглядном и удобном для восприятия виде [4].

Сфера почвоведения в нашей стране также начинает принимать инновационные ГИС-технологии в свой арсенал средств информационного обеспечения, так как результаты представленных исследований наглядно демонстрируют потенциал и возможности ускорения почвенных исследований и снижения их материальных затрат за счет применения современных инструментов обработки и анализа массивов данных [5, 8]. Реализация этого достаточно востребованного и перспективного в этой области проекта стала возможной благодаря постоянно развивающимся и совершенствующимся ГИС-технологиям.

Рациональное использование почв в лесном хозяйстве напрямую связано с вопросами бонитировки лесных почв и должно являться одним из элементов концепции постоянного, устойчивого и неистощительного пользования лесными ресурсами. Учет почвенных условий при планировании и проведении лесовосстановления и других лесохозяйственных мероприятий увеличит их экономическую эффективность и позволит создать высокопродуктивные насаждения, отвечающие имеющимся экологическим условиям. На современном этапе достижение указанных целей невозможно без использования ГИС.

Работы по оценке плодородия лесных почв, их бонитировке и рациональному использованию ведутся на кафедре почвоведения практически с момента ее основания в середине XX в. и неразрывно связаны с именами профессоров С.С. Соболева и В.Д. Зеликова [9, 10]. Более чем за полвека исследований накоплен колоссальный фактический материал, логично обобщенный в виде бонитировочной шкалы.



Рисунок. Положение точек почвенного обследования на космоснимке с нанесенными границами лесных выделов (Свердловское участковое лесничество Московского учебно-опытного лесхоза)
 Fig. The situation of the points of the soil survey space image with applied borders of forest stands (Sverdlovsk forestry of the Moscow training and experimental forestry)

Материалы почвенных обследований территории Московского учебно-опытного лесничества были оцифрованы в 1990-х гг. прошлого века, в то же время не прекращаются работы по дополнению и уточнению выполненных ранее исследований. И в этом на помощь приходят информационные технологии.

Оценка плодородия и мониторинг состояния лесных почв уже с этапа полевых исследований могут быть эффективно автоматизированы с помощью ГИС. Привязка точек опробования с помощью GPS и их автоматическое внесение в базу данных ГИС позволяет с высокой точностью получить на картографических материалах их плановое местоположение и оценить его относительно границ выделов и квартальной сети (рисунок).

Использование специально разработанного кафедрой почвоведения МГУЛ кодификатора наиболее распространенных почвенных разностей позволяет непосредственно в полевых условиях фиксировать полное название почвы (генетическая часть, гранулометрический состав верхнего минерального горизонта и название материнской породы). В то же время, полный отказ от рукописного заполнения традиционных почвенных журналов представляется пока преждевременным. Во всяком случае,

до момента широкого распространения доступных пылевлагозащитных моделей портативных компьютеров. Соответственно рукописное оформление первичной полевой информации требует занесения ее в специальную базу данных с помощью соответствующих СУБД. Для этой цели традиционно используются программы Access и Excel из пакета MS Office.

В качестве ГИС-пакета была выбрана система QGIS, полное название Quantum GIS. Целью создания QGIS было сделать использование геоинформационных систем легким и понятным для неопытного пользователя. QGIS – это бесплатная кроссплатформенная программа, которая в некоторых аспектах даже превосходит широко распространенные платные аналоги. На сегодняшний день актуальная версия программы имеет номер 2.8. QGIS позволяет визуализировать (представить в виде цифровой карты) большие объемы статистической информации, имеющей географическую привязку. В среде создаются и редактируются карты всех масштабов: от планов земельных участков до карты мира. Также в QGIS встроен широкий инструментальный анализ пространственной информации.

Для векторной картографической информации в QGIS используется специальный

«шейп-файл». Шейп-файл (англ. Shapefile) – популярный векторный формат географических файлов. Разрабатывается и поддерживается компанией ESRI с целью интероперабельности между продуктами ESRI и другими программами. Формат шейп-файла позволяет хранить следующие различные типы геометрических объектов.

Отдельный файл может хранить объекты только одного типа. Каждая запись в шейп-файле также может иметь несколько атрибутов для описания своей геометрии, например, название, температура, глубина.

Шейп-файл – это простой, не топологический формат для хранения геометрического местоположения и атрибутивной информации географических объектов. Географические объекты могут быть представлены точками, линиями или полигонами (площадями). Рабочая область, содержащая шейп-файлы, может также содержать таблицы dBASE, которые могут хранить дополнительные атрибуты, доступные для соединения с объектами шейп-файла.

Для получения актуальных космоснимков, имеющих геопривязку, мы использовали программу SAS.Planet. Это бесплатно распространяемая навигационная программа, объединяющая в себе возможность загрузки и просмотра карт и спутниковых фотографий земной поверхности большого количества картографических online-сервисов.

Имеющиеся архивные картографические материалы почвенного обследования представляли из себя квартальную сеть с нанесенными на нее номерами, обозначающими местоположение точки заложения почвенного разреза. Каждой такой точке соответствует определенное название почвы, гранулометрический состав и материнская порода. Эта информация также была отсканирована, оцифрована и окончательно систематизирована в виде таблицы с помощью программы Excel из пакета MS Office.

Указанные материалы были дополнены результатами исследований, выполненных в последние несколько лет. Эти материалы уже изначально готовились для их использования в электронном виде, а сами

исследования осуществлялись с помощью современных технологий (GPS привязка, использование космоснимков и пр.).

Информация о насаждениях была представлена в виде оцифрованного плана лесонасаждений в формате shape с совмещенным выделенным таксационным описанием в формате dbf.

Таким образом, в среде QGIS построены две привязанные и согласованные между собой тематические карты с таксационной и почвенной информацией. Руководствуясь имеющейся бонитировочной шкалой, в среде ГИС можно осуществить построение плана перспективных насаждений, у которых преобладающая порода будет иметь наивысшую производительность в данных почвенно-грунтовых условиях или, так называемых «лесов будущего».

Эффективность применения геоинформационных технологий как в теоретическом плане, так и в практических приложениях при изучении почв достаточно велика. Возможности применения ГИС для сбора, анализа, моделирования и наглядного представления данных в почвоведении далеко не исчерпываются уже ранее полученными данными.

Технологии ГИС довольно молоды, еще не сформировался широкий опыт их применения, но у них есть огромная перспектива использования для автоматизации внесения изменений в таксационные описания и оптимизации управления лесным фондом в целом. С позиции разработчиков данного программного обеспечения видится, что основным направлением их развития в ближайшем будущем будет улучшение интерфейса пользователя программ, повышение и оптимизация их надежности, качества и рост степени автоматизации [11–14].

Предложенный подход к созданию электронных систем картографических, атрибутивных почвенных и таксационных данных с целью рационального использования лесных почв может быть рекомендован для использования в практической деятельности лесохозяйственных организаций.

Библиографический список

1. Журкин, И.Г. Геоинформационные системы / И.Г. Журкин, С.В. Шайтура. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.

2. Никифоров, А.А. Анализ структуры, динамики и продуктивности лесного растительного покрова с применением ГИС-технологий, математического и 3D моделирования: дис. ... канд. с.-х. наук / А.А. Никифоров. – СПб., 2005. – 157 с.
3. Никифоров, А.А. Разработка информационной системы Лисинского УОЛХ с применением ГИС-технологий / А.А. Никифоров // Сборник докладов молодых ученых на ежегодной научной конференции Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 6. – СПб: СПбЛТА, 2002. – С. 54–59.
4. Трубина, Л.К. Геоинформационные системы: Методическое указание для студентов кафедры геоэкологии / Л.К. Трубина. – Новосибирск, 2002. – 29 с.
5. Коновалов, Н.В. Введение в ГИС / Н.В. Коновалов, Е.Г. Капралов. – М.: Комитет ГИС-образование, 1997. – 160 с.
6. Цветков, В.Я. Геоинформационные системы и технологии / В.Я. Цветков. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 288 с.
7. Геоинформационные технологии в лесной отрасли / МПР, Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов России», № 11-12, 2000. – 137 с.
8. Петров, А.П. и др. Экономика лесного хозяйства / А.П. Петров, А.А. Бельдиева и др. – М.: ВНИИЛМ, 2002. – 304 с.
9. Зеликов, В.Д. Почвы и бонитет насаждений / В.Д. Зеликов. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 120 с.
10. Соболев, С.С. Бонитировка почв на территории СССР / С.С. Соболев. – М., 1974 – 118 с.
11. Берлянт, А.М. Геоинформационное картографирование / А.М. Берлянт. – М.: 1997. – 64 с.
12. Вуколова, И.А. ГИС-технологии в лесном хозяйстве / И.А. Вуколова. – Пушкино: ГОУ ВИПКЛХ, 2008. – 79 с.
13. Старостенко, Д.А. Геоинформационные технологии в лесной отрасли. ГИС / Д.А. Старостенко // Ассоциация, Информационный бюллетень, № 2 (24), 2000. – 12 с.
14. MapBasic: Справочник. New York: MapInfo Corporation, 2004. – 663 с.

GIS TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE FOREST SOIL USE

Maximova A.N., pg. MSFU⁽¹⁾; **Martynenko O.V.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾; **Karminov V.N.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾; **Ontikov P.V.**, Senior Lecturer MSFU⁽¹⁾; **Minakov N.M.**, undergraduate MSFU⁽¹⁾

maximova@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytishi, Moscow reg., Russia

Recently GIS technology and, in particular, the creation and use of forest maps has become a popular and important area for the key development objectives and forest management. GIS technology allows a number of ways and options to convert various information to the required form. The final product of GIS programs is the presentation of data in form of a map. A map is an informative way of storing and processing data. In forestry the application of GIS technologies has greatly simplified and improved work with a large amount of materials and increased the quality of information processing. In the field of soil science, GIS capability greatly accelerated soil research. Information technologies allow us to piece together the previous data and have the opportunity to supplement and clarify them without much difficulty and cost. As the GIS package in the Department of Soil science, Moscow state forest University used a free system QGIS (Quantum GIS). The program converts vast amounts of collected data to digital maps with forest inventory and soil information. The material is visualized with utmost precision and is digitized in the QGIS system and displayed in map form with an ability to edit it with a wide array of tools. With the GIS environment the drawing of plans of prospective plantings is easily done. In today's world the use of GIS-technologies in studying soil plays a huge role in the collection, analysis, modeling, and visualizing data. Development and modernization of GIS technologies and their introduction into the structures of forest organizations has become a promising and important area for optimization of the conditions for rational forest management.

Keywords: forestry, soil science, soil, GIS technology, database, maps, soil mapping, soil evaluation, information technology.

References

1. Zhurkin, I.G., Shaytura S.V. *Geoinformatsionnye sistemy* [Geographic Information Systems]. Moscow: KUDITs-PRESS, 2009, 272 p.
2. Nikiforov A.A. *Analiz struktury, dinamiki i produktivnosti lesnogo rastitel'nogo pokrova s primeneniem GIS-tekhnologiy, matematicheskogo i 3D modelirovaniya* [Analysis of the structure, dynamics and productivity of forest vegetation using GIS technologies, mathematical modeling and 3D. Candidate of Agricultural sci. diss.]. St. Petersburg, 2005, 157 p.
3. Nikiforov A.A. *Razrabotka informatsionnoy sistemy Lisinskogo UOLKh s primeneniem GIS-tekhnologiy* [Development of information system Lisinski UOLH using GIS technologies]. Proceedings of the young scientists at the annual conference of the St. Petersburg Forestry Academy, no 6, St. Petersburg: SPBFTU, 2002, pp. 54-59.
4. Trubina L.K. *Geoinformatsionnye sistemy* [Geographic Information Systems]. Novosibirsk, 2002, 29 p.
5. Konovalov N.V., Kapralov E.G. *Vvedenie v GIS* [Introduction to GIS]. Moscow: Komitet GIS-obrazovanie, 1997, 160 p.
6. Tsvetkov V.Ya. *Geoinformatsionnye sistemy i tekhnologii* [Geographic Information Systems and Technologies]. Moscow: Finansy i statistika, 1998, 288 p.
7. *Geoinformatsionnye tekhnologii v lesnoy otrasli* [Geoinformation technologies in the forest sector]. MPR, Byulleten' «Ispol'zovanie i okhrana prirodnykh resursov Rossii», no 11-12, 2000, 137 p.
8. Petrov A.P., Bel'dieva A.A., Dikareva O.A., Klimontova L.Ya. *Ekonomika lesnogo khozyaystva* [Forestry Economics]. Moscow: VNIILM, 2002, 304 p.
9. Zelikov, V.D. *Pochvy i bonitet nasazhdeniy* [Soil and forest bonitet]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Timber industry], 1971, 120 p.
10. Sobolev S.S. *Bonitirovka pochv na territorii SSSR* [Valuation of soils in the USSR]. Moscow, 1974, 118 p.
11. Berlyant A.M. *Geoinformatsionnoe kartografirovaniye* [GIS mapping]. Moscow, 1997, 64 p.
12. Vukolova I.A. *GIS-tekhnologii v lesnom khozyaystve* [GIS technology in forestry]. Pushkino: GOU VIPKKh, 2008, 79 p.
13. Starostenko D.A. *Geoinformatsionnye tekhnologii v lesnoy otrasli. GIS* [Geoinformation technologies in the forest sector. GIS]. Assotsiatsiya, Informatsionnyy byulleten' [Association Newsletter], no. 2 (24), 2000, 12 p.
14. *MapBasic: Spravochnik* [MapBasic: Directory]. New York: MapInfo Corporation, 2004, 663 p.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

С.Б. ВАСИЛЬЕВ, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,
А.Р. РОДИН, проф. МГУЛ, д-р с.-х. наук⁽¹⁾

svasilyev@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ФБГОУ ВПО «Московский Государственный Университет Леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д.1, МГУЛ

Во всем мире для нормального функционирования и развития производства требуется огромный объем сырья, добываемого из недр земли разными способами. Самым болезненным для окружающей среды является открытый способ добычи, ведущий к нарушению экологии района раскопок и разрушению биогеоценозов поверхности. Целью многих работ, в том числе и нашей, является изучение возможности восстановления техногенно-нарушенных ландшафтов после столь варварского изъятия природных ресурсов. Одним из основных способов восстановления является биологическая рекультивация, которая состоит из нескольких этапов. Первый этап – создание экологически обоснованного пахотного слоя и нейтрализация в нем канцерогенных веществ. Второй этап – обогащение корнеобитаемого слоя микрофлорой для нормализации обменных процессов в системе «почва–растение». Третий этап – применение совокупности мелиорантов разного направления с учетом особенностей местного нарушенного грунта. Четвертый этап – посадка лесных культур для создания насаждений искусственного происхождения, устойчивых к агрессивной среде и выполняющих роль экологического буфера в районе проведенной ранее добычи. По всем этим этапам были предложены оптимальные и научно-обоснованные решения с использованием различных мелиорантов. К ним относятся глауконитовый песок (агромелиорант), улучшающий агрохимические и физические показатели пахотного горизонта, куда он был внесен. Некоторая древесно-кустарниковая растительность, например, ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench), облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides* L.) являются биомелиорантами. Эти растения повышают плодородие и оказывают влияние не только на почву, но и на основную породу непосредственно.

Ключевые слова: рекультивация, техногенные ландшафты, мелиоранты, микоризация, биопрепараты, глауконитовый песок, микрофитоценозы.

При добыче полезных ископаемых открытыми горными разработками и подземными способами происходит серьезное нарушение ландшафтов. В этом случае образуются техногенные ландшафты (нарушенные земли), утратившие первоначальную хозяйственную ценность и являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду. Сельскохозяйственные, лесные и другие ценные земли деградируют, окружающая среда загрязняется отходами процессов добычи и переработки полезных ископаемых, нарушаются сложившиеся биогеоценотические связи и экологические закономерности. Отрицательное влияние прежде всего проявляется при добыче полезных ископаемых открытым способом. Открытыми горными разработками в России нарушено около 200 тыс. га. Площадь этих земель постоянно увеличивается [1]. Нарушенные земли подлежат рекультивации, что позволяет осуществить целенаправленное преобразование техногенного ландшафта. Эта проблема

должна решаться в срок не более одного года после завершения работ по добыче полезных ископаемых. [2].

Техногенные ландшафты являются динамическими системами, находящимися в постоянном изменении под влиянием различных природных, антропогенных, абиотических и других факторов, что следует учитывать при рекультивации [3]. При проведении рекультивации должен применяться экологический подход, имеющий целью организацию и создание сбалансированных ландшафтов, наиболее полно отвечающих потребностям общества. Это предполагает проведение комплекса мероприятий, направленных на восстановление, целенаправленное преобразование, сохранение и повышение природоохранной, хозяйственной и эстетической ценности техногенных ландшафтов.

Восстановление и целенаправленное преобразование техногенных ландшафтов должно идти по пути экологической оптимизации и научно обоснованного обустройства

территории, путем создания взаимосвязанной системы биотопов искусственного и естественного происхождения. Пространственно организованная система искусственных и естественных участков способна поддерживать устойчивость экосистемы в течение длительного периода, сохранять и приумножать биоразнообразие, предотвращать дальнейшую деградацию ландшафта, образовавшегося на техногенной территории.

В поддержании экологической стабилизации техногенного ландшафта главная роль принадлежит древесной и травянистой растительности. Интенсивность влияния лесных и травяных фитоценозов на основные факторы экологической стабилизации преобразованных ландшафтов определяется не только их мелиорирующими свойствами, но и их фитомассой и фауной. Рекультивация нарушенных земель будет успешной только в том случае, если предварительно будет выполнено тщательное изучение лесопригодности образовавшихся грунтов. При этом сначала в плановых материалах, а затем в натуре должны быть выделены участки с различными лесорастительными условиями.

Одной из основных задач, решаемых при рекультивации земель, является создание экологически обоснованного пахотного горизонта. При наличии в исходных техногенных грунтах канцерогенных веществ необходимо провести их нейтрализацию. Одним из эффективных путей нейтрализации этих веществ является внесение цеолитов (сорбентов). Они обладают уникальными сорбционными качествами, ионнообменными и биологически активными свойствами. Цеолиты способствуют эвакуации тяжелых металлов и радионуклидов, повышают иммунологическую сопротивляемость и биологическую защиту растений, регулируют кислотность почвы.

Создаваемый при рекультивации техногенных земель пахотный горизонт должен иметь оптимальный для данной климатической зоны гранулометрический состав [4]. Важность этого мероприятия подтверждается профессором Г.Ф. Морозовым. Он говорил: «Что касается почвы, то большее внимание должно быть обращено на хорошие свойства ее, чем на состав,

который легче восполнить ... супеси и легкие суглинки – следует предпочитать другим, из которых песчаные опять-таки можно предпочесть глинистым» [5]. Такие почвы обеспечивают растениям оптимальный водный, воздушный, тепловой и питательный режимы, активизируется микробиологическая деятельность полезной почвенной микрофлоры.

В пахотном горизонте, образуемом на техногенных землях, отсутствует полезная почвенная микрофлора, которая характеризует биологические свойства почвы. Последние определяются интенсивностью и направленностью микробиологических и биохимических процессов, обусловленных жизнедеятельностью почвенного биоценоза. Основную часть его составляют микроорганизмы в виде бактерий, вирусов, водорослей, микроскопических грибов, простейших и т. п. – их следует рассматривать как важнейший элемент почвенной экологии. Благодаря этому в почве образуются питательные вещества, необходимые для растений, утилизируются многие токсичные соединения, образующиеся в процессе метаболизма или попадающие в почву извне.

Вырастить на бесплодных техногенных субстратах высокопроизводительные насаждения невозможно без активизации микробиологических и биохимических процессов. Для этого используются высокоэффективные биопрепараты на основе молочнокислых бактерий и полезных почвенных микроорганизмов (активатор почвенной микрофлоры, активатор фотосинтеза, азотовит, бактофосфин) [6]. Многолетние исследования кафедры искусственного лесовыращивания и механизации лесохозяйственных работ МГУЛ убедительно показали, что применение этих биопрепаратов повышает биологическую активность почвы, численность полезной почвенной микрофлоры в 2,5...3,8 раза, при одновременном сокращении фитопатогенов. Активизация почвенной микрофлоры способствует накоплению в почве биологического азота и растворимого фосфора, полностью усваиваемых растением, в результате чего обменные процессы в системе «почва–растение» значительно улучшаются.

Одним из приемов рекультивации техногенных ландшафтов является микоризация

создаваемого пахотного горизонта. Микориза способствует более полному использованию растениями питательных веществ почвы, интенсифицирует их биохимические реакции и физиологические процессы, повышает содержание сахаров и свободных аминокислот, улучшает рост и ускоряет развитие культивируемых растений. Благодаря огромной всасывающей поверхности почвенного мицелия гриба-симбионта и его выносливости к высокому осмотическому давлению микориза в условиях недостаточной влажности почв имеет большое значение. Растения, имеющие мицелий, лучше снабжаются водой и легче переносят недостаток влаги в почве. Древесные породы являются микотрофными, и без наличия на их корнях микоризы растут и развиваются плохо [7]. Одновременно с микоризацией создаваемого пахотного горизонта необходимо проводить этот прием и для корневых систем посадочного материала в лесных питомниках. При выращивании посадочного материала в условиях *in vitro* растения при пересадке в почву без микоризации приживаются плохо. После микоризации улучшается снабжение растений азотом, приживаемость при их пересадке на постоянное место жизни увеличивается в 1,5–2,0 раза, прирост надземной биомассы повышается [8].

Для рекультивации песчаных грунтов, состоящих из кварцевого песка, эффективным мелиорантом является глауконитовый песок, который обладает лучшими физическими и агрохимическими свойствами, чем кварцевый песок. Его внесение улучшает агрохимические свойства субстрата, в результате этого в образующем пахотном горизонте увеличивается содержание подвижных форм азота, фосфора и калия. Одновременно повышается приживаемость и рост различных культур: сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), ели европейской (*Picea abies L.*), лиственницы сибирской (*Larix sibirica L.*), березы карельской (*Betula pendula Roth var. carelica (Mercklin)*) [9].

На техногенных субстратах желательно выращивать искусственные биоценозы, образующие всю совокупность растительного и животного мира, свойственного образовавшимся типам условий местопроизрастания. При этом

следует применять наиболее благоприятное пространственное размещение выращиваемых растений с учетом энергии их роста и взаимовлияния. Главные породы размещаются на оптимальном удалении друг от друга с заполнением пространства между ними мелиорантами, которые одновременно являются подгоном для целевой породы. В качестве мелиорантов следует использовать древесные породы, кустарники, полукустарники и травы, улучшающие плодородие пахотного горизонта. Такими породами, например, являются: ольха черная (*Alnus glutinosa (L.) Gaertn.*), ольха серая (*Alnus incana (L.) Moench*), облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides L.*) Из кустарников можно использовать карагану древовидную (*Caragana arborescens Lam.*), иву черную (*Salix nigra Marshall*), иву серую (*Salix cinerea L.*), свидину белую (*Thelycrania alba L.*).

Рост главной породы в окружении мелиорантов происходит в благоприятных экологических условиях. Это обеспечивает формирование устойчивых микрофитоценозов, ядром которых является главная порода, которая будет устойчивой, долговечной и иметь усиленный рост.

Кустарники на техногенных субстратах не только повышают их плодородие, но и в результате хемотропизма изменяют направление проводящих корней. Наши исследования роста сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica Du Tour*) на песчаных техногенных субстратах показали, что ее проводящие корни достигают корневых систем кустарников (ивы черной (*Salix nigra Marshall*), ивы серой (*Salix cinerea L.*), свидины белой (*Thelycrania alba L.*)) проникают в них и углубляются до капиллярной каймы. Это объясняется повышенным плодородием в микроне зоне корней кустарника и наличием хемотропизма корней. При этом протяженность корней кедра превышает расстояние между рядами [10].

Процесс выращивания искусственных насаждений на техногенных ландшафтах должен охватывать два наиболее важных и динамичных по своей природе взаимосвязанных этапа, от которых непосредственно зависит конечный результат облесения. Первый этап – это приживание и индивидуальный рост

лесных культур; длится от посадки до перевода их в покрытые лесом земли.

Второй этап – индивидуальный рост и формирование искусственных молодняков, которые станут фундаментом будущих древостоев. Хозяйственная деятельность лесовода в этот период должна быть направлена на скорейшее завершение лесокультурного производства, с окончанием которого обеспечивается гарантия выращивания древостоя требуемого состава и с получением желаемого окончательного эффекта в более короткие сроки. Введение в лесокультурное дело понятия «завершенное лесокультурное производство» дает новую теоретическую и практическую основу для комплекса технических приемов создания лесных культур, осуществляемых в наиболее важные и динамичные по своей природе этапы, от которых непосредственно зависит конечный результат искусственного лесовозобновления [11].

Процесс выращивания лесных культур до наступления завершенного лесокультурного производства является управляемым и зависит от качества исходного лесокультурного материала, используемого при закладке культур, агротехники их выращивания, а также активного, своевременного, направленного хозяйственного воздействия на формирование искусственных молодняков.

Теоретические положения завершенного лесокультурного производства показывают, что успешность прохождения этого периода, сокращение его сроков и повышение надежности искусственного лесовозобновления находятся в непосредственной зависимости от совокупности технологических процессов и агроприемов.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что эффективная и экологически оправданная биологическая рекультивация техногенных ландшафтов возможна только при выполнении комплекса взаимосвязанных организационно-хозяйственных, лесомелиоративных и агротехнических мероприятий, направленных на нейтрализацию токсичных субстратов; повышение их плодородия путем оптимизации гранулометрического состава, реакции среды [12];

активизацию микробиологических и биохимических процессов создаваемого пахотного горизонта путем внесения биопрепаратов, структурообразователей, цеолитов, микоризации. Это позволяет создать устойчивую и взаимосвязанную систему биотопов и целенаправленно превратить техногенные земли в экологически целесообразные ландшафты.

Библиографический список

1. Панков, Я.В. Защитные лесонасаждения на техногенно нарушенных землях / Я.В. Панков // Агроресурсомелиорация. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. – С. 502–517.
2. Российская Федерация. Законы. Лесной кодекс Российской Федерации: [федер. закон № 200-ФЗ от 04.12.2006: принят Государственной Думой 8 ноября 2006 г., одобрен Советом Федерации 24 ноября 2006 г.]. Официальный текст по состоянию на 1 октября 2015 г. – М.: Проспект, 2015. – 80 с.
3. Сабо, Е.Д. Виды и динамика уплотнения и разуплотнения почв на вырубках / Е.Д. Сабо, О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2012. – № 3 (86). – С. 42–45.
4. Кормилицына, О.В. Оценка свойств гранулометрических элементов как основа для создания почвенно-грунтовых смесей заданного качества / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко, И.М. Палий // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2007. – № 7. – С. 97–102.
5. Морозов, Г.Ф. Очерки по лесокультурному делу / Г.Ф. Морозов. – М.: Гослесбумиздат, 1950. – 239 с.
6. Родин, А.Р. Рекомендации по использованию новых экологически чистых биопрепаратов при выращивании посадочного материала хвойных пород в лесных питомниках / А.Р. Родин, Н.Я. Попова, Е.В. Кандыба, М.Н. Стукушин, Г.П. Аболкина. – М.: ВНИИЛМ, 2001. – 13 с.
7. Калашникова, Е.А. Получение посадочного материала древесных, цветочных и травянистых растений с использованием методов биотехнологии: учебное пособие – 3-е изд. испр. и доп. / Е.А. Калашникова, А.Р. Родин. – М.: МГУЛ, 2004. – 84 с.
8. Бойко, Т.А. Эффективность дополнительной микоризации у сеянцев хвойных / Проблемы озеленения городов и развитие лесного комплекса: сб. науч. тр. научно-технической конференции, посвященной 60-летию Ф.А. Теплоухова / Т.А. Бойко. – Пермь: ПГСХА, 2005. – С. 122–128.
9. Васильев, С.Б. Виды и агрономическая характеристика субстратов Егорьевского месторождения фосфоритов / С.Б. Васильев, О.В. Мартыненко, В.Н. Карминов, Н.Н. Горбунова // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2013. – № 2(94). – С. 47–50.
10. Васильев, С.Б. Типы лесных культур на промышленных отвалах Подмоскovie (на примере Егорьевского месторождения фосфоритов): дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / С.Б. Васильев. – М., 2000 – 119 с.
11. Родин, А.Р. Эффективность культур сосны и ели на вырубках зоны смешанных лесов / А.Р. Родин // Возобновление леса: сб. науч. работ ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1975. – С. 175–194.
12. Кормилицына, О.В. Мелиорация кислых почв / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. – № 7. – С. 84–89.

THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS OF RECULTIVATION
OF TECHNOGENIC LANDSCAPES

Vasilyev S.B., Assoc. Prof., Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾; Rodin A.R., Prof. MFSU, Dr. Sci. (Agricultural)⁽¹⁾

svasilyev@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytishi, Moscow reg., Russia

All over the world a huge amount of raw materials extracted from the earth in different ways is required for normal functioning and development of production. The most damaging one for the environment is open-cast mining, which leads to the damaged ecology in the area of extraction as well as to the destruction of surface ecosystems. Many studies, including this one, are aimed at studying the possibility of restoration of anthropogenically damaged landscapes after the barbaric extraction of natural resources. One of the main methods of restoration is biological recultivation, which consists of several stages. The first stage is the creation of environmentally sound topsoil and the neutralization of carcinogenic substances in it. The second stage is the enrichment of the root zone with microflora to normalize the metabolic processes in the «soil-plant» system. The third stage is the application of different ameliorants with regard to the local damaged soil. The fourth stage is the planting of forest plantations to create the stands of artificial origin, which are resistant to the aggressive environment and which perform the role of ecological buffer in the area of previous extractions. Certain optimal and research-based suggestions were proposed, including the use of different ameliorants. They include glauconitic sand (agroameliorant), which improves agrochemical and physical indicators of arable areas, where it was used. Certain trees and bushes, such as alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), speckled alder (*Alnus incana* (L.) Moench), sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) are biomesiorants. These plants increase fertility and have the effect not only on soil but also on the basic breed.

Key words: recultivation, technogenic landscapes, ameliorants, mycorrhization, biologicals, glauconitic sand, microphytocenosis.

References

1. Pankov Ya.V. *Zashchitnye lesonasazhdeniya na tekhnogenno narushennykh zemlyakh* [Protective afforestation of technologically disturbed lands]. Volgograd: VNIALMI, 2006, pp. 502–517.
2. *Rossiyskaya Federaciya. Zakony. Lesnoy kodeks Rossiyskoy Federacii* [Russian Federation. Laws. The forest code of the Russian Federation]. Moscow: Prospekt, 2015. 80 p.
3. Sabo E.D. Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V. *Vidy i dinamika uplotneniya i razuplotneniya pochv na vyrubkakh* [Forms and dynamics of compression and decompression of soil in clearings]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, no 3 (86), 2012, pp. 42–45.
4. Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V. *Otsenka svoystv granulometricheskikh elementov kak osnova dlya sozdaniya pochvenno-gruntovykh smesey zadannogo kachestva* [Evaluation of the properties of particle-size elements as the basis for the creation of soil and ground mixtures specified quality] Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, no 7, 2007, pp. 97–102.
5. Morozov G.F. *Ocherki po lesokul'turnomu delu* [Essays on multicultural business]. Moscow: Goslesbumizdat, 1950, p. 239.
6. Rodin A.R., Popova N.Ya., Kandyba E.V., Stukushin M.N., Abolkina G.P. *Rekomendatsii po ispol'zovaniyu novykh ekologicheskikh chistykh biopreparatov pri vyrashchivanii posadochnogo materiala khvoynykh porod v lesnykh pitomnikakh* [Recommendations on the use of new environmentally friendly biological products for growing planting material of coniferous species in forest nurseries]. Moscow: VNIILM, 2001, 13 p.
7. Kalashnikova E.A. *Poluchenie posadochnogo materiala drevesnykh, tsvetochnykh i travyanistykh rasteniy s ispol'zovaniem metodov biotekhnologii* [Preparation of planting material of woody, floral and herbaceous plants using biotechnological methods]. Moscow: MGUL, 2004, p. 84.
8. Boyko T.A. *Effektivnost' dopolnitel'noy mikorizatsii u seyantssev khvoynykh* [Efficiency further mycorrhization conifer seedlings]. Problems of urban greening and development of forestry complex: Sat. scientific. tr. scientific and technical conference dedicated to the 60th anniversary of the FA Teploukhova. Perm': PGSKhA, 2005, pp. 122–128.
9. Vasil'ev S.B., Martynenko O.V., Karminov V.N., Gorbunova N.N. *Vidy i agronomicheskaya kharakteristika substratov Egor'evskogo mestorozhdeniya fosforitov* [Types and agronomic characteristics of substrates Egorievsk phosphorite deposits]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, no 2 (94), 2013, pp. 47–50.
10. Vasil'ev S.B. *Tipy lesnykh kul'tur na promyshlennykh otvalakh Podmoskov'ya (na primere Egor'evskogo mestorozhdeniya fosforitov)* [Types of forest plantations in industrial dumps region (on the example of Egorievsk phosphorite deposits)]. dis. kand. d-ra s.-kh. nauk: 06.03.01, Moscow, 2000, 119 p.
11. Rodin A.R. *Effektivnost' kul'tur sosny i eli na vyrubkakh zony smeshannykh lesov* [The effectiveness of pine and spruce crops in clearings of the mixed forest]. Vozobnovlenie lesa: sb. nauch. rabot VASKhNIL [Reforestation: Sat. scientific. Works of Agricultural Sciences]. Moscow: Kolos, 1975, pp. 175–194.
12. Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V. *Melioratsiya kislykh pochv* [Reclamation of acid soils]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, no 7, 2007, pp. 84–89.

ПОЧВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЮЖНОТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ

Е.И. МАЙОРОВА, *проф. МГУЛ, канд. с.-х. наук, д-р юр. наук*⁽¹⁾,

Н.Ю. ГОНЧАРУК, *доц., главный эксперт лаборатории судебно-экологической экспертизы
Российского федерального центра судебной экспертизы, канд. биол. наук*⁽²⁾

mayorova@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ;

⁽²⁾ ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России,
109028, Москва, Хохловский переулок, дом 13, строение 2

Изложены результаты обработки данных многолетних комплексных исследований экосистем ельников южной тайги, проводившихся с 1984 по 2005 г. в Центрально-Лесном природном государственном биосферном заповеднике (Тверская область). Фактические данные были собраны в процессе крупномасштабного почвенного картографирования. На основе обобщения и анализа результатов полевых и лабораторных исследований показано, что в лесном массиве сохранилось естественное разнообразие типов ельников и почв, характерное для ненарушенных лесных территорий. Разнообразие типов леса с неоднородной вертикальной и горизонтальной структурой и сложным парцеллярным строением связано со специфической водно-минеральной режимом различных элементов мезорельефа, механическим и химическим составом почвообразующих и подстилающих пород. Существенное влияние также имеют сукцессионные процессы (распады древостоев, массовое усыхание и прогрессирующее заболачивание лесов в результате климатических стрессов, пожары, вырубки и др.). Основное внимание уделено анализу взаимосвязей между классами бонитета леса и почвами. Показано, что каждому местообитанию и каждому типу леса свойственна определенная совокупность почв со своей потенциальной продуктивностью. Существование в каждом типе леса и каждом местообитании совокупности почв является причиной разнообразия бонитетов леса в пределах одной экосистемы и одного местообитания. С другой стороны, для каждой почвы характерен определенный набор местообитаний и определенный спектр типов леса, который она способна сформировать. Вследствие влияния других факторов (особенности мезо- и микрорельефа, гранулометрический состав, сукцессии) связь между бонитетом еловых древостоев и почвами является вероятностно-статистической, а не жестко детерминированной. Бонитет леса и тип леса являются интегральными показателями продуктивности почв и взаимосвязей между почвами, местообитаниями и лесной растительностью. Наличие множественных взаимосвязей между почвами, местообитаниями, типом и бонитетом леса поддерживает устойчивость экосистем южнотаежных еловых лесов и способствует сохранению биоразнообразия.

Ключевые слова: почвенный покров, бонитет леса, сукцессионные процессы, анализ взаимосвязей.

Исследования растительного и почвенного покрова лесопокрываемых территорий, вопросов взаимосвязи почв и лесной растительности не раз служили основой для решения как теоретических проблем почвоведения и биогеоэкологии, так и практических задач инвентаризации, картографирования, охраны и мониторинга компонентов лесных экосистем [1–3].

Известно, что возобновление и продуктивность (бонитет) леса зависят от конкретных природных условий данного региона, точнее – от комплекса лесорастительных условий (условий местопроизрастания), среди которых ведущая роль принадлежит почвенно-грунтовым факторам.

В классическом понимании (в лесоведении) условия местопроизрастания (по Морозову) – это климат и почвенно-геологические особенности территории, а также рельеф, перераспределяющий климатические и поч-

венно-геологические условия, влияющие на состав насаждений, биологические свойства древесных пород и их сочетаний [4].

Хотя лесная типология, фитоценология и геоботаника признают единство растительности и среды ее обитания, в первую очередь, отдавая дань почвенно-грунтовым условиям, однако и в лесоведении, и в фитоценологии, и в геоботанике широко распространена точка зрения о наличии четких достаточно жестко детерминированных связей «один тип леса – одна почва».

Фактические данные ряда исследователей почвенного покрова лесных территорий свидетельствуют о том, что одни и те же типы леса могут произрастать на почвах, принадлежащих к различным таксонам. С другой стороны, имеются данные о том, что под одним и тем же типом леса могут формироваться почвы, различающиеся (в соответствии с «Клас-

сификацией и диагностикой почв СССР» 1977 г.) вплоть до уровня подтипа [3, 5].

Принято сравнивать типы леса между собой по составу ярусов, участию отдельных видов, таксационным показателям, продукционной структуре, исследовать биологические особенности конкретных лесных пород, изучать влияние климатических флуктуаций, характер и особенности природной и природно-антропогенной динамики (сукцессии) и т. п., но мало данных о характере связи между классами бонитета и типами леса, бонитетом леса и почвами.

В современном практическом лесоводстве, при экономической (в том числе кадастровой) оценке лесных земель, в качестве исходных данных для расчета размера вреда, причиненного участкам лесного фонда в результате тех или иных видов хозяйственной и иной деятельности, а также при рассмотрении гражданских и арбитражных судебных исков по фактам причинения вреда лесным территориям вследствие нарушения законодательства в сфере охраны и рационального использования лесных ресурсов учитываются почти исключительно товарные свойства и запасы древесины при практически полном игнорировании других компонентов лесных экосистем и, в первую очередь, – почвенных условий. Соответственно почвенные показатели не учитываются в процессе принятия управленческих решений, касающихся лесных территорий.

Многочисленными исследованиями лесных экосистем показано, что лесные почвы имеют ряд особенностей, таких как особое распределение органического вещества и гумуса по профилю, наличие специфического горизонта – подстилки, сукцессионные процессы (массовые ветровалы, пожары, распады древостоев, вырубки и др.), задерживающие развитие почвенного покрова и приводящие к значительным изменениям мезо- и микрорельефа, морфологии и свойств почвенных горизонтов верхней части профиля, состава и характеристик лесных растительных ассоциаций [3, 6, 9].

Известно, что смена поколений деревьев в естественном лесу происходит в результате ветровала (вывал деревьев с комом земли) или ветролома (стволы ломаются, падая на землю, образуя высокие пни).

Единичные вывалы приводят к формированию специфического микрорельефа: сочетания западин и бугров. В понижении (западине) в результате стока воды формируется переувлажненная почва, отличающаяся от исходной вплоть до уровня подтипа (по классификации 1977 г.). На бугре после осыпания кома с корней выпавшего дерева постепенно восстанавливается зональная почва (подзолистая, дерново-подзолистая). Единичные вывалы способствуют разновозрастности леса, обновлению напочвенного покрова, формированию новых парцелл в пределах типа леса, семенному возобновлению лесных видов растений. При этом почвенный покров изменяется локально, на небольших по площади участках (3–20 м²) образуются ветровально-почвенные комплексы, представляющие собой специфическое сочетание элементов рельефа и развитых на них почв. Заболоченная в первые 10–20 лет после вывала западина постепенно обсыхает и становится в условиях достаточно хорошего дренажа почвой, соответствующей данной парцелле.

Массовые ветровалы обычно связаны со случайными природными катастрофами (ураганы, смерчи и т. п.). Происходит изменение всей площади биогеоценоза. Формируется своеобразный рельеф, в котором западины и бугры сочетаются с небольшими участками ненарушенных или слабо нарушенных почв. Таким образом, почвенный покров после массовых вывалов представлен ненарушенными почвами, сохранившими свой габитус, скальпированными в понижениях и насыпными, аномальными, на буграх вывалов. Дальнейшее направление восстановительных сукцессий определяется рядом факторов: тем, насколько сохранился подрост и часть древостоя, каков его видовой состав, каковы погодные условия года вывала и последующих 2–3 лет (дождливый, сухой или нормального увлажнения).

В ряде случаев в ряду бореальных ельников возможно появление – как временной сукцессионной стадии – неморальных ассоциаций. Почвенный покров будет изменяться по следующей схеме: подзолистые почвы – комплекс подзолистых, дерново-подзолистых и торфянисто-подзолистых почв – комплекс де-

рново-подзолистых и подзолистых почв – подзолистые почвы.

При этом развитие почвенного покрова может задержаться на любой стадии, а на стадии комплекса подзолистых, дерново-подзолистых и торфянисто-подзолистых почв могут формироваться торфяно-глеевые болотные почвы.

На территории Центрально-Лесного природного государственного биосферного заповедника (ЦЛПГБЗ), Тверская область, в течение ряда лет (1984–2005) проводились почвенно-биологические исследования экосистем ельников южной тайги. Лесной массив ЦЛПГБЗ представляет собой естественное разнообразие практически ненарушенных еловых южнотаежных лесов в сочетании с верховыми, низинными и переходными болотами.

Изменения водно-минерального режима на различных элементах мезорельефа, сложенных различными почвообразующими и подстилающими породами, приводят к формированию широкого спектра типов леса с неоднородной вертикальной и горизонтальной структурой и сложным парцеллярным строением. Присутствуют как типично бореальные, так и типично неморальные типы ельников, а также большое количество переходных неморально-бореальных ассоциаций.

Кроме того, свой вклад в почвенный покров заповедника внесли естественные и антропогенные сукцессионные процессы (распады древостоев, массовое усыхание и прогрессирующее заболачивание лесов в результате климатических стрессов, пожары, вырубки и др.) [6–8].

Данные по почвенному покрову заповедника представлены на рис. 1.

Картографические работы в заповеднике (1977–1993) показали, что из-за сложного строения почвенного покрова, его пестроты и неоднородности мелкие контуры являются немасштабными (в одном лесотаксационном выделе можно выделить 5–6 и даже более элементарных почвенных ареалов (ЭПА), отличающихся как в пределах одного таксона (вида), так и вплоть до уровня подтипа. Так, например, в типе леса ельник кислично-неморальный (Е кис-нем) одновременно выделяются дерново-палевоподзолистые и оторфованные собственно подзолистые поверхностно оглеенные

почвы (например, в западинах ветровально-почвенных комплексов). То есть каждый тип леса (и соответственно каждый лесотаксационный выдел) представлен определенными почвенными комбинациями с постоянной вероятностью набора профилей (рис. 2).

Анализируя результаты обобщения данных по физико-химическим и химическим свойствам почв ($n = 10-30$), можно отметить следующее:

- наиболее четкая связь прослеживается между значениями рН водной вытяжки верхних горизонтов почвы (0–5 см и 15–20 см) и типом леса – самые «кислые» величины характерны для верхних горизонтов почвы в сфагновых типах, менее кислые – для зеленомошных и неморальных ассоциаций, слабокислые, близкие к нейтральным и нейтральные – для травяно-болотных эвтрофных ельников (рис. 3);

- содержание гумуса в почвах, минимальное в бореальных типах ельников, возрастает в зеленомошных, достигает максимальных значений в неморальных и снова падает в травяно-болотных (эвтрофных) – рис. 4.

Обобщение результатов почвенно-картографических работ показало, что в южной тайге Тверской области существенно различаются классы бонитета леса для почв разных групп (таблица)

Болотные почвы дают самый низкий бонитет леса (V и даже Va). Самый высокий бонитет наблюдается у древостоев, формирующихся на дерново-подзолистых почвах. Подзолистые, буроземы, дерново-грунтово-глеевые и перегнойно-грунтово-глеевые сопряжены со средними показателями класса бонитета леса.

Древостои на низинных болотных почвах обычно имеют несколько более высокий класс бонитета леса, чем на болотных почвах верховых болот. В таблице жирным шрифтом выделены значения, специфичные для соответствующих почв. То есть, если бы не действовали другие факторы (особенности мезо- и микрорельефа, колебания гранулометрического состава, сукцессии), то почвы формировали бы древостои именно этих классов бонитета. Полученные данные свидетельствуют о важности таких свойств почв, как содержание гумуса, степень оподзоленности и особенности оглеения (по-

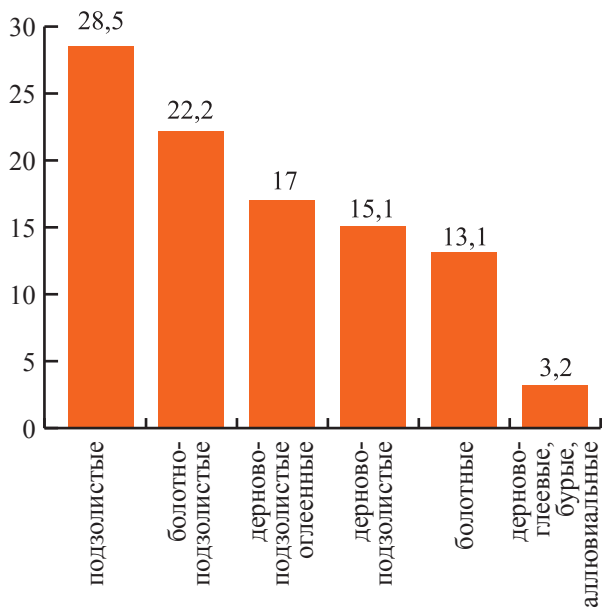


Рис. 1. Состав почвенного покрова заповедника по группам почв, % от общей площади

Fig. 1. The composition of the soil cover of the reserve for the groups of soils, % of the total area

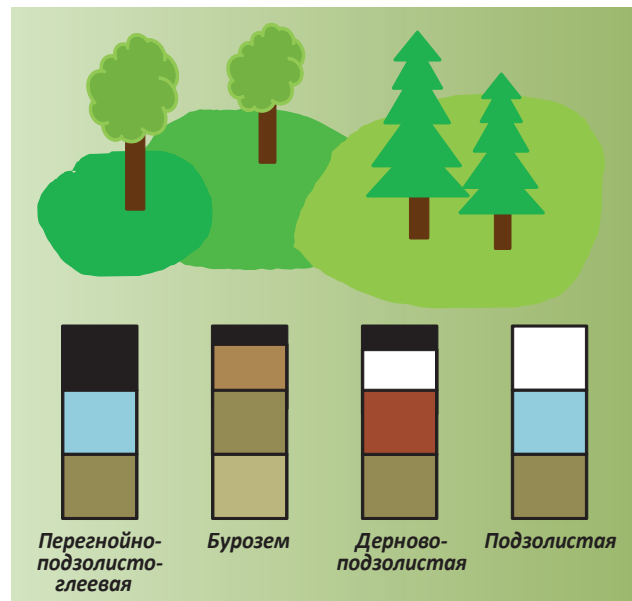


Рис. 2. Почвы ельника кислично-неморального

Fig. 2. Soils of sorrel-complex spruce

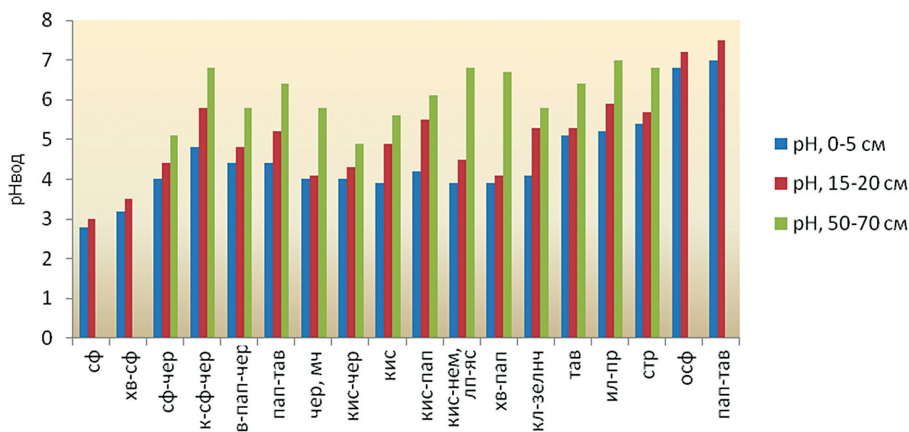


Рис. 3. pH водной вытяжки в различных типах ельников

Fig. 3. The pH of the aqueous extract in different types of spruce

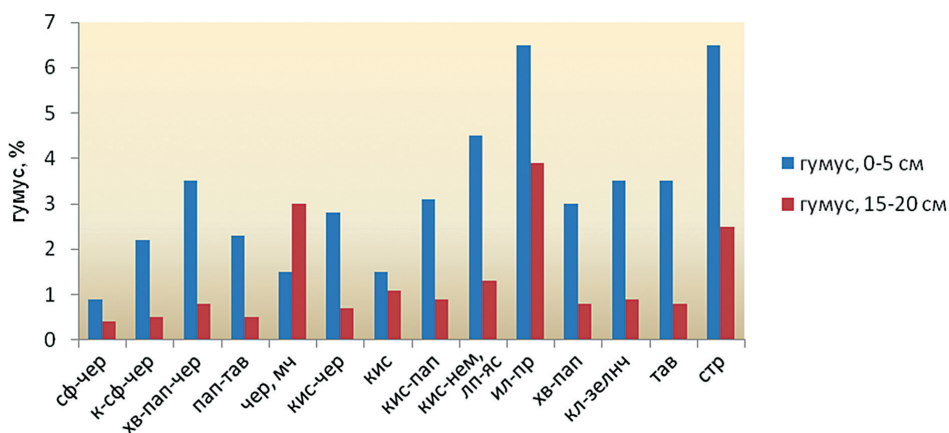


Рис. 4. Содержание гумуса в различных типах ельников

Fig. 4. The humus content in different types of spruce

Зависимость класса бонитета леса от почвы на примере южной тайги (в долях от единицы)
The dependence of the value class of forest from soil on the example of the southern taiga (in fractions of units)

Почвы	Бонитет леса					
	I	II	III	IV	V	Va
Болотные						
Торфяные верховые	–	–	–	0,09	0,57	0,34
Торфяные низинные и переходные	–	–	–	0,23	0,58	0,19
Торфяно-глеевые верховые	–	–	0,15	0,50	0,35	–
Торфяно-глеевые низинные и переходные	–	–	0,18	0,55	0,27	–
Болотно-подзолистые						
Торфяно-подзолистые грунтово глееватые	–	0,15	0,32	0,53	–	–
Перегноино-подзолисто-глеевые	–	0,23	0,58	0,19	–	–
Торфянисто-подзолистые поверхностноиллювиально-гумусовые грунтово глееватые	–	0,10	0,52	0,38	–	–
Торфянисто-подзолистые поверхностно глееватые	–	0,18	0,72	0,10	–	–
Подзолистые						
Оторфованные подзолистые грунтовооглеенные	0,04	0,42	0,38	0,16	–	–
Подзолистые иллювиально-железистые	0,12	0,56	0,27	0,05	–	–
Палевоподзолистыегрунтовооглеенные	0,25	0,53	0,19	0,03	–	–
Палевоподзолистые контактно оглеенные	0,37	0,53	0,10	–	–	–
Дерново-подзолистые						
Дерново-палевоподзолистые контактно оглеенные	0,53	0,45	0,02	–	–	–
Дерново-палевоподзолистые	0,57	0,41	0,02	–	–	–
Дерново-палевоподзолистыегрунтовооглеенные	0,47	0,50	0,03	–	–	–
Дерново-подзолистые грунтовооглеенные	0,39	0,57	0,04	–	–	–
Слабодерновоподзолистые поверхностно и грунтово глееватые	0,26	0,61	0,13	–	–	–
Дерново-глеевые						
Перегноино-грунтово-глеевые	0,18	0,57	0,22	0,03	–	–
Дерново-грунтово-глеевые	0,32	0,59	0,09	–	–	–
Буроземы	0,36	0,52	0,12	–	–	–

верхностное, контактное, грунтовое). Слабое грунтовое оглеение дерново-подзолистых почв не снижает их потенциальную продуктивность. Следовательно, учет особенностей почвенного покрова позволяет прогнозировать развитие деревьев в данном типе леса.

Выявляется важное свойство почв – их вероятностная связь с бонитетом леса. В самых крайних случаях только около 80 % почв сопряжены с древостоем свойственного им бонитета. Обычно господствующий бонитет характерен лишь для 50 % почв. Такое варьирование объясняется следующими причинами. К восстановлению исходного типа леса могут привести разные причины. Почвы проходят стадию гидроморфизма (заболачивания) по пути восстановления (при этом в разной степени). Возможно также влияние колебаний гранулометрического состава в рамках одного таксона, но это колебание может оказаться достаточным для изменения бонитета леса. Характеристика любой почвы по любому свойству предусматривает опреде-

ленные пределы (диапазоны значений) этого свойства. Разница на верхнем и нижнем пределе свойства может определять диапазон класса бонитета древесной растительности.

Выводы

1. Естественное биологическое разнообразие лесных почв обусловлено множественностью взаимосвязей между компонентами лесного БГЦ и определяет различную продуктивность лесных экосистем. Поэтому при исследовании экологического состояния лесных территорий необходимо учитывать почвенные условия и применять более дифференцированный подход к оценке потенциальной продуктивности лесных почв.

2. Существующие взаимосвязи между почвами, местообитаниями, типом и бонитетом леса носят не жестко детерминированный, а вероятностно-статистический характер.

3. Для каждого местообитания и для каждого типа леса характерна не одна, а мно-

жество (определенная совокупность) почв, каждая из которых имеет свою потенциальную продуктивность. Существование этой совокупности почв приводит к разнообразию бонитетов леса в пределах одного БГЦ и одного местообитания.

Каждой почве сопутствует определенный набор типов леса, который она способна сформировать, и определенный набор местообитаний, для которых она характерна. В результате даже в пределах небольшой территории сохраняется устойчивое биоразнообразие почв, местообитаний, типов и бонитетов леса.

4. Связи между типом леса, почвами и бонитетом леса имеют более детерминированный характер в тех местообитаниях, где биоразнообразие ограничивается какими-либо лимитирующими (снижающими) его факторами (рельеф и литология и, как следствие, особенности водного режима).

5. Класс бонитета леса наряду с типом леса является интегральным показателем свойств и продуктивности почв и показателем взаимосвязей между почвами, местообитаниями и лесной растительностью.

Библиографический список / References

1. Chambless L.F., Nixon E.S. Woody vegetation – soil relations in a bottomland forest of east Texas. *Texas J. Sci.*, 1975. Vol. 26. N 3-4. P. 407-416.
2. Erickson, H.E., Edmonds, R.L., and Peterson, C.E. Decomposition of logging residues in Douglas – fir, western hemlock, Pacific silver fir, and ponderosa pine ecosystems. *Can. J. For. Res.* 1985. V. 15.
3. Карпачевский, Л.О. Лес и лесные почвы / Л.О. Карпачевский. – М.: Лесная пром-сть, 1981. –264 с. Karpachevskiy L.O. *Les i lesnye pochvy* [Forest and forest soils]. Moscow: Lesnaya prom-st' [Forestry], 1981. 264 p.
4. Морозов, Г.Ф. Избранные труды / Г.Ф. Морозов. – М., 1970. – Т. 1. – 560 с. Morozov, G.F. *Izbrannye trudy* [Selected Works]. Moscow, 1970. T. 1. 560 p.
5. Структура и функции лесов Европейской России (под ред. И.А.Уткиной). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 389 с. *Struktura i funktsii lesov Evropeyskoy Rossii* [Structure and function of forests in European Russia]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2009. 389 p.
6. Albrecht L. Grundlagen, Ziele und Methodik der walddukologischen Forschung in Naturwaldreservaten. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forstengemeinsam mit dem Lehrstuhl für Landschaftstechnik (Hrsg.): Schriftenreihe Naturwaldreservate in Bayern, 1990, Band 1, 219 S.
7. Goncharuk Nadezhda. Soils of Wooded Mires of the Central Forest Biosphere Nature Reserve // Fen Restoration Workshop. Нелидово, 1997. С. 80-81.
8. Goncharouk, Nadezhda.Yu.,Titarev, Roman P. The soil cover's changes after natural and antropogenic gap-disturbances: catastrophic windthrow and clear-cutting down. Disturbance dynamics in boreal forests. Abstracts of the V International Conference. Dubna, Russia, August 1-5, 2004. Moscow, 2004. P. 48.
9. Scott D.R. Amount and chemical composition of the organic matter contributed by overstorey and understorey vegetation to forest soil. *Yale University School of forestry.* 1955. Bull. 62.

SOIL CONDITIONS OF FORMATION OF SOUTH TAIGA SPRUCE

Mayorova E.I., Prof. MFSU, Ph.D. (Agricultural), LL.D. ⁽¹⁾; Goncharuk N.Yu., Assoc. Prof., Chief expert of the forensic laboratory of ecological expertise of the Russian federal center of judicial examination, Ph.D. (Biol.) ⁽²⁾

mayorova@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytishi, Moscow reg., Russia

⁽²⁾ FBU RFTSSE at Russian Ministry of Justice, 109028, Moscow, Khokhlovskiy Pereulok 13, build. 2

The results of data processing of long-term integrated studies of ecosystems of spruce forests of southern taiga, conducted from 1984 to 2005 in the Central Forest State Biosphere Reserve Nature (Tver region), are given. Evidence is collected in the course of large-scale soil mapping. On the basis of compilation and analysis field and laboratory studies have shown that in a forest the natural diversity of types of spruce forests and soils, typical of undisturbed forest areas is preserves. A variety of forest types with non-uniform vertical and horizontal structure and complex parcel structure is due to the specific mode of mineral water and a variety of elements of mesorelief, mechanical and chemical composition of soil-forming and underlying rocks. Significantly influential are also successional processes (decay stands, massive progressive desiccation and eutrophication of forests as a result of climatic stress, fires, deforestation, etc.). The focus is on the analysis of the relationship between the value class of forest and soils. It is shown that each habitat and each type of forest is characterized by a certain set of soil with its potential productivity. The existence in each type of forest habitat of a certain set of soil is the cause of the diversity of the forest site classes within a single ecosystem and habitat. On the other hand, for each soil there is of a specific set of habitats and certain spectrum of forest types which it can form. Due to the influence of other factors (especially the meso and micro-relief, particle size distribution, succession) the relationship between yield class spruce forests and soils is probabilistic and statistical, not rigidly deterministic. Bonitet forests and forest type are integral indicators of soil productivity and the relationship between soils, vegetation and forest habitats. The presence of multiple relationships between soils, habitats, forest type and site class supports the stability of ecosystems south taiga spruce forests and contributes to the preservation of biodiversity.

Keywords: soil cover, bonitet forest succession processes, analysis of the relationship.

ИВАНТЕЕВСКИЕ КУЛЬТУРЫ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

В.В. КОНОВАЛОВ, студент МГУЛ⁽¹⁾,Т.Г. МАХРОВА, ст. преподаватель МГУЛ⁽¹⁾,М.Г. РОМАНОВСКИЙ, гл. науч. сотрудник ИЛАН РАН, д-р биол. наук⁽²⁾

mathilda2604@mail.ru, michrom@mail.ru

⁽¹⁾ФБГОУ ВПО «Московский Государственный Университет Леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д.1, МГУЛ⁽²⁾ФГБУ науки Институт лесоведения РАН,
141030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, ул. Советская, 21

Проанализирован формовой состав одних из самых старых культур карельской березы в Московской области. Рассматриваются несколько моделей наследования признаков узорчатости древесины у этой древесной породы. Обсуждается соответствие формовой структуры плантаций и хода роста форм представлениям теории. Формовой состав трех культур карельской березы, заложенных в Ивантеевском лесопитомнике в 1959, 1960 гг. семенами II короткоствольной формы, исследован в 1974, 1982, 1986, 2003 и 2013 гг. Вычислялся показатель сходства популяций, который оценивался посредством критерия идентичности. Парное сопоставление формового состава культур свидетельствует об их неповторимой индивидуальности во все годы наблюдения. В первые годы специфика обусловлена наследственными особенностями посадочного материала, полученного от разных скрещиваний; в последующие – дифференцированным отпадом форм. Во всех культурах со временем возрастает доля быстрорастущих форм и уменьшается доля наиболее ценных, медленно растущих. Все формы характеризуются высокой степенью изменчивости по высоте и достоверно отличаются одна друг от другой по этому признаку в течение всех лет наблюдения культур карельской березы. Ход роста по высоте узорчатых форм соответствует теоретически ожидаемому, что подтверждается расчетами критерия согласия Пирсона. На основании проведенных исследований авторами выдвигаются предположения о генотипах всех исследуемых форм карельской березы в культурах Ивантеевского лесопитомника и механизмах наследования узорчатости древесины в потомстве от искусственного скрещивания особей с другими генотипами.

Ключевые слова: карельская береза, ход роста, узорчатость древесины, формовое разнообразие.

Отделка древесиной интерьеров и мебели в общественных и жилых помещениях придает им красоту и комфортность. Умелое включение декоративно-древесных форм лесных пород, отличающихся от видовой нормы текстурой или цветом древесины, усиливает эстетический эффект. Мы остановимся на березе карельской, традиционно используемой для украшения интерьеров.

Посадки на территории Ивантеевского лесопитомника относятся к наиболее старым культурам карельской березы в Московской области. Культуры созданы для отработки технологий получения декоративной древесины и разведения *Betula pendula* Roth. var. *carelica* (Merkl.) Namet-Ahti за пределами ее ареала, который включает северо-западную часть России, страны Балтии и Белоруссию.

Внешние признаки узорчатости древесины появляются у карельской березы с 5–10 лет и позднее. Как правило, узорчатая древесина расположена в нижней, чаще всего прикорневой части ствола. Древесный цилиндр узорчатых особей имеет ямчатую

поверхность. Если степень узорчатости значительна, ямки и выпуклости видны и на поверхности коры. С высотой узорчатость идет на убыль и змееобразные выпуклости постепенно переходят в «ребра». Лишь в единичных случаях отрезок ствола с узорчатой текстурой достигает 10 м. По мере перехода от древовидных к кустарниковым формам текстура древесины меняется от крупноузорчатой до мелкоузорчатой. Древесина карельской березы значительно тяжелее (0,71–0,74 кг дм⁻³ vs 0,58–0,69 кг дм⁻³), прочность на скалывание в 4 раза выше, а предел прочности при сжатии на 22–27 % больше, чем у безузорчатой прямослойной березы повислой [1].

Некоторые полнодревесные деревья в потомстве карельской березы отличаются волнистостью и шелковистостью древесины (V форма). Ненавязчивость и простота рисунка делает их древесину перспективной в отделке современных интерьеров и крупногабаритной мебели [2]. Но ниже мы будем называть «V формой» все быстрорастущие деревья, в том числе прямослойные.

Соотношение узорчатых и безузорчатых деревьев в семенном потомстве от свободного опыления чаще всего равно 1:1. В 1954 г Т. Ruden предложил рассматривать узорчатость карельской березы как моногенный доминантный признак *A*. Узорчатые особи гетерозиготны *Aa*, а безузорчатые – рецессивны *aa*. Гомозиготы *AA* – летальны. При опылении карельской березы пыльцой безузорчатой березы повислой потомство расщепляется 1:1 на узорчатые и безузорчатые особи; (*Aa* × *aa*) = 1*Aa* : 1*aa*. При самоопылении, – (*Aa* × *Aa*) = 1*aa* : 2*Aa* : 1*AA*; после гибели леталей *AA*, узорчатые и безузорчатые особи остаются в соотношении 2:1 [3].

Примеры гибели гомозигот хорошо известны и в классической генетике: наследование коротконогости крупным рогатым скотом и курами, скрещивание платиновых и чернобурых лисиц и др. Сохраняются только гетерозиготы *Aa* [4].

Модель Т. Ruden не объясняла сопряженность высоты и текстуры древесины карельской березы [5], и в 1975 г. А.Я. Любавская [6] предложила гипотезу, согласно которой «карелистость» контролируется рецессивным геном *a*, наследуемым по моногенному типу неполного доминирования. Гомозиготы *AA* – плонодревесные особи с безузорчатой древесиной; *Aa* – древовидные узорчатые формы; *aa* – кустовидные и кустарниковые формы. При самоопылении древовидных форм карельской березы (*Aa* × *Aa*) = 1*AA* : 2*Aa* : 1*aa*, происходит расщепление потомков на узорчатые, несущие ген *a*, и безузорчатые в соотношении 3:1. Опыление древовидных узорчатых форм пыльцой кустарниковых и кустовидных форм даст в потомстве только узорчатые формы (*Aa* × *aa*) = 1*Aa* : 1*aa*, что в эксперименте не наблюдается. Безузорчатые формы выщепляются при любых типах скрещивания карельской березы.

Наиболее сложную модель предложил в 1986 г. М.Г. Романовский [7]. Предполагалось, что узорчатость наследуется по моногенному типу («+» – узорчатые, «0» – безузорчатые), а высота контролируется тремя последовательно доминирующими полиаллелями a_1, a_2, a_3 . Замедленный рост име-

ют генотипы: $a_1a_1; a_1a_2; a_1a_3$. Генотипы $a_2a_2; a_2a_3$ – обладают средней быстротой роста; a_3a_3 – быстрорастущие особи. Для ареала карельской березы характерно сцепление a_1^+ , что дает медленно растущие узорчатые особи, в то время как генотип, a_1^0 встречается крайне редко. Ген a_3 выступает в роли супрессора по отношению гену узорчатости: в сочетании a_3^+ узорчатость не проявляется. В предложенной модели высота и узорчатость древесины контролируются независимыми генетическими системами. Интенсивность роста в высоту – полиаллелями a_i , ($i = 1 \div 3$); а узорчатость древесины, также как и у Т. Ruden, моногеном «+» и «0». Гомозиготы «++» летальны («*AA*» у Т. Ruden). Узорчатость возможна только у гетерозигот «+0» или «*Aa*» по Т. Ruden.

В последующем генетическая модель контроля высоты была уточнена [8]. Высота определяется суммарным числом повторов домена *a* в компетентной части генетической информации. Иначе говоря, – суммой индексов *i* в обозначениях форм *Betula pendula*. Генотип a_1a_0 – соответствует III форме (сумма индексов 1*a*); a_1a_1 и a_0a_2 – II форме (сумма 2*a*); a_1a_2 и a_0a_3 – I форме (сумма 3*a*); a_2a_2 и a_1a_3 – V₄ форме (сумма 4*a*); a_2a_3 – V₅ форме (сумма 5*a*); a_3a_3 – V₆ форме (сумма 6*a*). Генотип a_0a_0 (в сумме 0*a*) – летален. Ген узорчатости «+» может быть сцеплен с a_0 или a_1 , возможно, также с a_2 .

В сомкнутых березняках средней полосы РФ генотипы a_0a_1 (III форма) не конкурентоспособны, а – a_1a_1 и a_0a_2 (II форма) могут сохраниться только на антропогенных пустошах. Аллель a_3 в сцеплении с геном «+» не встречается [7,8].

Классический гибридологический анализ [9] потомства короткоствольной древовидной формы (II^А) карельской березы позволяет оценить предложенные модели. Потомство от опыления дерева пыльцой безузорчатой березы повислой, самоопыления и свободного опыления выращивали отдельно с последующим сравнением ожидаемых и фактических расщеплений саженцев (табл. 1).

При опылении березы карельской пыльцой безузорчатой березы расщепления потомства (узорчатые:безузорчатые = 1:1) со-

Формовая структура 12-летнего потомства древовидного короткоствольного дерева № 2 (питомник МГУЛ) по вариантам опыления [9]

The form structure of a 12-year-old offspring of a treeform short tree No. 2 (MSFU nursery) on pollination options

Формы потомков	Свободное опыление		Самоопыление		Пыльца березы повислой	
	экз.	%	экз.	%	экз.	%
I	8	2	12	4	22	6
II	102	26	69	25	129	35
III	106	28	111	40	33	9
Узорчатые	216	56	192	69	184	50
Безузорчатые	171	44	86	31	182	50
Итого	387	100	278	100	366	100

гласуются с моделью Т. Ruden [3] и с идентичной ей, в части определения узорчатости, моделью М.Г. Романовского [7, 8]. Близкое к 1:1 распределение семян возникает и при свободном опылении. Результаты самоопыления (2:1) не соответствуют лишь модели А.Я. Любавской: в посевах всегда присутствуют безузорчатые особи [6]. Отметим, что использование только одного дерева при статистическом анализе расщеплений по «узорчатости» потомства карельской березы, имеющей многочисленные габитуальные формы, не вполне корректно. По мнению В.И. Ермакова [10], изменчивость карельской березы по плотности и распространению рисунка древесины в стволах узорчатых деревьев можно понять только исходя из предположения, что «узорчатость» – синтетический показатель и объединяет целый ряд признаков, большая часть которых генетически обусловлена. С ним согласен А.П. Евдокимов [11].

Расчет коэффициента наследуемости высоты в широком смысле H^2 на материале коллекции привитых форм карельской березы в питомнике МГУЛ по методике В.М. Роне дал $H^2 = 0,99$ [7, 12]. Величина коэффициента наследуемости высоты в узком смысле $h^2 = 0,78$ (12000 семян из 9-и семей от различных форм карельской березы) говорит о контроле высоты суммируемыми, аддитивными генами [13].

С.П. Погиба [9] по методике Л.А. Животовского [14] проанализировала фенетическую изменчивость 1068 деревьев карельской березы из 7 популяций Карелии, Латвии и Белоруссии. И хотя фенетическое исследование

не предполагает конкретной модели, но и оно подтвердило высокую генетическую обусловленность признака «карельность».

Итак, рассмотрены различные модели генетического контроля феномена карельской березы: моногенные [4, 6], плейотропные, эпистатического и полимерного взаимодействия [5]. Учтено сцепление узорчатости с высотой [6, 7, 9]. Описаны случаи исчезновения «карельности» и «исправления» роста отдельных особей, предположительно, связанные с наличием генов-модификаторов [11]. Предложена гипотеза вирусного происхождения признака: «узорчатость» может детерминироваться плазмогенами, закрепившимися в генотипе карельской березы [15]. Изучены эколого-физиологические и анатомические особенности деревьев и популяций карельской березы [16–18]. Установлена прививаемость узорчатой текстуры древесины при весеннем переносе коры [18]. Отмечена связь центров встречаемости карельской березы с насыщенностью почв радоном и показана вероятность мутационного происхождения генов, контролирующей узорчатость древесины [19].

Таким образом, по мере накопления знаний о биологии карельской березы информация о признаке «узорчатость» усложняется, но до сих пор не предложена универсальная модель, дающая исчерпывающее полное объяснение феномену [20].

Материал и методика исследования

Ивантеевская опытная культура № 1 (площадь 0,635 га) заложена в 1959 г. саженцами, выращенными из семян от свободно-

го опыления деревьев II формы в Карелии. Опытная культура № 2 (площадь 0,68 га) создана в 1960 г. в редицах соснового леса из семян от свободного и контролируемого опыления II формы (ВДНХ, дерево № 2). Опытная культура № 3 (площадь 0,425 га) заложена в 1959 г. 3-летними (семена 1956 г.) и 2-летними (семена 1957 г.) саженцами, полученными от II формы из Ивантеевского питомника. Высадка растений в культурах проводилась рядами по вариантам опытов, размещение 3×3 м.

Мы проследили динамику формового состава исследуемых насаждений по данным А.Я. Любавской – 1974 и 1982 гг. [2, 6], М.Г. Романовского – 1986 г. [7], С.П. Погиба – 2003 г. [21]. В 2013 г. культуры были обследованы В.В. Коноваловым. Формы карельской березы выделяли в соответствии с классификацией А.Я. Любавской [22], подсчитывали число деревьев каждой формы. Так как в предыдущих работах при обработке материала форма I^A объединялась с формой I^B, а форма II^A – с формой II^B, то и в нашей работе эти формы рассматриваются совместно. Изучаемые культуры включают не более четырех фенотипов (IV форма не зафиксирована). Их встречаемость: p₁ – I формы (I^A + I^B); p₂ – II формы (II^A + II^B); p₃ – III формы; p₄ – безузорчатых «V» форм *Betula pendula*.

Показатель сходства популяций *r* вычисляли по формуле

$$r = \{\sqrt{p_1 q_1} + \sqrt{p_2 q_2} + \sqrt{p_3 q_3} + \sqrt{p_4 q_4}\}^2,$$

где p₁, p₂, p₃, p₄ – частоты I, II, III, «V» форм в 1-й популяции;

q₁, q₂, q₃, q₄ – частоты тех же форм во 2-й популяции.

Выборочную ошибку *r* рассчитывалась по формуле

$$S_r = 1/2 \cdot \sqrt{\{(1 - q_0 - r^2 + 1 - p_0 - r^2) : N_1 \cdot N_2\}}$$

Значимость сходства формового состава популяций оценивали с помощью критерия идентичности *I*

$$I = 8N_1 N_2 \cdot (1 - r - p_0 + q_0) : \{(N_1 + N_2) : 4\}$$

где N₁ и N₂ – объемы выборок из 1-й и 2-й популяции; p₀ = ∑p₁ + ... + p₄ = ∑p_i суммарная частота форм 1-й выборки, не представленных во 2-й; q₀ = ∑q_i суммарная частота

форм во 2-й выборки, не представленных в 1-й. Если величина *I* превышала табличное значение χ² при заданном уровне значимости и степенях свободы, то различие между выборками существенно. (Число степеней свободы соответствует числу переменных, значения которых могут варьировать независимо). При значимости 0.99 и 4-х формах χ² = 7,81.

Диаметр ствола в виду своеобразной формы стеблей карельской березы в исследованиях не использовали. В опытных культурах с помощью высотомера ЭВ-1 измеряли высоты деревьев 4-х форм. Вычисляли среднюю высоту *h*_{ср} деревьев каждой формы, ее дисперсию и коэффициент вариации высоты S%(*h*) с последующей оценкой S% по шкале С.А. Мамаева. При S% > 40% уровень изменчивости очень высокий; S% = 21÷40% – высокий; S% = 13÷20% – средний; S% = 7÷12% – низкий; S% < 7% – очень низкий [23].

Степень достоверности различий высоты форм в сопоставляемых насаждениях 1 и 2 оценивали при помощи коэффициента достоверности (*t*_d)

$$t_d = (h_{ср1} - h_{ср2}) : \sqrt{(SI_{hср1} + SI_{hср2})},$$

где ошибка средней *S*_{hср} = ± *S* : √*n*; *n* – объем выборки. Коэффициент *t*_d сравнивали с критерием Стьюдента, для обеспечения уровня значимости 5% требуется *t*_d ≤ 1,96 [24].

Конечным этапом исследования была оценка соответствия прогнозируемой [7] и фактической высоты для различных форм карельской березы в ходе их роста в Ивантеевских культурах. Критерий согласия Пирсона рассчитывался как сумма квадратов отклонений фактических *h* от прогнозируемых *h'*, отнесенных к величинам *h'*. Если вычисленное значение χ² не превышает стандартного (χ²_ф < χ²_{ст}) при уровне значимости 0,05 (в данном случае χ²_ф < 3,84), можно утверждать, что отклонения фактической величины от теоретически ожидаемой вызваны случайными причинами, и прогноз подтвердился.

Для описания генотипов принята уточненная модель М.Г. Романовского. Узорчатость определяется присутствием аллели «+». Безузорчатые V-е формы в зависимости

Участие форм карельской березы в исследуемых культурах
The participation of karelian birch breeds in the crops under analysis

Год	Форма								Всего	
	I		II		III		«V»			
	экз.	p ₁ , %	экз.	p ₂ , %	экз.	p ₃ , %	экз.	p ₄ , %	экз.	%
культура № 1										
1974	121	25,42	145	30,42	52	10,86	158	33,3	476	100
1982	110	27,26	111	27,45	39	9,65	144	35,64	404	100
1986	103	28,53	90	24,93	28	7,75	140	38,79	361	100
2003	56	29,02	29	14,72	1	0,51	109	55,75	195	100
2013	51	31,83	6	3,77	–	–	102	64,40	159	100
культура № 2										
1974	118	22,26	117	22,07	64	12,13	231	43,54	530	100
1982	103	40,73	72	28,45	51	20,15	27	10,67	253	100
1986	95	47,14	42	20,79	39	19,3	26	12,87	202	100
2003	90	53,18	30	17,65	28	16,27	22	12,9	170	100
2013	79	54,04	25	17,12	22	15,06	20	13,7	146	100
культура № 3										
1974	92	23,61	62	15,74	43	10,91	196	49,74	394	100
1982	86	27,25	41	12,97	26	8,22	163	51,56	316	100
1986	75	29,41	23	8,92	19	7,45	138	54,22	255	100
2003	61	37,19	9	5,49	1	0,61	93	56,71	164	100
2013	49	39,2	4	3,2	1	0,8	71	56,8	125	100

от суммарного числа повторов домена *a* в генотипе, обозначили V_4 (4 повтора), V_5 (5 повторов), V_6 (6 повторов).

Результаты исследования

Полученные оценки встречаемости форм I-V березы карельской в исследуемых опытных культурах представлены в табл. 2.

Во всех трех культурах динамика изменения со временем соотношения форм сходна: возрастает доля быстрорастущих I и «V» форм и уменьшается доля наиболее ценных, медленнорастущих II и III форм. На формовой состав культуры № 2 повлияли рубки ухода, проведенные в 1976 г. При отсутствии рубок ухода медленнорастущие формы II и III в первую очередь выпадают из насаждений, особенно при загущенной посадке.

В культуре № 1, достигшей к лету 2013 г. 55 лет, III форма исчезла совсем; в культуре № 3 сохранилось одно дерево. Выборочная рубка быстрорастущих беззорчатых деревьев «V» формы (оставлено ~11,7 %) сохранила медленнорастущие особи II и III формы в насаждении № 2. В культуре № 3, где деревья III формы ис-

чезли почти полностью, в последние десятилетия несколько увеличилась доля I формы (рис. 4). Следует помнить, однако, что изменения эти относительны и абсолютное число деревьев I формы продолжает уменьшаться во всех культурах.

В среднем современная сохранность узорчатых форм карельской березы относительно учета 1974 г. в культуре № 1 составляет 17,9 %, и в культуре № 3 – 27,3 %. Зато в культуре № 2 – 42,1 %. Различия формовой структуры культур статистически не достоверны; но выборочная рубка быстрорастущих беззорчатых деревьев сохранила в культуре № 2 26 % наиболее ценных II и III формы.

По годам (срокам) наблюдений различия формового состава культур достоверны по обоим критериям *r* и *I*. В первые годы специфика обусловлена наследственными особенностями посадочного материала, полученного от разных скрещиваний; в последующие – дифференцированным отпадом форм. Формовой состав культур статистически достоверно изменялся от одного срока учета к другому. Нет достоверных различий

Критерий сходства формового состава культур (r) в разные годы учета
The criterion of similarity of form composition of crops (r) in different account years

Год	Сопоставляемые культуры		
	№ 1 / № 2	№ 1 / № 3	№ 2 / № 3
1974	0,8280±0,004	0,8664±0,004	0,8694±0,004
1982	0,9164±0,004	0,9076±0,004	0,9901±0,004
1986	0,8956±0,004	0,8872±0,004	0,9009±0,004
2003	0,9513±0,004	0,993±0,004	0,9495±0,004
2013	0,9275±0,004	0,9744±0,004	0,9821±0,004

Критерий идентичности формового состава (I) культур по годам
The criterion of identity of form composition (I) of crops (by years)

Год	Сопоставляемые культуры		
	№ 1 / № 2	№ 1 / № 3	№ 2 / № 3
1974	14,02	15,35	12,88
1982	22,3	10,26	21,87
1986	21,56	14,89	22,16
2003	19,69	21,33	20,45
2013	21,21	23,01	22,17

Высоты (h , м) деревьев I-»V» форм и их варьирование (S %) в культурах № 1-3
The height (h , m) of trees of I-»V» forms and their variation (S %) in crops No. 1-3

Год	Формы							
	I		II		III		«V»	
	h	S %	h	S %	h	S %	h	S %
1974	6,1±0,41	23,05	4,9±0,35	22,91	2,5±0,17	23,14	8,5±0,35	22,84
1982	7,5±0,34	23,67	5,8±0,23	25,12	3,7±0,22	20,67	12,2±0,44	23,65
1986	8,0±0,39	21,88	6,5±0,31	19,30	3,9±0,47	26,04	14,5±0,37	24,48
2003	11,8±0,25	24,40	10,3±0,22	26,28	5,1±0,2	21,11	20,2±0,73	24,36
2013	14,4±0,47	24,51	11,6±0,37	23,78	5,8±0,25	22,86	22,9±0,38	22,69

Коэффициенты достоверности (t_d) различий по высоте между формами
The reliability coefficients (t_d) of the differences in height between the forms

Год	I / II	I / III	I / «V»	II / III	II / «V»	III / «V»
1974	3,76	6,18	6,33	5,1	6,02	9,78
1982	3,15	6,42	6,25	4,87	6,36	10,09
1986	3,03	7,14	6,36	5,29	6,71	10,57
2003	2,87	8,35	7,77	7,31	7,64	11,6
2013	3,11	8,95	7,26	7,44	7,98	12,18

по критерию I только при сравнении 1974 г. и 1982 г. в культуре № 1 и 2003 и 2013 гг. в культуре № 2.

Попарное сопоставление формового состава культур по критериям r и I свидетельствует об их неповторимой индивидуальности

во все годы наблюдения. Критерий r намного превышает тройную ошибку оценки (табл. 3), а критерий I всегда больше 7,81 (табл. 4).

Средние высоты h форм в насаждениях № № 1÷3 представлены в табл. 5. Все формы характеризуется высокой степенью

Критерии согласия Пирсона для хода роста форм карельской березы (число повторов а)
Pearson's test used to calculate the progress of growth of the karelian birch forms (number of a repetitions of a)

Возраст, лет	Фактические данные h	Прогнозируемые величины h'	$h - h'$	$(h - h')^2$	$(h - h')^2 : h'$	χ^2
III форма, $a_0^+ a_1^0 (1a)$						
14	2,5	2	0,5	0,25	0,125	1,01
22	3,7	4,5	-0,8	0,64	0,14	
26	3,9	5	-1,1	1,21	0,24	
43	5,1	6,5	-1,4	1,96	0,30	
53	5,8	7	-1,2	1,44	0,205	
II форма, $a_0^+ a_2^0 (2a)$						
14	4,9	4	0,9	0,81	0,202	0,54
22	5,8	5,5	0,3	0,09	0,016	
26	6,5	7	-0,5	0,25	0,035	
43	10,3	9,5	0,8	0,64	0,067	
53	11,6	10,1	1,5	2,25	0,22	
I форма, $a_0^+ a_3^0 (3a)$						
14	6,1	5,1	1	1	0,19	0,24
22	7,5	7,5	0	0	0,00	
26	8	8,2	-0,2	0,04	0,004	
43	11,8	12,5	-0,7	0,49	0,039	
53	14,4	14,5	-0,1	0,01	0,00069	
V ₄ форма, $a_1^0 a_3^0, a_1^+ a_3^0$ или $a_2^0 a_2^0 (4a)$						
14	8,5	6,2	2,3	5,29	0,85	6,81
22	12,2	9	3,2	10,24	1,137	
26	14,5	11,2	3,3	10,89	0,97	
43	20,2	15	5,2	27,04	1,802	
53	22,9	17	5,9	34,81	2,047	
V ₅ форма, $a_2^0 a_3^0 (5a)$						
14	8,5	8,6	+0,1	0,01	0,001	0,21
22	12,2	12,4	+0,2	0,04	0,003	
26	14,5	14,1	-0,4	0,16	0,011	
43	20,2	18,9	+1,3	1,69	0,090	
53	22,9	21,4	+1,5	2,25	0,105	

Примечание. Полужирным выделено несоответствие оценок h и h' по критерию χ^2

изменчивости h , коэффициенты вариации h , исключая средний $S\%$ второй формы в 1986 г., относятся к категории высоких, $S \geq 20\%$ [23].

В табл. 6 приведены коэффициенты достоверности различий по высоте h между формами I÷«V». По h формы достоверно отличаются одна друг от другой в течение всех лет наблюдения культур карельской березы.

Ход роста высоты узорчатых форм (формы I÷III) соответствует ожиданию (рис. 1–4). Оценки χ^2 свидетельствуют о достаточной точности прогноза хода роста h (табл. 7). С прогнозом не согласуется только

ход роста h безузорчатой «V» формы. Но и его можно объяснить исходя из неоднородности безузорчатых деревьев и наличия у них вариантов генотипа (V_4 , V_5 и V_6) с разным числом повторов домена a .

Рост безузорчатых деревьев *Betula pendula* Roth. (L.) соответствует росту V_5 формы, содержащей в диплоидном геноме 5 повторов компетентной генетической информации, – $5a$. Деревья V_4 (4 повтора домена a) и быстрорастущие V_6 (6 повторов домена a) в Ивантеевских культурах отсутствуют (табл. 7).

Отсутствие в культурах деревьев с 4-я повторами a -домена, – $a_1^0 a_3^0$, $a_1^+ a_3^0$ или $a_2^0 a_2^0$,

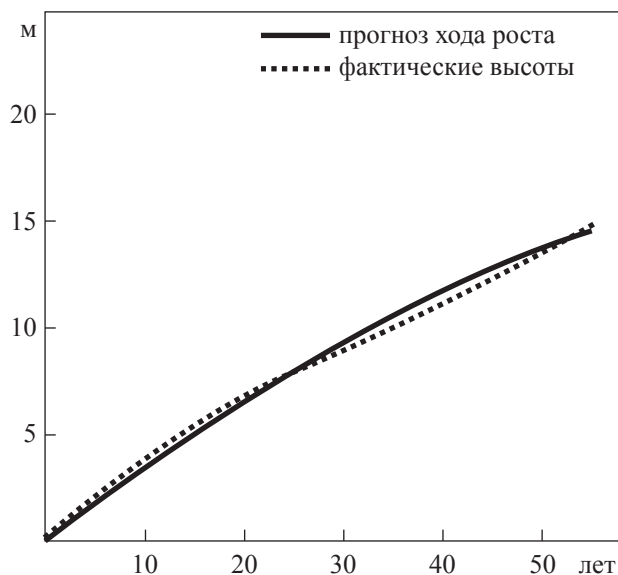


Рис. 1. Соответствие прогнозу хода роста I формы карельской березы

Fig. 1. The accordance of the growth progress of the I form of karelian birch with the forecast

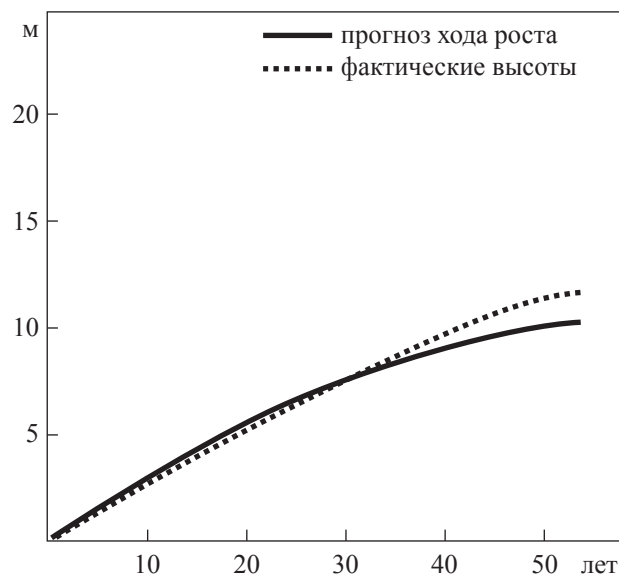


Рис. 2. Соответствие прогнозу хода роста II формы карельской березы

Fig. 2. The accordance of the growth progress of the II form of karelian birch with the forecast

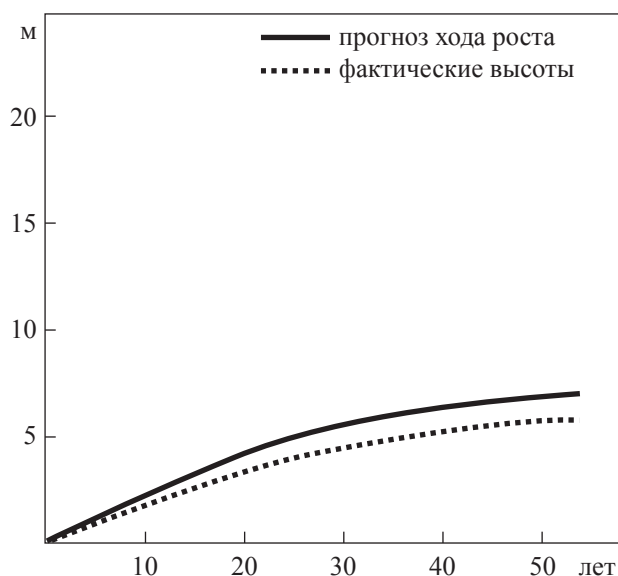


Рис. 3. Соответствие прогнозу хода роста III формы карельской березы

Fig. 3. The accordance of the growth progress of the III form of karelian birch with the forecast

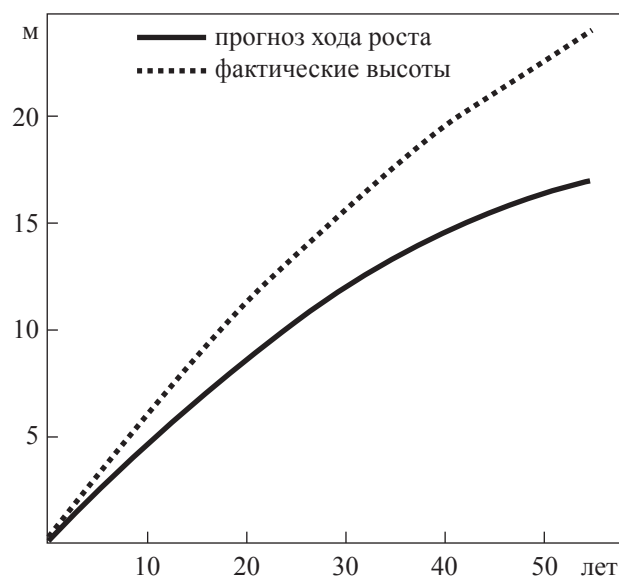


Рис. 4. Соответствие прогнозу хода роста «V» формы карельской березы

Fig. 4. The accordance of the growth progress of the «V» form of karelian birch with the forecast

$a_2^+a_2^0$, свидетельствует об отсутствии в генотипе родительских деревьев генов a_2^0 , a_2^+ и a_3^0 . Генотип скрещиваемых деревьев II формы карельской березы возможен только в виде $a_0^+a_2^0$.

Попытки согласовать формовую структуру Ивантеевских культур карельской березы с предложенной генетической моделью «узорчатости», основанной на сцеплении «+»

и аллели a_i , контролирующей рост в высоту, приводят нас к целому ряду нетривиальных выводов. Узорчатость у использованных деревьев II короткоствольной формы, передается только в сцеплении с аллелью a_0 . Другие формы сцепления кроме a_0^+ отсутствуют. Но a_0 – означает отсутствие активного варианта аллели a_i , ($i \geq 1$), отсутствие прироста и гибель потомков a_0a_0 .

Узорчатые генотипы, содержащие сцепление a_1^+ или a_2^+ , если они существуют в природе, дадут при искусственном опылении потомство, отличающееся по соотношению форм роста и возможно по жизнеспособности от приведенного выше (табл. 1). Будет ли соблюдаться в таких семьях правило Т. Ruden (узорчатые:безузорчатые = 1:1), не ясно. К сожалению, все опыты семенного размножения карельской березы, допускающие массовый статистический анализ, проведены на короткоствольных деревьях.

Выводы

Исследование культур, заложенных в 1959–1960 гг. на территории Ивантеевского лесопитомника саженцами, выращенными из семян II формы карельской березы, привело нас к следующим выводам:

1. Узорчатость древесины определяется наличием моногена «+» (A по Т. Ruden). Высота карельской березы полиаллелью a_i , сцепленной в отдельных случаях с «+». В Ивантеевских культурах ген узорчатости встречен только в сцеплении a_0^+ , то есть в сочетании с отсутствием активных вариантов a_i . Генотип деревьев II формы, использованных при размножении, – $a_2^0 a_0^+$.

2. Четвертая IV форма $a_0^+ a_0^0$ (обе аллели a_i не активны), существующая гипотетически и отличающаяся наиболее медленным ростом, в Ивантеевских культурах не обнаружена. Не отмечено ее наличие и при самых первых описаниях культур.

3. Формы III ($a_0^+ a_1^0$) и II ($a_0^+ a_2^0$), обладающие наиболее ценной древесиной, относятся к наиболее медленнорастущим в культурах Ивантеевского лесопитомника. Они в первую очередь выпадают из насаждений. В аппроксимациях хода роста по h II и III форм четко прослеживается отставание фактических высот от прогноза.

4. Быстрорастущая I форма карельской березы в культурах, созданных из потомства II формы, имеет генотип $a_0^+ a_3^0$ (узорчатый «+» и 3 повтора домена a в одной из аллелей). Ход роста по высоте I формы, не испытывающей угнетения в Ивантеевских культурах, точно соответствует ожиданию.

5. В Ивантеевских культурах карельской березы, созданных из семян II формы $a_2^0 a_0^+$, отсутствует быстрорастущая безузорчатая V_4 форма с 4-мя повторами домена a в аллелях a_i . Ее замещают безузорчатые деревья *Betula pendula* Roth. (L.) формы V_5 с 5-ю повторами a . Быстрорастущая прямослойная V_6 форма $a_3^0 a_3^0$ (6 повторов a) в культурах также не встречена. Ход роста по высоте безузорчатых деревьев соответствует V_5 форме березы.

6. При семенном размножении карельской березы в процессе образования гамет число повторов i домена a может изменяться. Это обстоятельство подтверждает высокую частоту конъюгации повторов и возможность неравного кроссинговера при расхождении гамет.

7. Для прогнозирования запасов ценной древесины в возрасте до 60 лет можно ориентироваться на модели хода роста в высоту, предложенные М.Г. Романовским.

8. Для увеличения выхода декоративной древесины с плантаций карельской березы, созданных из семян II формы, необходимо обеспечивать оптимальные условия развития форм замедленного роста [25–27]. Желательны рубки ухода в 10–15 лет, при которых из культуры убираются все быстрорастущие, по внешним признакам безузорчатые деревья. Возможны 2-приемные рубки в 10–12 и 15–20 лет.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки биогеоэкологической научной школы НШ-1858.2014.4.

Библиографический список

1. Соколов, Н.О. Карельская береза / Н.О. Соколов – Петрозаводск: Госиздат, 1950. – 114 с.
2. Любавская, А.Я. Анализ роста культур карельской березы в Московской области / А.Я. Любавская // Сб. статей по итогам договорных научно-исследовательских работ за 1971-1972 гг. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – С. 91–96.
3. Ruden T. Om valbjork og endedandre unormsle veddannelser hos bjork: On speckled birch («Mazerbirch») and some other forms of curled birch // Medd. Norske. Skogforsk. – 1954. – V. 43. – N 12. – P. 451-505.
4. Дубинин, Н.П. Генетика популяций и селекция / Н.П. Дубинин, Я.Л. Глембоцкий. – М.: Наука, 1967. – 592 с.

5. Царев, А.П. Селекция и репродукция лесных древесных пород: Учебник / А.П. Царев, С.П. Погиба, В.В. Тренин / Под ред. А.П. Царева. – М.: Логос, 2002. – 504 с.
6. Любавская, А.Я. Узорчатость древесины некоторых видов древесных пород как селекционный признак / А.Я. Любавская // Разработка основных систем селекции древесных пород: сб. докладов. – Ч. 1. – Рига: 1982. – С. 20–21.
7. Романовский, М.Г. Статистический подход к описанию полиморфизма карельской березы / М.Г. Романовский // Генетика. – 1986. – Т. 22. – № 1. – С. 86–94.
8. Романовский, М.Г. Групповая изменчивость количественных признаков / М.Г. Романовский. – Россия: Lambert Academic Publishing, 2011. – 114 с.
9. Погиба, С.П. Популяционно-генетический анализ карельской березы / С.П. Погиба // Науч. тр. МЛТИ, 1988. – С. 18.
10. Ермаков, В.И. Механизм адаптации березы к условиям Севера / В.И. Ермаков – Л.: Наука, 1986. – 144 с.
11. Евдокимов, А.П. Биология и культура карельской березы / А.П. Евдокимов – Л.: Ленингр. ун-т, 1989. – 224 с.
12. Роне, В.М. Генетический анализ лесных популяций / В.М. Роне – М.: Наука, 1980. – 160 с.
13. Погиба, С.П. Селекционно-генетические основы плантационного разведения карельской березы: дисс. ... канд. с.-х. наук / С.П. Погиба – М., 1988. – 16 с.
14. Животовский, Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам / Л.А. Животовский // Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С.38–44.
15. Бандер, В.Л. Карельская береза в Карельской АССР / В.Л. Бандер // Тр. Латвийской с-х академии. – 1959. – Вып. VIII. – С. 353–365.
16. Ветчинникова, Л.В. Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula L.* / Л.В. Ветчинникова – М.: Наука, 2005. – 296 с.
17. Коровин, В.В. Структурные аномалии стебля древесных растений / В.В. Коровин, Л.Л. Новицкая, Г.А. Курносов. – М.: МГУЛ, 2003. – 279 с.
18. Новицкая, Л.Л. Карельская береза: механизмы роста и развития структурных аномалий / Л.Л. Новицкая. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. – 144 с.
19. Белашев, Б.З. Влияние почвенного радона на появление ростовых аномалий у березы повислой и других растений / Б.З. Белашев, В.К. Болондинский // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. – Ч. 1. – Матер. V Всероссийской конф. с междунар. участ. – Апатиты: Кольский НЦ, 2014. – С. 68–72.
20. Карельская береза <http://karber.3dn.ru/> – Загл. с экрана.
21. Погиба, С.П. Динамика развития, состояния и сохранности опытно-производственных культур карельской березы / С.П. Погиба // Леса Евразии – Белые ночи Материалы III Международной конференции молодых ученых, посвященной 200-летию Высшего лесного образования в России и 200-летию Санкт-Петербургской лесотехнической академии – М.: МГУЛ, 2003 – С. 98–99
22. Любавская, А.Я. Селекция и интродукция карельской березы: дисс... докт. с.-х. наук / А.Я. Любавская – М., 1969. – 48 с.
23. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 284 с.
24. Погиба, С.П. Методы количественной генетики в лесной селекции: Методические рекомендации к лабораторным работам / С.П. Погиба, Г.А. Курносов, Е.В. Казанцева – М.: МГУЛ, 2003. – 36 с.
25. Лаур, Н.В. Селекционные методы разведения карельской березы / Н.В. Лаур – Петрозаводск: Петр. ГУ, 2002. – 29 с.
26. Лаур, Н.В. Использование и выращивание карельской березы / Н.В. Лаур // Труды лесоинженерного факультета – Вып. 5 – Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. – С. 61–64.
27. Лаур, Н.В. Лесная селекция и семеноводство в Карелии / Н.В. Лаур – М.: МГУЛ, 2012. – 160 с.

IVANTEEVSKY BREEDS OF KARELIAN BIRCH

Kononov V.V., MFSU⁽¹⁾; **Makhrova T.G.**, Senior Lecturer MFSU⁽¹⁾; **Romanovsky M.G.**, Dr.Sci. (Biology), Forest Science Institute RAS⁽²⁾

mathilda2604@mail.ru, michrom@mail.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MFSU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytischy, Moscow reg., Russia

⁽²⁾ Forest Science Institute RAS, Sovetskaya st., 21, 141030, vil. Uspenskoye, Odintsovsky dist., Moscow reg., Russia

The authors of the article have analyzed the form composition of one of the oldest cultures of the karelian birch in the Moscow region. Several models, according to which wood veining is inherited, are analyzed. The accordance of the real form and structure of plantations to the theoretical models is discussed. The form structure of three karelian birch cultures in the Ivanteevky forest nursery, which grew from the seeds of «2-form» short-stem trees, was studied in 1974, 1982, 1986, 2003 and 2013. The index of population resemblance was calculated, it was estimated by means of identity criterion. Pairwise comparison of form structure of the cultures indicates their inimitable individuality during all the years of observation. During the early ages the specificity was explained by the hereditary traits of the planting material; in the next years – by the differentiated loss of forms. As the time goes, the amount of fast-growing forms in all the cultures increases, when the amount of slow-growing forms decreases. All the forms are characterized by a high degree of changeability in height and differ from each other in this criterion during all the years of observation of the cultures of the karelian birch. The growth progress in height of ornamental forms corresponds to the theoretically expected result, which is confirmed by Pearson's chi-squared test. Basing on the research carried out, the authors put forward the proposals concerning the genotypes and inheritance mechanisms of wood veining in the studied forms of the karelian birch in the cultures of the Ivanteevsky nursery forest garden.

Keywords: karelian birch, the growth progress, wood veining, form diversity

References

1. Sokolov, N.O. *Karel'skaya bereza* [Karelian birch]. Petrozavodsk: Gosizdat, 1950. 114 p.
2. Lyubavskaya, A.Ya. *Analiz rosta kul'tur karel'skoy berezy v Moskovskoy oblasti* [Analysis of crop growth of karelian birch in the Moscow region]. *Sbornik statey po itogam dogovornykh nauchno-issledovatel'skikh rabot za 1971-1972 gg.* [Collection of articles on the results of the treaty of research works for 1971-1972]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1974. pp. 91-96.
3. Ruden T. Om valbjork og endedandre unormsle vedddannelser hos bjork: On speckled birch («Mazerbirch») and some other forms of curled birch. *Medd. Norske. Skogforsk.* 1954. V. 43. N 12. pp. 451-505.
4. Dubinin, N.P., Glembotskiy, Ya.L. *Genetika populyatsiy i selektsiya* [Population genetics and breeding]. Moscow: Nauka, 1967. 592 p.
5. Tsarev, A.P., Pogiba, S.P., Trenin V.V. *Selektsiya i reproduktsiya lesnykh drevesnykh porod* [Breeding and reproduction of forest tree species]. Moscow: Logos, 2002. 504 p.
6. Lyubavskaya, A.Ya. *Uzorchatost' drevesiny nekotorykh vidov drevesnykh porod kak selektsionnyy priznak* [The intricacy of some wood species as breeding grounds]. *Razrabotka osnovnykh sistem selektsii drevesnykh porod* [Development of the basic breeding systems of tree species]. Riga: 1982. pp. 20-21.
7. Romanovskiy, M.G. *Statisticheskiy podkhod k opisaniyu polimorfizma karel'skoy berezy* [Statistical approach to the description of polymorphism karelian birch]. *Genetika* [Genetics] 1986. T. 22. № 1. pp. 86-94.
8. Romanovskiy, M.G. *Grupповaya izmenchivost' kolichestvennykh priznakov* [Group variability of quantitative traits]. Moscow: Lambert Academic Publishing, 2011. 114 p.
9. Pogiba, S.P. *Populyatsionno-geneticheskiy analiz karel'skoy berezy* [Population genetic analysis of karelian birch]. Scientific papers of MFTI. 1988. p. 18.
10. Ermakov, V.I. *Mekhanizm adaptatsii berezy k usloviyam Severa* [The adaptation mechanism of the birch to the conditions of the North]. Leningrad: Nauka, 1986. 144 p.
11. Evdokimov, A.P. *Biologiya i kul'tura karel'skoy berezy* [Biology and culture of karelian birch]. Leningrad: Leningr. un-t, 1989. 224 p.
12. Rone, V.M. *Geneticheskiy analiz lesnykh populyatsiy* [Genetic analysis of forest populations]. Moscow: Nauka, 1980. 160 p.
13. Pogiba, S.P. *Selektsionno-geneticheskie osnovy plantatsionnogo razvedeniya karel'skoy berezy: dis... kand. s.-kh. nauk* [Breeding and genetic basis of plantation cultivation karelian birch: dissertation of candidate of agricultural sciences]. Moscow, 1988. 16 p.
14. Zhivotovskiy, L.A. *Pokazateli populyatsionnoy izmenchivosti po polimorfnykh pri-znakam* [Indicators of population variability in polymorphic characteristics]. *Fenetika populyatsiy* [The population phenetics]. Moscow: Nauka, 1982. pp. 38-44.
15. Bander, V.L. *Karel'skaya bereza v Karel'skoy ASSR* [Karelian birch in the Karelian ASSR]. *Tr. Latviyskoy s-kh akademii* [Scientific papers of the Latvian Academy of agriculture] 1959. Vyp. VIII. pp. 353-365.
16. Vetchinnikova, L.V. *Karel'skaya bereza i drugie redkie predstaviteli roda Betula L.* [Karelian birch and other rare species Betula L.]. Moscow: Nauka, 2005. 296 p.
17. Korovin, V.V., Novitskaya, L.L., Kurnosov G.A. *Strukturnye anomalii steblya drevesnykh rasteniy* [Structural abnormalities of the stem of woody plants]. Moscow: MGUL, 2003. 279 p.
18. Novitskaya, L.L. *Karel'skaya bereza: mekhanizmy rosta i razvitiya strukturnykh anomaliy* [Karelian birch: mechanisms of growth and development of structural abnormalities]. Petrozavodsk: KarNTs RAN, 2008. 144 p.
19. Belashev, B.Z., Bolondinskiy V.K. *Vliyanie pochvennogo radona na poyavlenie rostovykh anomaliy u berezy povisloy i drugikh rasteniy.* [The influence of soil gas radon concentration on the appearance of growth abnormalities in birch and other plants]. *Ekologicheskies problemy severnykh regionov i puti ikh resheniya.* [Environmental problems of the Northern regions and their solutions]. Materialy V Vserossiyskoy konf. s mezhdunar. uchast. Ch.1. Apatity: Kol'skiy NTs, 2014. pp. 68-72.
20. *Karel'skaya bereza* [Karelian birch] [Elektronnyy resurs]: *sayt o karel'skoy bereze* [the website of karelian birch]. Rezhim dostupa: <http://karber.3dn.ru>.
21. Pogiba, S.P. *Dinamika razvitiya, sostoyaniya i sokhrannosti opytно-proizvodstvennykh kul'tur karel'skoy berezy* [Dynamics of development, status and security of experimental-industrial cultures karelian birch]. *Lesa Evrazii – Belye nochi Materialy III Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchenoy 200-letiyu Vysshego lesnogo obrazovaniya v Rossii i 200-letiyu Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Forests of Eurasia – White nights. Proceedings of III International conference of young scientists, dedicated to the 200th anniversary of Higher forestry education in Russia and the 200th anniversary of St.-Petersburg forest technical Academy] Moscow: MGUL, 2003. pp. 98-99
22. Lyubavskaya, A.Ya. *Selektsiya i introduktsiya karel'skoy berezy. Avtoref. diss... dokt. s.-kh. nauk* [Selection and introduction of Karelian birch: dissertation of doctor of agricultural sciences]. Moscow, 1969. 48 p.
23. Mamaev, S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy* [Forms of intraspecific variation of woody plants]. Moscow: Nauka, 1973. 284 p.
24. Pogiba, S.P., Kurnosov G.A., Kazantseva E.V. *Metody kolichestvennoy genetiki v lesnoy selektsii: Metodicheskie rekomendatsii k laboratornym rabotam* [Methods of quantitative genetics in forest breeding: guidelines for laboratory work]. Moscow: MGUL, 2003. 36 p.
25. Laur, N.V. *Selektsionnye metody razvedeniya karel'skoy berezy* [Methods of breeding karelian birch]. Petrozavodsk: Petr. GU, 2002. 29 p.
26. Laur, N.V. *Ispol'zovanie i vyrashchivanie karel'skoy berezy* [The use and cultivation of Karelian birch]. *Trudy lesoinzhenernogo fakul'teta* [Scientific papers of the faculty of forest engineering]. V. 5. Petrozavodsk: PetrGU, 2005. pp. 61-64.
27. Laur, N.V. *Lesnaya selektsii i semenovodstvo v Karelii* [Forest selection and seed production in Karelia]. Moscow: MGUL, 2012. 160 p.

ДРЕВЕСНЫЕ ИНТРОДУЦЕНТЫ В СОСТАВЕ НАСАЖДЕНИЙ ВДНХ

Т.Г. МАХРОВА, *ст. пр. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*⁽¹⁾,
А.Ю. САПЕЛИН, *ст. пр. каф. декоративного растениеводства МГУЛ*⁽¹⁾

mathilda2604@mail.ru, c.a@inbox.ru

⁽¹⁾ ФБГОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д.1, МГУЛ

Зеленые насаждения ВДНХ представляют собой уникальную коллекцию древесных растений, которые произрастают в городской среде в течение длительного времени. Данная статья – наиболее полное на сегодняшний день описание современного состояния коллекции деревьев и кустарников ВДНХ. Авторами впервые установлен видовой состав интродуцированных деревьев и кустарников, которые растут на территории ВДНХ, с описанием их местоположения и условий произрастания. Исследуемые виды разделены на группы по происхождению и долговечности, авторами оценен вклад каждой группы в формирование насаждений. Ими оценена декоративность исследуемых видов в 50–60-летнем возрасте, а также перспективность их использования в условиях Московского региона. Выделены вполне перспективные, перспективные и малоперспективные виды, установлены регионы – источники наиболее перспективных интродуцентов для зеленого строительства города Москвы. Большая часть исследуемых видов признана способной сохранять высокую степень декоративности в условиях высокой антропогенной нагрузки в течение нескольких десятилетий. Прослежена взаимосвязь некоторых показателей перспективности и декоративности растений между собой. Определяющим показателем для перспективности растений при выращивании в данной климатической зоне признана их зимостойкость и тесно связанная с ней степень вызревания побегов. На декоративность исследуемых видов наибольшее влияние оказывают характеристики цветения. Установлено, что перспективность растений слабо влияет на их декоративные качества. В то же время как перспективность, так и декоративность исследуемых интродуцентов слабо связаны с их долговечностью.

Ключевые слова: ВДНХ, зеленые насаждения, интродуценты.

Немногие посетители ВДНХ представляют себе, какой богатейшей коллекцией древесных и кустарниковых растений располагают зеленые насаждения главной выставки страны. Их основу составляют так называемые «экзоты» или «интродуценты» – деревья и кустарники, не произрастающие естественно в наших лесах. За те годы, что создание зеленого наряда ВДНХ курировал Н.В. Цицин, на ее территории было высажено более 200 видов и сортов деревьев и кустарников [1, 2]. Нами было обнаружено 107 видов древесных интродуцентов, принадлежащих к 67 родам и 27 семействам. Определение систематического положения интродуцентов показало, что в их составе преобладают представители семейств *Rosaceae* Juss. и *Pinaceae* Lindl. (28 и 17 % от общего числа интродуцентов соответственно).

Выявленные интродуценты по географическому происхождению были разделены на 6 групп: 1) североамериканские растения; 2) дальневосточные растения; 3) растения Сибири; 4) растения Западной Европы; 5) растения Средней Азии; 6) растения Кавказа.

Географическое происхождение указывается по «Ареалам деревьев и кустарников Северного полушария» [3]. Наибольшую долю в составе насаждений ВДНХ составляют деревья и кустарники, происходящие из Северной Америки и Дальнего Востока (30 и 32 % от общего числа интродуцентов соответственно), интродуценты же с Кавказа и из Средней Азии вносят совсем небольшой вклад в формирование зеленого наряда ВДНХ.

По долговечности исследованные растения были разделены на 3 группы [4]: 1) долговечные (продолжительность жизни для деревьев более 200 лет, для кустарников – более 100 лет); 2) – средней долговечности (100–200 лет для деревьев и 25–50 для кустарников); 3) – недолговечные (до 100 лет для деревьев и до 25 лет для кустарников). Отмечено, что среди деревьев, составляющих зеленые насаждения ВДНХ, преобладают долговечные растения, а среди кустарников – недолговечные.

Оценка перспективности исследуемых растений проводилась по методике Главного Ботанического сада РАН [5]. По итогам исследований интродуценты, составляющие

Характеристика древесных интродуцентов ВДНХ
The characteristics of the introduced woody plants of VDNKh

№ п/п	Вид	Происхождение	Жизненная форма	Долговечность	Перспективность	Декоративность
<i>Aceraceae</i> Juss.						
1	<i>Acer campestre</i> L.	Европа	дерево	ум. долг.	персп.	Средняя
2	<i>A. ginnala</i> Maxim.	Дальний Восток	дерево	недолг.	вп. персп.	Высокая
3	<i>A. mono</i> Maxim	Дальний Восток	дерево	ум. долг.	вп. персп.	Средняя
4	<i>A. negundo</i> L.	Северная Америка	дерево	недолг.	вп. персп.	Низкая
5	<i>A. saccharinum</i> L.	Северная Америка	дерево	ум. долг.	вп. персп.	Средняя
6	<i>A. tataricum</i> L.	Дальний Восток	дерево	недолг.	вп. персп.	Высокая
<i>Anacardiaceae</i> Lindl.						
7	<i>Cotinus coggigria</i> Scop.	Средняя Азия	кустарник	ум. долг.	вп. персп.	Высокая
8	<i>Rhus typhina</i> L.	Северная Америка	дерево	ум. долг.	персп.	Высокая
<i>Berberidaceae</i> Juss.						
9	<i>Berberis thunbergii</i> DC	Дальний Восток	кустарник	недолг.	персп.	Высокая
10	<i>Mahonia aguifolium</i> (Pursh) Nutt.	Северная Америка	кустарник	долговеч.	мен. персп.	Высокая
<i>Betulaceae</i> Gray						
11	<i>Betula papyfera</i> Marshall	Северная Америка	дерево	ум. долг.	вп. персп.	Средняя
12	<i>B. pendula</i> var. <i>carelica</i> (Merckl.) Haemet-Ahti	Европа	дерево	ум. долг.	персп.	Средняя
13	<i>Corylus colurna</i> L.	Кавказ	дерево	долговеч.	вп. персп.	Средняя
14	<i>C. heterophylla</i> Fisch. et Trautv.	Дальний Восток	кустарник	недолг.	вп. персп.	Средняя
<i>Caprifoliaceae</i> Juss.						
15	<i>Diervilla rivularis</i> Gatt.	Северная Америка	кустарник	ум. долг.	мен. персп.	Высокая
16	<i>Lonicera caerulea</i> L.	Европа	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
17	<i>L. tatarica</i> L.	Средняя Азия	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
18	<i>Sambucus nigra</i> L.	Европа	кустарник	ум. долг.	персп.	Высокая
19	<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) Blake	Северная Америка	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
20	<i>Viburnum lantana</i> L.	Европа	кустарник	ум. долг.	вп. персп.	Высокая
<i>Celastraceae</i> R. Br.						
21	<i>Euonymus europaeus</i> L.	Европа	кустарник	долговеч.	вп. персп.	Средняя
22	<i>E. maximowiczianus</i> Prokh.	Дальний Восток	кустарник	долговеч.	вп. персп.	Высокая
<i>Cupressaceae</i> Bartl.						
23	<i>Juniperus sabina</i> L.	Средняя Азия	кустарник	долговеч.	персп.	Высокая
24	<i>Thuja occidentalis</i> L.	Северная Америка	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
<i>Elaeagnaceae</i> Juss.						
25	<i>Elaeagnus argentea</i> Pursh.	Северная Америка	кустарник	долговеч.	вп. персп.	Высокая
<i>Ericaceae</i> Juss.						
26	<i>Rhododendron japonicum</i> (A.Gray) Suringar	Дальний Восток	кустарник	ум. долг.	вп. персп.	Высокая
27	<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet	Кавказ	кустарник	ум. долг.	вп. персп.	Высокая

№ п/п	Вид	Происхождение	Жизненная форма	Долговечность	Перспективность	Декоративность
<i>Fabaceae</i> Lindl.						
28	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	Сибирь	кустарник	ум. долг.	вп. персп.	Высокая
29	<i>Maackia amurensis</i> Rupr. et Maxim.	Дальний Восток	дерево	ум. долг.	вп. персп.	Средняя
30	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Северная Америка	дерево	ум. долг.	персп.	Высокая
<i>Fagaceae</i> Dumort.						
31	<i>Quercus rubra</i> L.	Северная Америка	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
<i>Ginkgoaceae</i> Engelm.						
32	<i>Ginkgo biloba</i> L.	Дальний Восток	дерево	долговеч.	мен. персп.	Средняя
<i>Grossulariaceae</i> Mill.						
33	<i>Ribes alpinum</i> L.	Европа	кустарник	недолг.	вп. персп.	Средняя
34	<i>R. aureum</i> Pursh.	Северная Америка	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
<i>Hippocastanaceae</i> DC.						
35	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Европа	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
<i>Hydrangeaceae</i> Dumort.						
36	<i>Deutzia scabra</i> Thumb.	Дальний Восток	кустарник	недолг.	персп.	Высокая
37	<i>Hydrangea arborescens</i> L.	Северная Америка	кустарник	недолг.	мен. персп.	Высокая
38	<i>H. paniculata</i> Siebold	Дальний Восток	кустарник	недолг.	мен. персп.	Высокая
39	<i>Philadelphus coronarius</i> L.	Европа	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
40	<i>Ph. microphyllus</i> A. Gray	Северная Америка	кустарник	недолг.	персп.	Высокая
41	<i>Ph. schrenkii</i> Rupr.	Дальний Восток	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
<i>Juglandaceae</i> A. Rich ex Kunth						
42	<i>Juglans cinerea</i> L.	Северная Америка	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
43	<i>J. mandshurica</i> Maxim.	Дальний Восток	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
44	<i>J. regia</i> L.	Средняя Азия	дерево	долговеч.	мен. персп.	Средняя
<i>Magnoliaceae</i> Juss.						
45	<i>Magnolia acuminata</i> (L.) L.	Северная Америка	дерево	долговеч.	мен. персп.	Средняя
<i>Moraceae</i> Link						
46	<i>Morus alba</i> L.	Дальний Восток	дерево	ум. долг.	мен. персп.	Средняя
<i>Oleaceae</i> Hoff. et Link						
47	<i>Forsythia ovata</i> Nakai	Дальний Восток	кустарник	недолг.	мен. персп.	Высокая
48	<i>Fraxynus pennsylvannica</i> Marsh.	Северная Америка	дерево	долговеч.	вп. персп.	Средняя
49	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Европа	кустарник	долговеч.	персп.	Высокая
50	<i>Syringa amurensis</i> Rupr.	Дальний Восток	кустарник	долговеч.	персп.	Высокая
51	<i>S. josikaea</i> Jacq. f. ex Rchb.	Европа	кустарник	долговеч.	вп. персп.	Средняя
52	<i>S. vulgaris</i> L.	Европа	кустарник	долговеч.	вп. персп.	Средняя
<i>Pinaceae</i> Lindl.						
53	<i>Abies concolor</i> (Gordon ex Glend) Lindl. ex Hildebr.	Северная Америка	дерево	долговеч.	мен. персп.	Высокая
54	<i>A. nephrolepis</i> (Trautv. ex Maxim.) Maxim.	Дальний Восток	дерево	долговеч.	вп. персп.	Средняя
55	<i>A. sibirica</i> Ledeb.	Сибирь	дерево	долговеч.	вп. персп.	Средняя
56	<i>Larix decidua</i> Mill	Европа	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая

№ п/п	Вид	Происхождение	Жизненная форма	Долговечность	Перспективность	Декоративность
57	<i>L. japonica</i> (Regel.) Pilg.	Дальний Восток	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
58	<i>L. sibirica</i> Ledeb.	Сибирь	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
59	<i>Picea omorica</i> (Pančić) Purk.	Европа	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
60	<i>P. pungens</i> Engelm.	Северная Америка	дерево	долговеч.	вп. персп.	Средняя
61	<i>P. schrenkiana</i> Fisch. et C.A.Mey.	Средняя Азия	дерево	долговеч.	персп.	Средняя
62	<i>Pinus mugo</i> Turra	Европа	дерево	ум. долг.	вп. персп.	Высокая
63	<i>P. nigra</i> Arn.	Европа	дерево	долговеч.	персп.	Высокая
64	<i>P. peuce</i> Griseb.	Европа	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
65	<i>P. ponderosa</i> Douglas ex Lawson	Северная Америка	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
66	<i>P. sibirica</i> Du Tour	Сибирь	дерево	долговеч.	вп. персп.	Средняя
67	<i>P. strobus</i> L.	Северная Америка	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
68	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	Северная Америка	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
69	<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carriere	Северная Америка	дерево	ум. долг.	персп.	Средняя
<i>Rosaceae</i> Juss.						
70	<i>Amelanchier ovalis</i> Medik.	Кавказ	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
71	<i>Amigdalus</i> sp.	Кавказ	кустарник	недолг.	мен. персп.	Высокая
72	<i>Armeniaca mandshurica</i> (Maxim.) Skvortsov	Дальний Восток	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
73	<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott	Северная Америка	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
74	<i>Cerasus tomentosa</i> (Thunb.) Wall.	Дальний Восток	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
75	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Spach	Дальний Восток	кустарник	недолг.	мен. персп.	Высокая
76	<i>Cotoneaster lucidus</i> Schltr.	Дальний Восток	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
77	<i>C. multiflorus</i> Bunge	Сибирь	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
78	<i>Crataegus dahurica</i> Koehne	Дальний Восток	дерево	ум. долг.	вп. персп.	Высокая
79	<i>C. monogyna</i> Jacq.	Европа	кустарник	долговеч.	персп.	Высокая
80	<i>C. submollis</i> Sarg.	Северная Америка	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
81	<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.	Сибирь	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
82	<i>M. mandshurica</i> (Maxim.) Komar.	Дальний Восток	дерево	долговеч.	персп.	Высокая
83	<i>M. niedzwetzkyana</i> (Dieck.) Lihonos	Средняя Азия	дерево	долговеч.	персп.	Высокая
84	<i>Padus virginiana</i> (L.) Mill.	Северная Америка	дерево	ум. долг.	вп. персп.	Высокая
85	<i>Pentaphylloides fruticosa</i> (L.) O. Schwarz	Дальний Восток	кустарник	ум. долг.	вп. персп.	Высокая
86	<i>Physocarpus opulifolius</i> (Torr.) Coult.	Северная Америка	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
87	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	Средняя Азия	дерево	ум. долг.	персп.	Высокая
88	<i>Pyrus communis</i> L.	Европа	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
89	<i>P. ussuriensis</i> Maxim.	Дальний Восток	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
90	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	Дальний Восток	кустарник	ум. долг.	вп. персп.	Высокая

№ п/п	Вид	Происхождение	Жизненная форма	Долговечность	Перспективность	Декоративность
91	<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Braun	Дальний Восток	кустарник	недолг.	персп.	Высокая
92	<i>Spiraea betulifolia</i> Pall.	Дальний Восток	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
93	<i>S. chamaedryfolia</i> L.	Сибирь	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
94	<i>S. japonica</i> L.	Дальний Восток	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
95	<i>S. nipponica</i> Maxim.	Дальний Восток	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
96	<i>S. salicifolia</i> L.	Сибирь	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
97	<i>Stephanandra incica</i> (Thunb.) Zabel.	Дальний Восток	кустарник	недолг.	вп. персп.	Высокая
<i>Rutaceae</i> Juss.						
98	<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	Дальний Восток	дерево	долговеч.	персп.	Высокая
<i>Salicaceae</i> Mirb.						
99	<i>Populus balsamifera</i> L.	Северная Америка	дерево	долговеч.	вп. персп.	Средняя
100	<i>P. laurifolia</i> Ledeb.	Сибирь	дерево	ум. долг.	вп. персп.	Высокая
101	<i>P. suaveolens</i> Fisch.	Сибирь	дерево	ум. долг.	вп. персп.	Высокая
102	<i>Salix caspica</i> Pall.	Средняя Азия	кустарник	недолг.	персп.	Высокая
<i>Taxaceae</i> Gray						
103	<i>Taxus baccata</i> L.	Европа	дерево	долговеч.	персп.	Высокая
<i>Tiliaceae</i> Juss.						
104	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Европа	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
<i>Ulmaceae</i> Mirb.						
105	<i>Ulmus pumila</i> L.	Сибирь	дерево	долговеч.	вп. персп.	Высокая
<i>Vitaceae</i> Juss.						
106	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Северная Америка	лиана	ум. долг.	персп.	Высокая
107	<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	Дальний Восток	лиана	ум. долг.	персп.	Средняя

насаждения ВДНХ, могут быть разделены на вполне перспективные, перспективные и менее перспективные, при этом большая часть наиболее перспективных для условий Москвы растений происходит с Дальнего Востока и из Северной Америки.

Декоративность растений оценивалась по методике, разработанной учеными Архангельского государственного технического университета [6] специально для интродуцентов, длительное время растущих в городских насаждениях. Большинство интродуцированных деревьев и кустарников, произрастающих на территории ВДНХ, могут быть отнесены к высокодекоративным, низкой декоративностью обладает единственный вид – *Acer negundo* L.

По результатам исследований была составлена сводная таблица, включающая все оцененные показатели по каждому виду

изученных интродуцентов (табл. 1). Названия растений приведены по Черепанову [7].

В литературе имеются указания [8, 9] о том, что некоторые показатели перспективности и декоративности растений связаны между собой. По общепринятым методикам статистических расчетов [10] нами были вычислены коэффициенты корреляции между некоторыми составляющими перспективности и декоративности исследуемых растений (табл. 2).

Полученные результаты дают возможность утверждать, что перспективность растений для выращивания в данной климатической зоне тесно связана с зимостойкостью, в то время как декоративные качества растений связаны с зимостойкостью весьма слабо: растение вполне может быть недостаточно зимостойким для данных условий, но при этом сохранять декоративность (например *Deutzia*

Теснота связи отдельных показателей перспективности и декоративности
The connection between the selected indicators of viability and ornamentality

Показатели	<i>r</i>	<i>t_r</i>
зимостойкость/наличие повреждений	0,174	19,02
зимостойкость/декоративность кроны	0,084	8,97
зимостойкость/вызревание побегов	0,832	28,55
зимостойкость/обилие цветения	0,128	13,79
зимостойкость/происхождение	0,004	6,42
вызревание побегов/наличие повреждений	0,098	10,49
вызревание побегов/ декоративность кроны	0,175	19,14
способность к генеративному размножению/обилие цветения	0,323	38,23
перспективность/способность к генеративному размножению	0,445	58,82
перспективность/зимостойкость	0,799	23,22
перспективность/долговечность	0,02	2,12
декоративность/сохранение формы кроны	0,027	2,86
декоративность/зимостойкость	0,05	5,31
декоративность/длительность цветения	0,484	67,00
декоративность/обилие цветения	0,725	16,00
декоративность/величина цветка	0,555	8,02
декоративность/долговечность	0,08	8,53
перспективность/декоративность	0,04	4,25

scabra или *Ligustrum vulgare*). Зимостойкость тесно связана с вызреванием побегов – если побеги интродуцированного растения не успевают одревеснеть до наступления низких температур, зимостойкость растения снижается. В то же время наличие повреждений и, как следствие, декоративность кроны, слабо связаны с зимостойкостью: растение может получить повреждения не только в результате длительного воздействия низких температур. Со способностью растений к генеративному размножению перспективность связана умеренно – многие интродуцированные виды успешно размножаются в питомниках вегетативным путем и отнесение их к более низкой группе перспективности по причине невозможности генеративного размножения не может считаться обоснованным. В той же степени способность к генеративному размножению связана с обилием цветения: большое количество цветков на растении не всегда обуславливает большое количество всхожих семян. С обилием цветения тесно связана декоративность; с другими показателями цветения, длительностью и размером цветков – декоративность связана значительно. Декоративность и сохранение формы кроны

связаны слабо: такие растения, как *Mahonia aquifolium*, могут не сохранять присущую им в природе крону, но декоративность их от этого не снижается. Как перспективность, так и декоративность исследуемых интродуцентов слабо связаны с их долговечностью. Можно предположить, что, поскольку возраст основной массы растений, образующих насаждения ВДНХ, 50–60 лет, интродуценты, оказавшиеся неперспективными для выращивания в климатических условиях Москвы, за этот срок выпали.

Исследования уникальной коллекции древесных растений ВДНХ должны быть продолжены для получения более полной картины динамики развития городских зеленых насаждений в течение нескольких десятилетий. Список таксонов интродуцированных деревьев и кустарников будет пополняться за счет видов, чье систематическое положение и местонахождение на территории подлежит уточнению.

Библиографический список

1. Кукушкин, В.А. Путеводитель по ВДНХ СССР / В.А. Кукушкин. – М.: ВДНХ СССР, 1984 – 60 с.
2. Толмачева, И.А. Зеленые маршруты Главной выставки / И.А. Толмачева. – М.: ВДНХ СССР, 1989 – 24 с.

3. Потапова, Е.Ю. Ареалы деревьев и кустарников северного полушария: учебно-методическое пособие / Е.Ю. Потапова, А.А. Щербинина. – М.: МГУЛ, 2009. – 64 с.
4. Колесников, А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 703 с.
5. Лапин, П.И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П.И. Лапин, С.В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М.: Наука, 1973. – С. 7–67.
6. Бабич, Н.А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов / Н.А. Бабич, О.С. Залывская, Г.И. Травникова. Архангельск: Архангельский ГТУ, 2008. – 144 с.
7. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С.К. Черепанов – СПб., 1995. – 516 с.
8. Булах, П.Е. Теория и методы прогнозирования в интродукции растений / П.Е. Булах – Киев: Наукова думка, 2010. – 110 с.
9. Гонтарь, О.Б. Зеленое строительство в городах Мурманской области / О.Б. Гонтарь, В.К. Жиров, Л.А. Казаков, Е.А. Святковская, Н.Н. Тростенюк – Апатиты: Кольский научный центр РАН, 2010. – 244 с.
10. Свалов, Н.Н. Вариационная статистика / Н.Н. Свалов – М.: МГУЛ, 1996. – 77 с.

THE INTRODUCED SPECIES OF TREES AND SHRUBS IN THE PLANTATIONS OF VDNKH

Makhrova T.G., Senior Lecturer MFSU⁽¹⁾; Sapelin A.Yu., Senior Lecturer MFSU⁽¹⁾

mathilda2604@mail.ru, c.a@inbox.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MFSU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytischki, Moscow reg., Russia

The VDNKh plantations are a unique collection of woody plants which have been growing in the urban environment for a long time. This article is the fullest description of the current state of VDNH collection of trees and bushes at the moment. The authors were the first to identify the introduced species of trees and shrubs that grow at the VDNH territory, with regard to their location and growth conditions. The species under consideration are divided into various groups according to their origin and life duration, the contribution of each group to the formation of plantations has been estimated by the authors. The authors have also estimated the ornamentality of the trees of 50-60-year age, including the prospects of their use in the Moscow region. Fairly promising species, promising species and species of little promise have been singled out, the regions which are the sources of the most prospective introducents for the “green building” of Moscow have been singled out as well. The most part of the species under analysis is capable of keeping a high degree of ornamentality during several decades in the conditions of high anthropogenic effect. The interconnection between certain indicators of plant prospects and plant ornamentality has been traced. Winter resistance and the degree of sprout ripening closely related to it have been recognized as the key factors for plant prospects during their growth in the given climatic zone. The characteristics of blossoming have the biggest influence on the ornamentality of the kinds under analysis. It has been proved that plant prospects practically do not have impact on their ornamental qualities. At the same time, either plant prospects or plant ornamentality of the studied introducents are hardly connected with their life duration.

Keywords: VDNKh, plantations, introduced species

References

1. Kukushkin V.A. *Putevoditel' po VDNKh SSSR* [Guide to the exhibition of economic achievements of the USSR]. Moscow: VDNKh SSSR, 1984, 60 p.
2. Tolmacheva I.A. *Zelenye marshruty Glavnoy vystavki* [Greenways of the Main exhibition]. Moscow: VDNKh SSSR, 1989, 24 p.
3. Potapova E.Yu., Shcherbinina, A.A. *Arealy derev'ev i kustarnikov severnogo polushariya: uchebno-metodich. posobie* [Areas of trees and shrubs of the Northern hemisphere: textbook] Moscow: GOU VPO MGUL, 2009, 64 p.
4. Kolesnikov A.I. *Dekorativnaya dendrologiya* [Decorative dendrology]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1974, 703 p.
5. Lapin P.I., Sidneva, S.V. *Otsenka perspektivnosti introduktsii drevesnykh rasteniy po dannym vizual'nykh nablyudeniy* [Assessment of the prospects for the introduction of woody plants according to visual observations]. *Opyt introduktsii drevesnykh rasteniy* [The experience of the introduction of woody plants]. Moscow: Nauka, 1973, pp. 7–67.
6. Babich N.A., Zalyvskaya O.S., Travnikova G.I. *Introduktsiya v zelenom stroitel'stve severnykh gorodov* [The exotic species in green building in Northern cities]. Arkhangel'sk: Arkhangel'skiy gos. tekhn. un-t, 2008, 144 p.
7. Cherepanov S.K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv* [Vascular plants of Russia and adjacent countries]. Sankt-Peterburg, 1995, 516 p.
8. Bulakh P.E. *Teoriya i metody prognozirovaniya v introduktsii rasteniy* [Theory and methods for prediction of plant introduction]. Kiev: Naukova dumka [Scientific idea], 2010, 110 p.
9. Gontar' O.B., Zhirov, V.K., Kazakov, L.A., Svyatkovskaya E.A., Trostenyuk, N.N. *Zelenoe stroitel'stvo v gorodakh Murmanskoy oblasti* [Green building in the cities of Murmansk region]. Apatity: Izd. Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN, 2010, 244 p.
10. Svalov N.N. *Variatsionnaya statistika* [Variational statistics]. Moscow: MGUL, 1996, 77p.

К ВОПРОСУ О СТИМУЛЯЦИИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН С НЕГЛУБОКИМ ПОКОЕМ

Г.Н. ФЕДОТОВ, *ст. научн. сотр. Института экологического почвоведения МГУ
им. М.В. Ломоносова, д-р биол. наук*⁽¹⁾,

М.Ф. ФЕДОТОВА, *научный сотрудник НИЧ МГУЛ*⁽²⁾,

В.С. ШАЛАЕВ, *директор Института системных исследований леса МГУЛ, д-р техн. наук*⁽²⁾,

Ю.П. БАТЫРЕВ, *доц. каф. УТС МГУЛ, канд. техн. наук*⁽²⁾

gennadiy.fedotov@gmail.com, shalaev@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»
119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Институт экологического почвоведения, МГУ

⁽²⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ

Попытки использования различных препаратов для стимуляции прорастания семян предпринимались в течение многих десятилетий. Особое внимание обращалось на вещества, являющиеся компонентами биохимических реакций, протекающих при прорастании семян: аминокислоты, витамины, сахара, микроэлементы и т. д. Представляло большой интерес оценить возможное стимулирующее влияние некоторых из этих веществ с использованием применяемой в работе экспресс-методики – определение за сутки при прорастании семян выделяющейся углекислоты. На основе этой методики в работе также представлены данные по изучению влияния различных комплексных стимуляторов на прорастание семян с неглубоким покоем. Показано, что использование для стимуляции прорастания семян индивидуальных веществ и смесей из них не позволяет добиться значимого результата, по-видимому, из-за невозможности полного воспроизведения состава компонентов в клетках прорастающего семени. При этом использование продуктов биохимических производств, содержащих комплекс подобных веществ, приводит к заметному улучшению биологической активности. Установлено, что применение стимуляторов прорастания семян совместно с фунгицидами также приводит к значительному усилению эффекта стимуляции. Обнаружено, что почвенные растворы оказывают значительное стимулирующее действие на прорастание семян пшеницы, причем их совместное действие со стимулятором прорастания «Фертигрейн старт» приводит к появлению синергизма. В результате, эффект стимуляции возрастает почти до 50 %.

Ключевые слова: стимуляция прорастания семян, биологически активные вещества, экспресс-методика, урожайность, посевные качества семян, скорость прорастания и роста, препарат-стимулятор.

Для улучшения посевных качеств семян, определяющих урожайность сельскохозяйственных и лесохозяйственных культур, большое значение имеют совершенствование семеноводства, перевод его на промышленную основу, внедрение новых средств защиты культурных растений.

Одним из методов повышения посевных качеств семян является их стимулирующая обработка физическими воздействиями [4, 6, 7–10, 12, 21–23] или биологически активными препаратами [1–3, 5, 11, 13–15, 18–20, 22, 23, 25, 27–35]. Наряду с увеличением урожая в результате предпосевной обработки были зафиксированы факторы повышения сахаристости, содержания крахмала и белка, витаминов, эфирных масел и т. д. Удельное содержание указанных веществ по своему абсолютному значению не выходит за пределы генотипических возможностей сорта, и в данном случае можно говорить о мобилизации

потенциальных возможностей конкретного сорта в условиях производства.

Использование предпосевной обработки семян является одним из самых дешевых и перспективных приемов повышения урожайности растений. Поиск путей улучшения качества семян оправдан, поскольку их предпосевная обработка во многих случаях не требует больших затрат, доступна для осуществления и может быть высокоэффективной.

При предпосевной обработке начальные процессы прорастания протекают интенсивнее. Особенно это сказывается на развитии корневой системы. Зародышевые корни быстро входят в контакт с фронтом почвенной влаги и по мере роста растений не отрываются от него. У необработанных семян прорастание задерживается и протекает недружно. Это приводит к тому, что медленно растущие корни могут оторваться от фронта влаги и потерять возможность нормально обеспечивать растения водой [9].

Однако предпосевная обработка семян растворами биологически активных препаратов (БАП) с целью повышения их посевных качеств, несмотря на эффективность, все же пока не нашла широкого применения в реальном производстве. По-видимому, основной причиной, ограничивающей внедрение, является вероятностный характер получения результатов, так как эффект от применения стимуляторов зависит от погодных условий и качества обрабатываемых семян. При климатических условиях, близких к идеальным, для прорастания семян и роста растений, например при отсутствии дефицита влаги, предпосевная обработка семян стимуляторами не дает результата. Также малоэффективна обработка на высококачественных семенах, когда улучшить их посевные качества уже невозможно. Все это заставляет работников сельского и лесного хозяйства уделять основное внимание более надежным приемам повышения урожайности.

Целями работы были сравнение применения ряда стимуляторов и оценка эффективности их влияния на прорастание семян в условиях, близких к реальным почвенным условиям.

Материалы и методы исследования

В работе в качестве объектов исследования использовали семена с неглубоким покосом [15] – яровой пшеницы сорта «Эстер», озимой пшеницы сорта «Московская 39» и экспериментальный образец озимой пшеницы ФГБНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова сорт «Л-15 № 222».

Предпосевную обработку семян проводили полусухим способом на модели промышленно применяемого протравителя семян при расходе раствора 20 л на тонну семян.

Изучали действие ряда известных препаратов-стимуляторов («Альбит», «Наногро», «Регоплант», «Фертигрейн старт») [3, 13, 20], фунгицидов («Тебу 60» и «Раксил ультра»), а также ряда веществ и почвенных растворов.

Из веществ использовали:

- аланин;
- глутаминовую кислоту;
- аминокислотную смесь состава и концентрации, применяемую в препарате «Фертигрейн старт» (АКС № 1);

– аминокислотную смесь по Царевой [26] (АКС № 2);

– аминокислотную смесь, соответствующую по составу и содержанию аминокислот амилазе (АКС № 3);

– витамин С;

– витамин РР (В₃);

– пиридоксин – витамин В₆;

– аденозинтрифосфат (АТФ);

– поливитамин, содержащий в 1 мл витамин Е – 20 мг; витамин В₁ – 10 мг; витамин В₂ – 5 мг; витамин В₆ – 3 мг; витамин В₁₂ – 50 мг; никотинамид – 35 мг; пантотенол – 25 мг (РПВ);

– сахарозу;

– глюкозу;

– фруктозу;

– парааминобензойную кислоту (ПАБК);

– удобрение – кристалон цветочный, содержащее (%): N_{общий} – 18,4; Р – 5,4; К – 22,6; Mg – 3; S – 7; Fe – 0,07; Mn – 0,04; В – 0,025; Cu – 0,01; Мо – 0,004; Zn – 0,025

– калий дигидроортофосфат;

– ПАВ – Tween 60;

– гумат калия (натрия), произведенный ООО НВЦ «Агротехнологии» из бурого угля (гумат);

– гумат калия (натрия), произведенный ООО НВЦ «Агротехнологии» из бурого угля, активированный кипячением в течение 1 часа в растворе изопропилового спирта, содержащего 8 % воды (АГ).

Некоторые из этих веществ принимают участие в биохимических процессах прорастания семян [17, 24], другие могли обладать биологической активностью. Применяли как растворы отдельных веществ, так и их смеси, подбирая оптимальные концентрации.

Для выделения почвенных растворов в почву добавляли при перемешивании дистиллированную воду, доводя их до пастообразного состояния. Давали сутки постоять. После этого почвенные растворы отделяли центрифугированием.

Были изучены почвенные растворы, выделенные из:

- верхних горизонтов дерново-подзолистых почв (неокультуренная, средне-окультуренная и окультуренная) из окрестностей поймы р. Яхромы;

– древесного, травяного и гипнового торфов из поймы р. Яхрома;

– Воронежского выщелоченного чернозема.

Эффективность обработки оценивали по интенсивности выделения углекислоты [16] при контакте семян с водой или растворами, имитирующими наличие при прорастании семян стресс-факторов [2, 11, 18, 27–29]. Для имитации засоления использовали 1 % раствор хлорида натрия, а для имитации недостатка влаги – 5 % раствор полиэтиленгликоля (ПЭГ).

Эксперименты проводили, помещая 5 г семян в 2 стаканчика объемом 100 мл, засыпая их 20 г отмытого сухого песка, добавляя 5 г воды (растворов). После этого стаканчики с семенами ставили в емкость объемом 3 литра, которую герметично закрывали. Емкости термостатировали при температуре 25°C. Через 24 часа проводили измерение концентрации углекислоты в емкостях и пересчитывали количество углекислоты, выделившейся на одну зерновку. Опыты проводили в 7-кратной повторности. Ошибка не превышала 5 %.

Данная методика обладала чрезвычайно высокой производительностью, позволяя исследовать в опыте 1000–1500 семян, что резко уменьшало ошибку эксперимента, связанную с разнокачественностью семян.

Разнокачественность семян бывает нескольких видов. Матриакальная разнокачественность связана, во-первых, с неоднородностью по качеству семян в колосьях. В центральной части колоса располагаются более сильные семена по сравнению с верхней и нижней частями колоса. Во-вторых, у зерновых культур имеются колосья 1-го, 2-го и более высоких порядков. Наиболее сильные семена находятся в колосьях 1-го порядка [22]. На все на это накладывается разнокачественность, связанная с неоднородностью почвенного покрова на поле, где идет сбор урожая. В бункере комбайна семена перемешиваются, но работа с малым количеством семян ведет к большим ошибкам.

При изучении биологической активности веществ, принимающих участие в биохимических процессах прорастания семян, их растворы добавляли в стаканчики вместо

воды. Аналогичным образом определяли биологическую активность почвенных растворов.

Измерение концентрации углекислоты проводили при помощи прибора «Testo 535», который позволяет определять концентрацию углекислого газа в газовой смеси при содержании 0-9999 ppm.

Результаты и обсуждение

На первом этапе работы была проведена проверка эффективности использования различных применяемых в сельском хозяйстве для обработки семян биологически активных препаратов в условиях, близких к оптимальным, а также в условиях, имитирующих в почвах засоление и недостаток влаги (табл. 1).

Из полученных данных следует, что обработка семян препаратами «Наногра», «Альбит» и «Регоплант» в пределах ошибки эксперимента не оказывает значимого влияния на повышение активности биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян. То есть при их применении на этих конкретных семенах эффективность крайне мала.

При использовании препарата «Фертигрейн старт» наблюдается наличие заметного стимулирующего эффекта, который выше для условий, близких к оптимальным (вода), но заметен также для условий, имитирующих засоление и недостаток влаги (табл. 1).

Из представленных результатов следует, что более точные данные при проверке эффективности действия препаратов-стимуляторов можно получить, проводя изучение действия препаратов в условиях, близких к оптимальным.

Для сравнения эффективности применения препаратов-стимуляторов на разных сортах пшеницы использовали препарат «Фертигрейн старт».

Из полученных данных (табл. 2) хорошо видно, что результат действия препарата зависит от свойств семян.

Чем ниже активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян, тем выше эффект от применения препарата-стимулятора. Это совпадает с литературными данными, так как уже было отмечено [9], что стимулирующее влияние препаратов

Активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян озимой пшеницы сорта «Экспериментальная», обработанных используемыми в сельском хозяйстве БАП при различных условиях
The activity of biochemical processes at the initial stage of germination of «Experimental» winter wheat variety, fertilized in various conditions by different BAPs used in agriculture

Препарат	Количество CO ₂ , мг × 10 ³ на одну зерновку		
	Вода	1 % раствор NaCl	5 % раствор ПЭГ
Контроль (вода)	165±5	104±4	116±5
Наногро	162±7	109±3	113±5
Альбит	164±7	108±5	119±5
Регоплант	168±8	106±3	118±5
Фертигрейн старт	204±7 (24 %)	116±4 (11,5 %)	134±4 (15,5 %)

Влияние обработки препаратом-стимулятором «Фертигрейн старт» на активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян пшеницы
The effect of fertilizing with «Fertigreyn start» stimulant preparation on the activity of biochemical processes at the initial stage of germination of seeds of «Experimental» winter wheat variety

Культура, сорт	Препарат	Количество CO ₂ , мг × 10 ³ на одну зерновку
Озимая пшеница сорта «Экспериментальная»	Вода	165±5
	Фертигрейн старт	204±7 (24 %)
Озимая пшеница сорта «Московская 39»	Вода	200±8
	Фертигрейн старт	215±7 (7,5 %)
Яровая пшеница сорта «Эстер»	Вода	204±9
	Фертигрейн старт	218±8 (6,5 %)
Яровая пшеница сорта «Злата»	Вода	290±10
	Фертигрейн старт	288±12 (0 %)

зависит от состояния семян – практически не проявляется на сильных и слабых семенах, но оказывает максимальное стимулирующее действие на семенах средних по качеству.

Таким образом, эффективность обработки стимулятором одних семян пшеницы не гарантирует такой же успех от его применения на других семенах. Из последнего можно сделать вывод, что перед посевом в хозяйствах следует проводить проверку использования препаратов на конкретных семенах.

Кроме того, следует отметить, что при разработке новых препаратов-стимуляторов проверку следует проводить на семенах среднего уровня, так как проявляющиеся эффекты на них максимальны и заметно превышают ошибку эксперимента.

В связи с вышеизложенным все дальнейшие исследования были проведены на наиболее отзывчивых на действие стимуляторов

семенах озимой пшеницы сорта «Экспериментальная» в условиях, близких к оптимальным.

По технологии, принятой в сельском хозяйстве, перед посевом проводят протравливание семян фунгицидами, обработку семян препаратами-стимуляторами, как правило, совмещают с протравливанием. Поэтому с технологической точки зрения чрезвычайно важен вопрос совместимости фунгицидов с препаратами-стимуляторами и сохранения эффективности действия последних.

Из полученных данных по изучению совместного с фунгицидами действия препарата «Фертигрейн старт» видно (табл. 3), что обработка одними фунгицидами не оказывает стимулирующего действия на прорастание семян. Можно даже говорить о наличии тенденции к угнетению биохимических процессов. Применение препарата-стимулятора «Фертигрейн старт» совместно с фунгицида-

Влияние обработки препаратами-стимуляторами совместно с фунгицидами на активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян озимой пшеницы сорта «Экспериментальная»

The effect of fertilizing with stimulant preparations together with fungicides on the activity of biochemical processes at the initial stage of germination of seeds of «Experimental» winter wheat variety

Препарат	Количество CO ₂ , мг × 10 ³ на одну зерновку (стимуляция, %)
Вода	165±5
Фертигрейн старт	204±7 (24 %)
Тебу 60	158±8
Раксил ультра	162±7
Фертигрейн старт + Тебу 60	226±10 (37 %)
Фертигрейн старт + Раксил ультра	230±11 (39 %)

ми «Тебу 60» и «Раксил ультра» показало, что происходит значительное повышение активности биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян – от 24 % (обработка одним стимулятором) до 35–40 %.

Проанализируем эти результаты. Детальный состав и технология получения препарата «Фертигрейн старт» неизвестны, но фирма-изготовитель сообщает о наличии в составе препарата свободных аминокислот. Можно предположить, что биологически активные вещества, содержащиеся в препарате (включая аминокислоты), оказывают стимулирующее влияние не только на семена, но и на грибную микрофлору, которая на этих семенах может находиться. Развитие микрофлоры, по-видимому, угнетает прорастание семян. Использование стимуляторов совместно с фунгицидами приводит к замедлению развития микрофлоры и предотвращает угнетающее воздействие развивающихся грибов. В результате эффект стимуляции прорастания семян при обработке препаратом «Фертигрейн старт» совместно с фунгицидами заметно возрастает.

Попытки использования различных препаратов для стимуляции прорастания семян предпринимались, как было отмечено выше, в течение многих десятилетий [1–3, 5, 11, 13–15, 18–20, 22, 23, 25, 27–35]. Особое внимание обращали на вещества, являющиеся компонентами биохимических реакций, протекающих при прорастании семян: аминокислоты, витамины, сахара, микроэлементы и т. д. Представляло большой интерес оценить возможное стимулирующее влияние некото-

рых из этих веществ с использованием применяемой в работе экспресс-методики.

Из полученных данных (табл. 4) следует, что значимого эффекта, приближающегося к стимулирующей активности препарата «Фертигрейн старт», добиться не удалось. Во всех случаях прорастание ускоряется максимум на 5–10 %.

На первый взгляд, данный результат является довольно неожиданным, так как в семена доставляются вещества, образующиеся и участвующие в биохимических реакциях, протекающих при прорастании семян. Однако более внимательное рассмотрение вопроса позволяет понять причину неудач. При прорастании семян протекает множество последовательно-параллельных биохимических реакций, в которых одновременно участвуют сотни компонентов в различных соотношениях [17, 24]. В этих условиях повышение концентрации одного или нескольких компонентов не может значимо ускорить весь комплекс протекающих реакций.

Это становится очевидно при рассмотрении модельной последовательной реакции, в которой на первой стадии взаимодействуют два компонента. Повышение концентрации одного из них не приведет к росту количества продукта, который участвует во второй стадии реакции, ускорится лишь время его появления. В результате общая реакция значимо ускоряться не будет. Причем увеличение количества стадий общей реакции должно приводить к снижению эффекта.

Таким образом, путь использования отдельных компонентов биохимических ре-

Влияние обработки различными веществами и их смесями на активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян озимой пшеницы сорта «Экспериментальная»
The effect of fertilizing with various substances and mixtures on the activity of biochemical processes at the initial stage of germination of seeds of «Experimental» winter wheat variety

Препарат	Оптимальная концентрация, мг/л	Количество CO ₂ , мг × 10 ³ на одну зерновку (стимуляция, %)
Вода	-	165±5
Аланин	32	175±7 (6 %)
Глутаминовая кислота	22-45	165±7
АКС № 1	500	167±7
АКС № 2	120	163±6
АКС № 3	65	171±7 (3,5 %)
Гумаг	50-100	172±8 (4 %)
АГ	60	181±8 (10 %)
Кристалон	250-500	180±6 (9 %)
КН ₂ РО ₄	25-150	169±8
Кристалон + АКС № 1	400 + 500	178±7 (8 %)
Аланин + Кристалон	32 + 400	166±5
Кристалон + АКС № 2	400 + 120	172±7 (4 %)
Кристалон + АГ	400 + 50	181±8 (10 %)
ПАБК	10-50	162±8
Tween 60	0,1-3,2	165±6
Витамин С	50	167±8
Витамин С + Аланин + АГ	50 + 32 + 60	175±8 (6 %)
Витамин РР	5	163±7
Витамин РР + Аланин + АГ	5 + 32 + 60	165±8
АТФ	5	167±7
АТФ + Аланин + АГ	5 + 32 + 60	169±6
Витамин В ₆	5	172±7 (4 %)
Витамин В ₆ + Аланин + АГ	5 + 32 + 60	165±6
РПВ	375	178±8 (8 %)
РПВ + Кристалон + Витамин С	375 + 400 + 10	173±6 (5 %)
РПВ + Кристалон + АГ	375 + 400 + 50	177±5 (7 %)
РПВ + Кристалон + АГ + АТФ	375 + 400 + 50 + 100	166±7
РПВ + Кристалон + АГ + АКС № 3	375 + 400 + 50 + 65	176±8 (7 %)
Сахароза	100-500	169±7
Глюкоза	100-500	165±8
Фруктоза	100-500	167±6
РПВ + АКС № 3 + сахароза	375 + 65 + 100	177±8 (7 %)
РПВ + АКС № 3 + глюкоза	375 + 65 + 100	170±6
РПВ + АКС № 3 + фруктоза	375 + 65 + 100	167±6

акций с целью поиска триггера стимуляции прорастания семян может быть бесперспективным, так как для ускорения процесса необходимо повышение концентраций всего комплекса веществ, участвующих в биохимических реакциях процесса прорастания семян. Можно предположить, что именно поэтому произошел переход от обработки отдельными веществами стимуляторами к использованию продуктов биохимических производств, ко-

торые содержат подобный комплекс веществ в сходном соотношении (во всех клетках содержатся аминокислоты, ферменты, углеводы, АТФ, РНК, ДНК и т. д.; создать искусственно подобные смеси из отдельных веществ чрезвычайно сложно и дорого, поэтому путь разрушения клеток, выделения в раствор их содержимого с последующей модификацией раствора отдельными компонентами выглядит как весьма перспективное направление). Яр-

кими примерами подобного подхода являются препараты «Фертигрейн старт», «Альбит» и «Регоплант».

АКС – аминокислотная смесь, АГ – активированный гумат, ПАБК – парааминобензойная кислота, АТФ – аденозинтрифосфат, РПВ – раствор поливитаминов.

Следует остановиться еще на одной важной особенности полученных данных (табл. 4). В ряде случаев эффект от действия отдельных веществ исчезает или заметно снижается при использовании их в смеси с другими веществами. Это хорошо заметно, например, для растворов, содержащих Кристалон с АКС № 2 или Кристалон, РПВ и витамин С. Практически во всех случаях в растворах смесей веществ эффект ухудшается по сравнению с действием наиболее эффективного компонента (табл. 4).

В связи с тем, что семена, обработанные стимуляторами, попадая в почвы, контактируют с почвенными растворами, трудно ожидать, что получение данных по использованию стимуляторов в условиях, близких к оптимальным, позволит давать корректные прогнозы на эффективность применения препаратов-стимуляторов в реальных условиях – на конкретных почвах. Связано это с тем, что почвенные растворы, с которыми контактируют семена, имеют сложный состав, и заранее предсказать их влияние на БАП и, как следствие, на прорастание семян практически невозможно.

В связи с этим было проведено изучение влияния почвенных растворов, выделенных из различных почв, на прорастание необработанных семян (табл. 5) и семян, обработанных стимулятором «Фертигрейн старт» (табл. 6).

Оказалось совершенно неожиданным (неожиданность стимуляции прорастания семян почвенными растворами связана с хорошо известной пониженной полевой всхожестью семян в почвах по сравнению с лабораторной всхожестью [22]), что большинство почвенных растворов стимулируют прорастание семян. Наблюдаются весьма значительные положительные эффекты, сравнимые с использованием препаратов-стимуляторов (табл. 5).

Особенно велики эти эффекты оказались для черноземов (17 % и 19,4 %) и для ни-

зненных древесного и травяного торфов (12 % и 14,5 %).

Для дерново-подзолистых почв стимулирующие эффекты заметно ниже. При этом следует отметить, что эффект максимален для неокультуренной дерново-подзолистой почвы. Для окультуренной (огородной) дерново-подзолистой почвы наблюдается даже некоторое угнетение, которое может быть связано с ее загрязнением. Обращает на себя внимание (табл. 5), что разбавление выделенного почвенного раствора в некоторых случаях уменьшает эффект, а иногда его значительно увеличивает.

Все это позволяет предположить, что стимуляция прорастания семян почвенными растворами связана с наличием в них БАВ. Подобное предположение основывается, во-первых, на том, что почвенный раствор из неокультуренной дерново-подзолистой почвы имеет самую высокую стимулирующую активность из почв этого типа. При этом хорошо известно, что концентрации элементов питания растений и гумусовых веществ в этом растворе самая низкая. Во-вторых, только для БАВ характерно подобное влияние уменьшения концентрации раствора. Когда разбавление приводит к заметному увеличению эффекта – возрастание эффекта (с 7,9 % до 19,4 %) при снижении концентрации раствора в 2 раза, наблюдаемое для почвенных растворов из чернозема.

Следует отметить, что наличие БАВ в почвенных растворах ранее уже изучали [26], определяя содержание веществ, способных стимулировать семена и растения, и оценивая их биологическую активность. Поэтому высказанные предположения о возможном нахождении БАВ в почвенных растворах и объяснение полученных результатов с этих позиций не противоречат литературным данным.

В связи с представленными выше результатами возникает вопрос о возможности эффективного применения для обработки семян препаратов-стимуляторов. Если стимуляция семян осуществляется одними и теми же БАВ, содержащимися в почвенных растворах и в препаратах-стимуляторах, то трудно ожидать эффективного действия на семена подобных препаратов в реальных условиях.

Влияние почвенных растворов на активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян озимой пшеницы сорта «Экспериментальная»
The effect of soil solutions on the activity of biochemical processes at the initial stage of germination of seeds of «Experimental» winter wheat variety

Препарат	Количество CO ₂ , мг ×10 ³ на одну зерновку (стимуляция, %)
Вода	165±5
Почвенный раствор из чернозема, слой 10-15 см	193±8 (17 %)
Почвенный раствор из чернозема, слой, 20-25 см	178±7 (7,9 %)
Почвенный раствор из чернозема, слой 20-25 см, разбавленный в 2 раза	197±9 (19,4 %)
Почвенный раствор из неокультуренной дерново-подзолистой почвы	180±8 (8,3 %)
Почвенный раствор из среднеокультуренной дерново-подзолистой почвы	175±5 (6,1 %)
Почвенный раствор из окультуренной дерново-подзолистой почвы	152±7 (-7,9 %)
Почвенный раствор из окультуренной дерново-подзолистой почвы, разбавленный в 2 раза	152±6 (-7,9 %)
Почвенный раствор из низинного древесного торфа	185±9 (12,1 %)
Почвенный раствор, слой из низинного древесного торфа, разбавленный в 2 раза	178±8 (7,9 %)
Почвенный раствор из низинного травяного торфа	188±9 (13,9 %)
Почвенный раствор из низинного травяного торфа, разбавленный в 2 раза	194±7 (14,9 %)
Почвенный раствор из низинного гипнового торфа	172±8 (4,2 %)
Почвенный раствор из низинного гипнового торфа, разбавленный в 2 раза	168±6 (1,8 %)

Т а б л и ц а 6

Влияние почвенных растворов на активность биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян озимой пшеницы сорта «Экспериментальная», обработанных стимулятором «Фертигрейн старт»
The effect of soil solutions on the activity of biochemical processes at the initial stage of germination of seeds of «Experimental» winter wheat variety, fertilized with «Fertigreyn start» stimulant

Используемая жидкость	Наличие обработки семян препаратом	Количество CO ₂ , мг ×10 ³ на одну зерновку (усиление эффекта, %)
Вода	нет	165±5
	Фертигрейн старт	204±7 (24 %)
Почвенный раствор из чернозема, слой 10–15 см	нет	193±8 (17 %)
	Фертигрейн старт	244±10 (17 % +24 % / 48 %)
Почвенный раствор из дерново-подзолистой почвы	нет	175±5 (6 %)
	Фертигрейн старт	239±11 (6 % +24 % / 45 %)

Однако проведенная проверка с препаратом «Фертигрейн старт» и почвенными растворами, выделенными из чернозема и среднеокультуренной дерново-подзолистой почвы, показала, что эффективность использования «Фертигрейн старт» в условиях почвенных растворов заметно выше в сравнении с условиями модельного эксперимента (табл. 6).

Для изученных почв можно говорить о наличии синергизма стимуляции при использовании препарата «Фертигрейн старт». Из полученных данных хорошо видно, что эффект стимуляции семян препаратом «Фертигрейн старт»

на воде составляет 24 %, а эффект стимуляции почвенным раствором из чернозема (17 %) и дерново-подзолистой почвы (6 %). Суммарный эффект для чернозема должен был бы составлять 41 %, а для дерново-подзолистой почвы – 30 %, а составляют 48 % и 45 % соответственно.

Наличие синергизма в стимуляции активности биохимических процессов на начальной стадии прорастания семян свидетельствует, что БАВ, оказывающие стимулирующие воздействия на семена, в препарате «Фертигрейн старт» и почвенных растворах различны и способны усиливать действие друг

друга. Из этих данных можно также сделать вывод, что достижимый эффект стимуляции может достигать почти 50 %.

Среди изученных, промышленно выпускаемых и используемых в сельском хозяйстве препаратов наибольшую эффективность показал «Фертигрейн старт».

Выводы

1. Состояние семян оказывает значительное влияние на эффективность использования стимуляторов, которая уменьшается с улучшением качества семян.

2. Совместное применение стимуляторов прорастания семян с фунгицидами значительно усиливает действие стимуляторов.

3. Использование для стимуляции прорастания семян индивидуальных веществ и смесей из них не позволяет добиться значимого результата, по-видимому, из-за невозможности полного воспроизведения состава компонентов в клетках прорастающего семени.

4. Почвенные растворы оказывают значительное стимулирующее действие на прорастание семян пшеницы.

5. При использовании стимулятора «Фертигрейн старт» в условиях, близких к почвенным (на почвенных растворах), наблюдается синергизм в действии стимулятора и почвенного раствора.

6. Очевидна целесообразность использования полученных результатов и выводов для условий лесного хозяйства.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, проект № 37.2486.2014/К.

Библиографический список

1. Аврамчук, Н.Г. Эффективность использования ПАБК для предпосевной обработки семян ярового ячменя / Н.Г. Аврамчук, Ю.И. Бигун, В.А. Дорошук, П.П. Дорошкевич // Сб. Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. – М.: Наука, 1989. – С. 123–126.
2. Аксенова, Л.А. Влияние предпосевной обработки семян пшеницы поверхностно-активными веществами на их прорастание при неблагоприятных условиях / Л.А. Аксенова, Е.А. Зак, М.А. Бочарова, Н.Л. Клячко // Физиология растений. – 1990. – Т. 37. – № 5. – С. 1007–1014.
3. Алехин, В.Т. Альбит на зерновых культурах и сахарной свекле / В.Т. Алехин, В.Р. Сергеев, А.К. Злотников, Ю.В. Попов, Т.А. Рябчинская, В.Ф. Рукин // Защита и карантин растений. – 2006. – № 6. – С. 26–27.

4. Алтухов, И.В. Взаимодействие ИК-излучения различных длин волн на семена пшеницы / И.В. Алтухов, В.А. Федотов // Ползуновский вестник. – 2011. – № 2/1. – С. 156–159.
5. Андрианова, Ю.Е. Влияние янтарной кислоты на урожай и качество сельскохозяйственных культур / Ю.Е. Андрианова, Н.И. Сафина, Н.Н. Максютова, И.Г. Кадошникова // Агрохимия. – 1996. – № 8–9. – С. 117–122.
6. Белов, А.А. Радиобиология / А.А. Белов, В.А. Киршин, Н.П. Лысенко и др. – М.: Колос, 1999. – 384 с.
7. Веселова, Т.В. Изменение состояния семян при хранении, проращивании и под воздействием внешних факторов (ионизирующего излучения в малых дозах и других слабых воздействий), определяемое методом замедленной люминесценции: автореф. дисс. ... докт. биол. наук / Т.В. Веселова. – М.: МГУ, 2008. – 26 с.
8. Дворник, В.Я. Влияние предпосевной стимуляции семян на урожайность зерновых культур / В.Я. Дворник, В.П. Кавунец, В.И. Мищенко // Сб. научн. тр. Селекция, семеноводство и сортовая агротехника зерновых и кормовых культур. – Л.: Минсельхоз СССР, Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина, 1985. – С. 25–29.
9. Дмитриев, А.М. Стимуляция роста растений / А.М. Дмитриев, Л.К. Страшкевич; под ред. Н.Ф. Батыгина. – Мн.: Ураджай, 1986. – 118 с.
10. Игнатов, А. Лазер побеждает засуху и повышает урожайность сельскохозяйственных культур / А. Игнатов // ЛазерИнформ. – 2011. – № 1–2(448-449). – С. 4–7.
11. Кабузенко, С.Н. Влияние биологически активных веществ на прорастание семян и рост проростков культурных растений на фоне засоления / С.Н. Кабузенко, В.Г. Блохин, Н.И. Копылов // Сб. научн. тр. Регуляторы роста растений. – Л.: Минсельхоз СССР, Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина, Всесоюзный НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, 1989. – С. 25–29.
12. Колесова, Т.К. Приемы повышения посевных качеств семян пшеницы: дисс. ... канд. с-х. наук / Т.К. Колесова. – Якутск, 2003. – 149 с.
13. Куркина, Ю.Н. Влияние препарата наногро на урожайность и качество зерна яровой пшеницы и ячменя / Ю.Н. Куркина, Р.О. Газманов, В.М. Кочетов // Научные ведомости. Серия: Естественные науки. – 2010. – № 9 (8). – Вып. 11. – С. 59–64.
14. Наумов, Г.Ф. Эффективность биологической стимуляции семян полевых культур / Г.Ф. Наумов, Л.Ф. Насонова, Л.В. Подоба // Сб. научн. тр. Теория и практика предпосевной обработки семян. – К.: ЮО ВАСХНИЛ, 1984. – С. 20–27.
15. Николаева, М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В.Н. Гладкова. – Л.: Наука, 1985. – 347 с.
16. Обручева, Н.В. Физиология инициации прорастания семян / Н.В. Обручева, О.В. Антипова // Физиология растений. – 1997. – Т. 44. – № 2. – С. 287–302.
17. Овчаров, К.Е. Физиология формирования и прорастания семян / К.Е. Овчаров. – М.: Колос, 1976. – 256 с.
18. Рахматуллина, С.Р. Влияние препарата рифтал на морфобиологические параметры проростков пшеницы при нормальном и дефицитном минеральном питании / С.Р. Рахматуллина, В.В. Федяев, Р.Ф. Талипов, З.Ф. Рахманкулова // Агрохимия. – 2007. – № 5. – С. 42–48.
19. Рогожин, В.В. Действие строфангина на прорастание семян / В.В. Рогожин, М.Е. Сабардахова, А.С. Попова // Известия ТСХА. – 1996. – Вып. 4. – С. 211–217.
20. Рябчинская, Т.А. Полифункциональное действие препарата Альбит при предпосевной обработке семян яровой

- пшеницы / Т.А. Рябчинская, Г.Л. Харченко, Н.А. Саранцева, И.Ю. Бобрешова, А.К. Злотников // *Агрехимия*. – 2009. – № 10. – С. 39–47.
21. Савельев, В.А. Обработка семян УФ-лучами / В.А. Савельев // *Вестн. с.-х. науки*. – 1990. – № 3. – С. 133–135.
 22. Сечняк, Л.К. Экология семян пшеницы / Л.К. Сечняк, Н.А. Киндрук, О.К. Слюсаренко, В.Г. Иващенко, Е.Д. Кузнецов. – М.: Колос, 1983. – 349 с.
 23. Строна, И.Г. Допосевная и предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур / И.Г. Строна // *Сб. научн. тр. Теория и практика предпосевной обработки семян*. – К.: ЮО ВАСХНИЛ, 1984. – С. 5–16.
 24. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян: перевод под редакцией М.Г. Николаевой и Н.В. Обручевой. – М.: Колос, 1982. – 495 с.
 25. Христева, Л.А. Эффективность применения физиологически активных гумусовых веществ для предпосевной обработки семян / Л.А. Христева, А.М. Галушка // *Сб. научн. тр. Теория и практика предпосевной обработки семян*. – К.: ЮО ВАСХНИЛ, 1984. – С. 16–20.
 26. Царева, Р.И. Химизм торфяной почвы и рост растений / Р.И. Царева. – Минск, Наука и техника, 1976. – 192 с.
 27. Чжан, Ш. Сероводород стимулирует прорастание семян пшеницы при осмотическом стрессе / Ш. Чжан, М.И. Ван, Л.Я. Ху, С.Ш. Ван, К.Д. Ху, Л.И. Бао, И.П. Ло // *Физиология растений*. – 2010. – Т. 57. – № 4. – С. 571–579.
 28. Шакирова, Ф.М. Влияние предобработки метилжасмонатом на устойчивость проростков пшеницы к солевому стрессу / Ф.М. Шакирова, А.Р. Сахабутдинова, Р.С. Ишдаветова, О.В. Ласточкина // *Агрехимия*. – 2010. – № 7. – С. 26–32.
 29. Широких, И.Г. Оценка Na-солей суммы тритерпеновых кислот *Abiessibrica*L. В качестве регулятора роста и стресспротектора яровой пшеницы / И.Г. Широких, Р.И. Абубакирова, Е.М. Карпова, А.В. Кучин // *Агрехимия*. – 2007. – № 1. – С. 52–56.
 30. Audi A.H. and Mukhtar F.B. Effect of pre-sowing hardening treatments using various plant growth substances on cowpea germination and seedling establishment // *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 2(2): 44-48.
 31. Laila K.M. Ali and Elbordiny M.M. Response of Wheat Plants to Potassium Humate Application // *Journal of Applied Sciences Research*, 5(9): 1202-1209, 2009.
 32. Lodhi A., Tahir S., Iqbal Z., Mahmood A., Akhtar M., Qureshi T.M., Yaqub M. and Naeem A. Characterization of commercial humic acid samples and their impact on growth of fungi and plants // *Soil Environ*. 32(1): 63-70, 2013.
 33. Patil R. Effect of potassium humate and deproteinised Juice (DPJ) on seed germination and seedling growth of wheat and jowar // *Annals of Biological Research*, 2010, 1(4), 148-151.
 34. Piccolo A., Celano G., and Pietramellara G. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*) // *Biol Fertil Soils* (1993) 16:11-15.
 35. Szczepanek M., Wilczewski E. Effect of humic substances on germination of wheat and barley under laboratory conditions // *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(1) 2011, 79-86.

TO THE ISSUE OF STIMULATION OF GERMINATION OF SEED WITH SHALLOW DORMANCY

Fedotov G.N., (Lomonosov Moscow State University)⁽¹⁾; Fedotova M.F., (Moscow State Forest University)⁽²⁾; Shalaev V.S., (Moscow State Forest University)⁽²⁾; Batyrev Y.P., (Moscow State Forest University)⁽²⁾

gennadiy.fedotov@gmail.com, shalaev@mgul.ac.ru

⁽¹⁾Lomonosov Moscow State University (MSU) Institute of Ecology Soil Science, MSU, GSP-1, Leninskiye Gory, 1-12, 119991, Moscow, Russia,

⁽²⁾Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

The attempts to use various preparations to stimulate seed germination have been made for many decades. Special attention was paid to the substances that are the components of biochemical reactions which take place during seed germination: amino acids, vitamins, sugars, minerals etc. The issue of a great interest was to assess the possible stimulating effect of some of these substances. The express method was used, it was the calculation of carbon dioxide secreted per day during the germination. Based on this methodology, the paper also presents the data on the influence of various complex stimulators on the germination of seeds with shallow dormancy. It has been shown that the use of individual substances and mixtures from the seeds for the stimulation of germination does not help to achieve significant results, apparently due to the inability to completely reproduce the composition of the components in the cells of the germinating seed. At the same time the use of biochemical products, which contain the complex of such substances, leads to a significant improvement of biological activity. It has been proved that the use of seed germination stimulants together with fungicides also leads to significant enhancement of the stimulation effect. It has been found out that soil solutions have a significant stimulating effect on the germination of wheat seeds, and their joint action with the germination stimulator «Fertigrein starb» leads to the emergence of synergies. As a result, the effect of stimulation rises to almost 50 %.

Keywords: stimulation of seed germination, bioactive substances, express methods, productivity, sowing qualities of seeds, speed of germination and growth, stimulants.

References

1. Avramchuk N.G., Bigun Yu.I., Doroshchuk V.A., Doroshkevich P.P. *Effektivnost' ispol'zovaniya PABK dlya predposevnoy obrabotki semyan yarovogo yachmenya* [The effectiveness of the use of PABA for the treatment of seeds of spring barley] *Sb. Khimicheskie mutageny i para-aminobenzoyanaya kislota v povyshenii urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. Moscow: Nauka, 1989, pp. 123-126.
2. Aksenova L.A., Zak E.A., Bocharova M.A., Klyachko N.L. *Vliyanie predposevnoy obrabotki semyan pshenitsy poverkhnostno-aktivnymi veshchestvami na ikh prorastanie pri neblagopriyatnykh usloviyakh* [Effect of pre-sowing treatment of wheat surfactants on their germination under adverse conditions] *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 1990, T. 37, № 5, pp. 1007-1014.
3. Alekhin V.T., Sergeev V.R., Zlotnikov A.K., Popov Yu.V., Ryabchinskaya T.A., Rukin V.F. *Al'bit na zernovykh kul'turakh i sakharnoy svekle* [Albiteon cereals and sugar beet], *Zashchita i karantiny rasteniy* [Plant Protection and Quarantine], 2006, № 6, pp. 26-27.
4. Altukhov I.V., Fedotov V.A. *Vzaimodeystvie IK-izlucheniya razlichnykh dlin voln na semena pshenitsy* [The interaction of IR radiation with different wavelengths on wheat seeds], *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovskii bulletin], 2011, № 2/1, pp. 156-159.
5. Andrianova Yu.E., Safina N.I., Maksyutova N.N., Kadoshnikova I.G. *Vliyanie yantarnoy kisloty na urozhay i kachestvo sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Effect of succinic acid on the yield and quality of crops], *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], 1996, № 8-9, pp. 117-122.
6. Belov A.A., Kirshin V.A., Lysenko N.P. i dr. *Radiobiologiya* [Radiobiology]. Moscow: Kolos, 1999. – 384 p.

7. Veselova T.V. *Izmenenie sostoyaniya semyan pri khraneni, prorashchivani i pod vozdeystviem vneshnikh faktorov (ioniziruyushchego izlucheniya v malyykh dozakh i drugikh sla-bykh vozdeystviy), opredelyaemoe metodom zamedlennoy lyuminesentsii* [Change of state of the seeds during storage, sprouting and under the influence of external factors (ionizing radiation in small doses and other weak influences), defined by the method of delayed luminescence]. diss. dr. biol. Moskva. MGU. 2008. 26 p.
8. Dvornik V.Ya., Kavunets V.P., Mishchenko V.I. *Vliyanie predposevnoy stimulyatsii semyan na urozhaynost' zernovykh kul'tur* [Influence of pre-stimulation of seed sown cereals], Sb. nauchn. tr. Seleksiya, semenovodstvo i sortovaya agrotehnika zernovykh i kormovykh kul'tur. Leningrad: Minsel'khoz SSSR, Vsesoyuznaya akademiya sel'sko-khozyaystvennykh nauk im. V.I. Lenina, 1985, pp. 25-29.
9. Dmitriev A.M., Stratskevich L.K. *Stimulyatsiya rosta rasteniy* [Stimulation of plant growth]. Minsk: Uradzhay. 1986. 118 p.
10. Ignatov A. *Lazer pobezhdaet zasukhu i povyshaet urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [The laser overcomes drought and increases crop yields], *LazerInform*, 2011, № 1-2 (448-449), pp. 4-7
11. Kabuzenko S.N., Blokhin V.G., Kopylov N.I. *Vliyanie biologicheskii aktivnykh veshchestv na prorastanie semyan i rost prorostkov kul'turnykh rasteniy na fone zasoleniya* [Influence of biologically active substances on the seed germination and seedling growth of crops in the background salinity], Sb. nauchn. tr. Regulyatori rosta rasteniy. Leningrad: Minsel'khoz SSSR, Vsesoyuznaya akademiya sel'skokhozyaystvennykh nauk im. V.I. Lenina, Vsesoyuznyy NII rasteniyevodstva im. N.I. Vavilova, 1989, pp. 25-29.
12. Kolesova T.K. *Priemy povysheniya posevnykh kachestv semyan pshenitsy* [Methods of increase of sowing qualities of seeds of wheat]. Diss. kand. agric. Yakutsk. 2003. 149 p.
13. Kurkina Yu.N., Gazmanov R.O., Kochetov V.M. *Vliyanie preparata nano-gro na urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy i yachmenya* [Influence of preparation of nano-gro on yield and quality of grain of spring wheat and barley] *Nauchnye vedomosti. Seriya Estestvennyye nauki* [Scientific statements. A series of natural sciences], 2010, № 9 (8), vol. 11, pp. 59-64.
14. Naumov G.F., Nasonova L.F., Podoba L.V. *Effektivnost' biologicheskoy stimulyatsii semyan polevykh kul'tur* [The effectiveness of bio-stimulation of seeds of field crops] Sb. nauchn. tr. Teoriya i praktika predposevnoy obrabotki semyan. K.: YuO VASKhNIL, 1984. pp. 20-27.
15. Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V. N. *Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchikhsya semyan* [Handbook of germination of dormant seeds]. Leningrad: Nauka, 1985. 347 p.
16. Obrucheva N.V., Antipova O.V. *Fiziologiya initsiatsii prorastaniya semyan* [Physiology initiation of seed germination] *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 1997, t. 44, № 2, pp. 287-302.
17. Ovcharov K.E. *Fiziologiya formirovaniya i prorastaniya semyan* [Physiology of the formation and germination of seeds]. Moscow: Kolos, 1976. -256 p.
18. Rakhmatullina S.R., Fedyaev V.V., Talipov R.F., Rakhmankulova Z.F. *Vliyanie preparata riftal na morfologicheskie parametry prorostkov pshenitsy pri normal'nom i defitsitnom mineral'nom pitanii* [Effect of the drug on the morphological and physiological parameters riftal wheat seedlings under normal and deficient mineral nutrition], *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2007, № 5, pp. 42-48.
19. Rogozhin V.V., Sabardakhova M.E., Popova A.S. *Deystvie strofantina na prorastanie semyan* [Action strofantina on seed germination], *Izvestiya TSKhA*, 1996, vol. 4, pp. 211-217.
20. Ryabchinskaya T.A., Kharchenko G.L., Sarantseva N.A., Bobreshova I. Yu., Zlotnikov A.K. *Polifunksional'noe deystvie preparata Al'bit pri predposevnoy obrabotke semyan yarovoy pshenitsy* [Multifunctional action of the drug Albite preliminary treatment of seeds of spring wheat] *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2009, № 10, pp. 39-47.
21. Savel'ev V.A. *Obrabotka semyan UF-luchami* [Treatment of seed with UV-rays] *Vestn. s.-kh. nauki* [Bulletin of agricultural science], 1990. № 3. pp. 133-135.
22. Sechnyak L.K., Kindruk N.A., Slyusarenko O.K., Ivashchenko V.G., Kuznetsov E.D. *Ekologiya semyan pshenitsy* [Ecology wheat seeds]. Moscow: Kolos, 1983, 349 p.
23. Strona I.G. *Doposevnaya i predposevnaya obrabotka semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Pre-sowing and pre-treatment of crop seeds] Sb. nauchn. tr. Teoriya i praktika predposevnoy obrabotki semyan. K.: YuO VASKhNIL, 1984, pp. 5-16.
24. *Fiziologiya i biokimiya pokoya i prorastaniya semyan* [Physiology and biochemistry of dormancy and germination of seeds]. Perevod pod redaktsey M.G. Nikolaevoy i N.V. Obruchevoy, Moscow: Kolos, 1982. 495 p.
25. Khristeva L.A., Galushka A.M. *Effektivnost' primeneniya fiziologicheskii aktivnykh gumusovykh veshchestv dlya predposevnoy obrabotki semyan* [Efficacy of physiologically active humic substances for treatment of seeds], Sb. nauchn. tr. Teoriya i praktika predposevnoy obrabotki semyan. K.: YuO VASKhNIL, 1984. pp. 16-20.
26. Tsareva R.I. *Khimizm torfyany pochy i rost rasteniy* [The peat soil chemistry and plant growth]. Minsk, *Nauka i tekhnika* [Science and technology], 1976, 192 p.
27. Chzhan Sh, Van M.I., Khu L.Ya., Van S.Sh., Khu K.D., Bao L.I., Lo I.P. *Serovodород stimuliruet prorastanie semyan pshenitsy pri osmoticheskom stresse* [Hydrogen sulfide stimulates the germination of wheat seeds under osmotic stress], *Fiziologiya rasteniy* [Vegetable physiology], 2010, t. 57, № 4, pp. 571-579.
28. Shakirova F.M., Sakhabutdinova A.R., Ishdavletova R.S., Lastochkina O.V. *Vliyanie predobrabotki metilzhasmonatom na ustoychivost' prorostkov pshenitsy k solevomu stressu* [Effect of pretreatment of methyl jasmonate on the stability of wheat seedlings to salt stress], *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2010, № 7, pp. 26-32.
29. Shirokikh I.G., Abubakirova R.I., Karpova E.M., Kuchin A.V. *Otsenka Na-soley summy triterpenovykh kislot Abies sibirica L. V kachestve regulyatora rosta i stressprotektora yarovoy pshenitsy* [Evaluation of Na-salts sum of triterpenic acids *Abies sibirica* L. As a growth regulator and stressprotektora spring wheat], *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2007, № 1, pp. 52-56.
30. Audi A.H. and Mukhtar F.B. Effect of pre-sowing hardening treatments using various plant growth substances on cowpea germination and seedling establishment // *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 2(2): 44-48.
31. Laila K.M. Ali and Elbordiny M.M. Response of Wheat Plants to Potassium Humate Application // *Journal of Applied Sciences Research*, 5(9): 1202-1209, 2009.
32. Lodhi A., Tahir S., Iqbal Z., Mahmood A., Akhtar M., Qureshi T.M., Yaqub M. and Naeem A. Characterization of commercial humic acid samples and their impact on growth of fungi and plants. *Soil Environ.* 32(1): 63-70, 2013.
33. Patil R. Effect of potassium humate and deproteinised Juice (DPJ) on seed germination and seedling growth of wheat and jowar. *Annals of Biological Research*, 2010, 1(4), 148-151.
34. Piccolo A., Celano G., and Pietramellara G. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*). *Biol Fertil Soils* (1993) 16:11-15.
35. Szczepanek M., Wilczewski E. Effect of humic substances on germination of wheat and barley under laboratory conditions. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(1) 2011, 79-86.

О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ В СТРОЕНИИ ЕЛЬНИКОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОДМОСКОВЬЯ

В.В. КИСЕЛЕВА, заместитель директора по научной работе, ФГБУ «Национальный парк «Лосиный остров»», канд. биол. наук⁽¹⁾,

С.А. КОРОТКОВ, доц. МГУЛ, канд. биол. наук⁽²⁾,

В.Н. КАРМИНОВ, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽²⁾,

Л.В. СТОНОЖЕНКО, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽²⁾

vkisel@mail.ru, skorotkov@mgul.ac.ru, karminov@mgul.ac.ru, stonozhenko@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ФГБУ «Национальный парк «Лосиный остров»

107113 Москва, Поперечный просек д. 1 «Г», Тел. 8 (499) 269-10-60

⁽²⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»

141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1,

Тел. 8 (498) 687-39-05, 8 (498) 687-35-67, 8(498) 687-39-21

Рассмотрены подходы к оценке структуры и устойчивости ельников северо-восточного Подмосковья (национальный парк «Лосиный остров» и Щелковский учебно-опытный лесхоз). Ельники в этом регионе динамически неустойчивы. Исследования проводились на постоянных пробных площадях в зеленомошной и сложной группах типов леса. Возраст и радиальный прирост изучались с помощью взятия кернов на модельных деревьях. Степень сходства насаждений между собой определялась методом построения дендрограмм. Выявлены закономерности в строении ельников с учетом возрастной структуры и породного состава древостоев. Выделены 4 группы ценопопуляций ели европейской: инвазионные спектры, многовершинные растянутые спектры, многовершинные с пиком в левой части и одновершинные спектры с распределением, близким к нормальному. Насаждения с упрощенной и достаточно сложной структурой хорошо идентифицируются при помощи показателя ранговой структуры ($\Delta D_{отн}$). Показано, что оптимальная структура по диаметру формируется при доле ели 3–7 единиц, а в чистых или приближенным к ним ельниках возможность для дифференциации снижается. По возрастной структуре еловые сообщества подразделены на формирующиеся, условно-разновозрастные, разновозрастные и стареющие. Структура по диаметру далеко не всегда соответствует возрастной структуре насаждения. В ценопопуляции ели европейской часть экземпляров, отличающихся замедленным ростом, может оказаться более долговечной, чем деревья, развивающиеся оптимально. Структура древостоев по возрасту и диаметру во многом определяется густотой древостоя и смешением пород и наиболее выровнена в чистых высокополнотных лесах. Метод кластерного анализа на данном этапе исследований позволил достоверно выделить только «экстремальные» варианты насаждений.

Ключевые слова: ельники, ранговая структура, строение древостоев, северо-восточное Подмосковье, кластерный анализ.

Северо-восточное Подмосковье находится на границе Мещерской низменности и Клинско-Дмитровской гряды, где коренными являются хвойные леса, в частности ельники разных типов.

Интерес к ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) применительно к данной местности вполне объясним. С одной стороны, ель является здесь коренной породой для большинства местообитаний. Так, для вершин и склонов моренных холмов условно коренным типом леса считается ельник с липой лещиновый кислично-зеленчуковый, для флювиогляциальных равнин – ельники кисличные, кислично-черничные, разнотравно-кисличные [12]. С другой стороны, состояние ели как в национальном парке «Лосиный остров», так и в Щелковском учебно-опытном лесхозе

(ЩУОЛХ) по многим параметрам далеко от оптимального. Ельники, особенно чистые, поражены корневой губкой [5, 16], страдают от ураганных ветров, вспышек массового размножения вредителей. С динамической точки зрения положение ели нельзя считать устойчивым из-за слабого возобновления ели под пологом ельников, как это показано в ходе многолетних наблюдений Института лесоведения РАН [1, 11].

Индикатором пониженной устойчивости части ельников стали инвазии короеда типографа (*Ips typigraphus* L.) 2000–2002 и 2010–2013 гг. Если в ходе первой вспышки насаждения НП «Лосиный остров» пострадали незначительно, а в ЩУОЛХ очаги не имели сплошного характера, то при последней – в обоих лесных массивах произошло массо-

вое усыхание чистых и смешанных ельников, начиная с IV–V классов возраста. В НП «Лосиный остров» во многих случаях развитие очагов началось в тех же насаждениях, что и в 2000 г., что может указывать на их пониженную устойчивость.

Несмотря на усыхание тысяч гектаров ельников в северо-восточном Подмоскowie, наличие площадей со вторым ярусом и подростом ели заставляет задуматься о перспективах данной породы на исследуемой территории и выявлении оптимальной структуры насаждений с господством или участием ели. Весьма актуальным представляется поиск показателей, адекватно характеризующих устойчивость [6, 10].

Одной из важнейших интегральных характеристик ценопопуляции является ее стабильность, понимаемая как сумма устойчивостей к тем или иным факторам среды. Известно, что устойчивость насаждений зависит от их структуры. Стабильность определяется рядом свойств, из которых необходимо особо выделить неоднородность ценопопуляции, дифференциацию особей по жизненности и возрасту. О прямой связи неоднородности насаждения и его устойчивости пишет В.С. Ипатов [4]. Можно предположить, что более стабилен тот древостой, в котором варьирование диаметров максимально. Это означает максимальное разнообразие поколений, фенотипов и заполненность экологических ниш.

Традиционным способом характеристики строения насаждений по диаметру являются кривые (или гистограммы) распределения деревьев по ступеням толщины. Известно, что одновершинная, асимметричная кривая характеризует молодое насаждение или пройденное рубками ухода по низовому способу. По мере увеличения возраста насаждения ряды распределения деревьев по диаметру, как правило, растягиваются. Из-за уменьшения числа деревьев в насаждении кривая становится более плоской.

Двухвершинная кривая возникает в случае деления насаждения на главный и подчиненный полог, например, после под-

селения подростка под основной полог и его выхода во второй ярус. Распределение деревьев по ступеням толщины в смешанных насаждениях, состоящих из светолюбивых и теневыносливых древесных пород, также характеризуется двух- или многовершинными кривыми.

По выражению Н.В. Третьякова, «все свойства дерева суть функции его ранга в насаждении» [19]. Ранг дерева достаточно точно определяется через его диаметр. К.К. Высоцким был разработан метод анализа строения смешанных древостоев при помощи редуцированных чисел [2]. Все деревья в насаждении (или на пробной площади) ранжируются по диаметру по возрастанию и равномерно разделяются на 10 классов. Каждый класс (ранг) может быть охарактеризован редуцированным числом – относительным диаметром $D_{отн}$, который подсчитывается как отношение среднего диаметра класса D_{cp} к среднему диаметру 6-го класса D_6 (где находится среднее дерево). Интегральным показателем, характеризующим строение древостоев, является разность редуцированных чисел по диаметру между 10 и 1 классом – $\Delta D_{отн}$.

Кроме того, показателем динамической устойчивости популяции является ее возрастная структура, представляющая собой соотношение между числом особей, находящихся на разных возрастных стадиях [13]. Устойчивой является популяция, имеющая в своем составе все или почти все возрастные стадии. В данной работе для оценки возрастной структуры вместо возрастных стадий мы использовали классы возраста и абсолютный возраст модельных деревьев.

В задачу данного исследования входило выявление закономерностей в строении ценопопуляций ели двух территорий восточного Подмоскowie – национального парка «Лосиный остров» и ЩУОЛХ, установление взаимосвязи между строением по диаметру, породным составом, возрастной структурой и условиями произрастания, выбор критериев для оценки устойчивости ельников, их деление на группы экспертными и математическими методами.

Объекты и методы исследований. Характеристика пробных площадей

Структура и устойчивость ельников изучалась на постоянных пробных площадях (ППП), заложенных в национальном парке «Лосиный остров» и ЩУОЛХ в разных типах леса, как в насаждениях с преобладанием ели, так и в насаждениях, где молодое поколение ели формируется под пологом других пород (табл. 1). Были проанализированы данные, полученные в 2009–2014 гг.

Изучаемые ельники располагаются в дренированных местообитаниях, представлены лесами зеленомошной и сложной групп типов леса (типы условий произрастания В₂-В₃, С₂-С₃, ельники черничные, кисличные и сложные широколиственные). Пробные площади включают также производные от ельников типы леса (березняки и культуры сосны), в которых происходит восстановление коренной породы. Три пробные площади представляют собой старые еловые культуры с известной датой посадки, о происхождении других ельников достоверных данных нет. В насаждениях некоторых постоянных площадей НП «Лосиный остров» выделяются два высотных яруса (табл. 1). Насаждения НП «Лосиный остров» представляют 18 объектов, а ЩУОЛХ – 17 объектов.

Размеры пробных площадей в зависимости от возраста и полноты насаждений составляют от 0,25 до 0,6 га для НП «Лосиный остров», от 0,12 до 0,25 га для ЩУОЛХ; количество деревьев на пробных площадях – не менее 150, в том числе не менее 100 деревьев главной породы. При повторных перечетах в ведомость включались новые деревья, достигшие к моменту перечета учетного диаметра (ступени толщины 8 см).

У каждого дерева на пробной площади измеряли окружность на высоте 1,3 м, по которой затем вычислялся диаметр; определяли санитарное состояние по 6-балльной шкале. Для учетных деревьев производилось измерение высоты и радиального прироста за 5 и 10 лет. Высоты для всех остальных деревьев рассчитывались по графику высот, полученному по результатам измерений учетных деревьев.

В процессе обработки результатов перечета строились графики, отображающие высотную структуру и позволяющие разбить насаждение на ярусы, гistogramмы распределения по ступеням толщины с интервалом 2 см, производилась разбивка древостоя на 10 классов по диаметру (рангов) с последующим вычислением редуцированных чисел и разности относительных диаметров 10 и 1 класса для насаждения в целом и отдельно для ели.

На большинстве постоянных пробных площадей национального парка «Лосиный остров» в каждом классе по диаметру были выбраны 3 модельных дерева, из которых были взяты керны на высоте 0,3 м для определения возраста и величины радиального прироста. С каждой ППП было взято 25–30 модельных деревьев. Толщина годичных колец измерялась в камеральных условиях при помощи приростомера North Mechanic (Швеция), по результатам измерений был точно определен возраст моделей и построены дендрохронограммы.

На заключительном этапе исследования, чтобы единовременно проанализировать все полученные экспериментальные данные и оценить степень сходства (или различия) насаждений между собой, были использованы методы многомерной статистики, в частности, метод построения дендрограмм.

Дендрограмма отображает степень различия между отдельными объектами и их группами. Построение дендрограммы необходимо для «свертки» информации и выдвижения гипотез о возможном числе классов на множестве объектов.

В качестве меры различия было выбрано нормированное евклидово расстояние, которое представляет собой геометрическое расстояние в многомерном пространстве. В общем виде данный критерий для любой пары объектов (x_i и y_i) по всем q признакам записывается формулой [1]

$$d_{xy} = \frac{1}{q} \left(\sum_{i=1}^q (x_i - y_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

где x, y – объекты;

q – число признаков;

d – расстояние между объектами.

Характеристика постоянных пробных площадей
The characteristics of permanent plots

№ ППП	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Полнота общая	Сумма площадей сечения, м ² /га	Возраст, лет	Запас, м ³ /га	Тип леса	Бонитет (по М.М. Орлову)	Состав
Щелковский учебно-опытный лесхоз									
3	31,1	30,0	0,63	37,0	100	513	Е чер	I	10Е
6	32,6	27,2	0,5	19,7	102	247	Е кис	I	10Е+Б
10	24,4	23,4	0,71	37,4	82	415	Е чер	II	7Е2Ос1Б
28	20,3	20,2	0,95	46,4	46	452	Е кис	Ia	10Е
100	20,9	21,7	0,66	33,4	47	347	Е кис	Ia	7Е2Б1Ос
101	28,8	25,6	0,68	37,0	93	444	Е чер	I	7Е2Ос1Б
102	30,1	28,7	0,61	24,2	92	323	Е кис	I	10Е
103	27,7	28,3	0,6	34,4	89	452	Е чер	I	9Е1Б
104	27,5	27,1	0,66	47,0	74	594	Е кис	I	9Е1Б
106	14,2	15,2	0,97	40,6	44	310	Е кис	I	10Е
107	27,8	24,7	0,67	36,1	63	420	Е чер	Ia	9Е1Б
110	31,4	24,4	0,65	34,7	98	399	Е чер	II	9Е1Б
112	27,2	20,9	0,75	37,6	67	377	Е чер	II	9Е1Ос
113	26,6	25,8	0,61	33,8	88	409	Е чер	I	7Е2Б1Ос
115	29,5	28,1	0,70	39,9	81	521	Е кис	Ia	8Е2Лп
116	28,7	28,3	0,60	34,1	73	448	Е чер	Ia	10Е
117	30,7	24,5	0,93	49,7	82	574	Е чер	I	10Е
Национальный парк «Лосиный остров»									
7	31,8	26,6	0,80	44,3	100	568	Е слм	I	5Е2Б2Лп1С+Д
8	31,0	25,4	0,75	35,9	100	430	Е слм	I	7,5Е2Б0,5Лп+Д
16	28,9	27,4	0,75	38,6	95	551	Е слш	I	7,5Е1Лп0,5Ос0,5Кл0,5Д
17	29,8	24,8	0,85	40,7	100	542	Е слш	I	7Е2Лп1Б+Кл,Д
22	24,6	24,5	0,90	40,0	60	481	С кис	I	4С4Б2Е+Л+Кл+Лп
24	26,5	22,4	0,75	32,2	130	337	С кис	II	6С2Б2Е+Лп
26	34,3	27,6	0,70	36,9	90	485	Е кис	I	8Е1С1Б
29	33,8	27,5	0,65	35,4	90	494	Е кис	I	10Е+Б+С
30	30,9	31,0	0,80	44,8	107	649	Е кис	I	10Е+С+В
31	31,6	26,7	0,75	38,7	90	399	Е кис	I	8Е1С1Б
32	41,3	30,3	0,90	43,3	120	582	С кис	I	1 ярус: 4,5С4,5Е1Б / 2 ярус: 8,5Е1,5Б
36	25,2	24,4		42,5	62	468			1 ярус: 6Б3Е1С+Лп, ед.В / 2 ярус: 9Е1Лп, ед.Б
37	41,7	31,6	0,70	41,4	113	604	Е кис	I	10Е+Б,С
38	47,2	31,5		33,7	155	497	С кис		1 ярус: 6С3Е1Б+В / 2 ярус: 6Е2Б2В, ед.Кл
39	31,8	25,1	0,90	42,7	75	522	Е кис	I	5С5Е+Б
40	19,2	21,3	1,30	49,1	54	561	Б кис	Ia	1 ярус: 9Б1Е+ЧерМ*,В,С,Д / 2 ярус: 7Е2Б1В+ЧерМ,Д
46	38,3	26,8	0,75	40,0	100	467	Е слш	I	1 ярус: 5,5Е2Б1Д1Ос0,5Лп, ед.Кл / 2 ярус: 5Е2Б1Лп1Д 1Ряб, ед.Кл
47	43,8	26,7	0,70	32,3	110	363	Е слш	I	1 ярус: 9Е0,5Б0,5Д, ед.Лп / 2 ярус: 3Лп3Д3Б1Е

*остатки экспериментальных посадок черемухи Маака

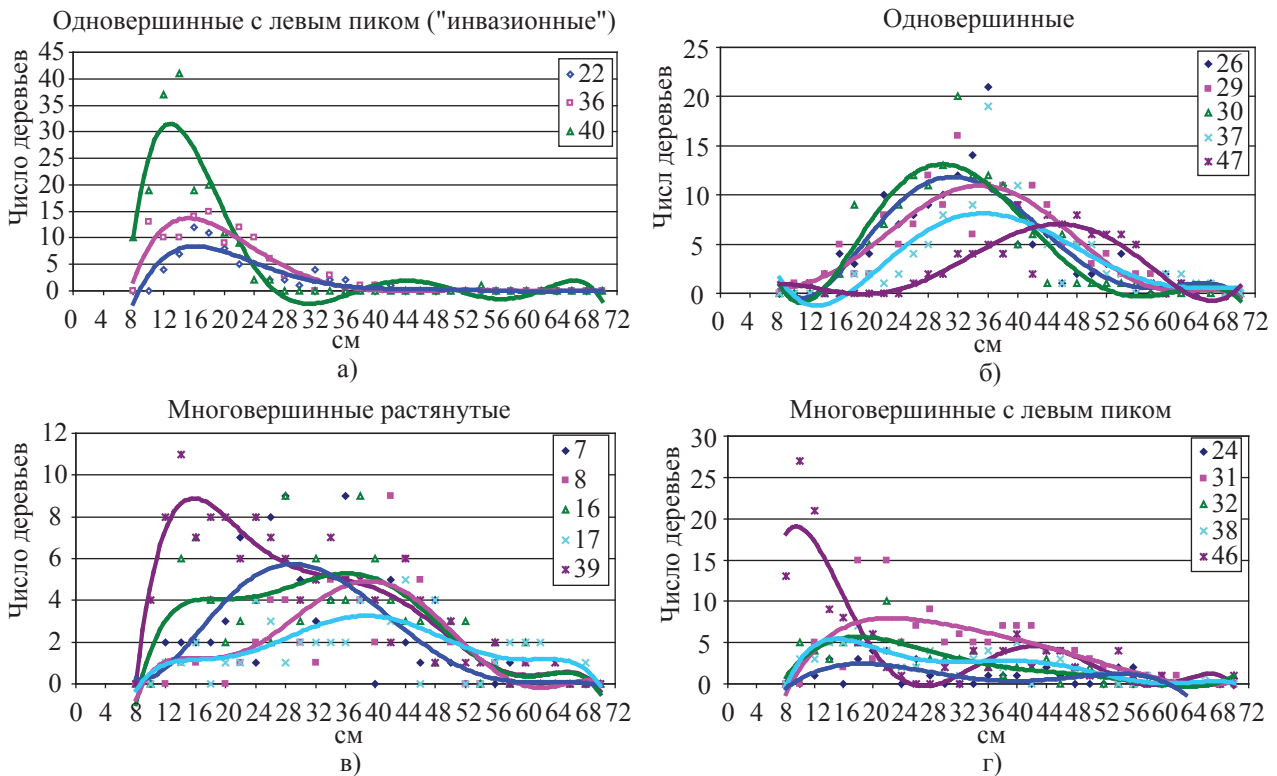


Рис. 1. Типы распределения деревьев ели по ступеням толщины на постоянных пробных площадях НП «Лосиный остров», 2010–2014 гг. (Примечание – цифры в легенде соответствуют номерам ППП. Точки – фактические данные, линии – сглаженные кривые)

Fig. 1. The types of distribution of spruce trees by diameter grades on permanent observation plots in «Losiny Ostrov», 2010-2014

Каждая из пробных площадей (объектов) описывалась комплексом из 52 показателей, отражающих таксационные характеристики насаждений и лесорастительные условия.

Дендрограммы строились для проверки методом кластерного анализа предварительно сделанной нами разбивки пробных площадей на группы по возрастной структуре и разности редуцированных чисел. Важно также оценить, насколько группировка объектов по $\Delta D_{отн}$ будет соответствовать группировке объектов по другим показателям, а следовательно, насколько $\Delta D_{отн}$ адекватно отражает структуру и устойчивость насаждения или отдельной ценопопуляции. Анализ был проведен как для всей совокупности признаков, так и для отдельных групп признаков.

Результаты

Типы распределения деревьев ели по ступеням толщины

По виду графиков, характеризующих распределение деревьев ели на ППП по ступеням

толщины, а следовательно, возрастное и фенотипическое разнообразие ценопопуляций ели европейской, объекты НП «Лосиный остров» оказалось возможным объединить в 4 группы. Для наглядности распределения представлены не в виде столбчатых гистограмм, а в виде сглаженных кривых.

(1) Спектры, имеющие ярко выраженный максимум в левой части графика («инвазионные»), характерны для формирующегося 2-го яруса ели под пологом других пород. Они представлены пробными площадями № 22, 36 и 40 (рис. 1а). Величины $\Delta D_{отн}$ для ППП 22, 36 и 40 равны 1,22, 1,30 и 1,02, соответственно.

(2) Многовершинные растянутые спектры характерны для сложных кислотно-разнотравных ельников и ППП 38 (150-летний сосняк с елью лещиновым кисличным с подростом вяза) (рис. 1б).

Значения $\Delta D_{отн}$ для ППП 7, 8, 16, 17 равны 1,08, 0,87, 1,09, 1,15 соответственно. Таким образом, в большинстве случаев интервал значений $\Delta D_{отн}$ находится между 1,0 и 1,2.

(3) Многовершинные кривые с пиком в левой части гистограммы (рис. 1в) характерны для смешанных насаждений, в частности для пробных площадей № 24, 32 (ельники с сосной кисличные), 31 (ельник с сосной и березой кисличный), 46 (ельник сложный). Для этой группы закономерно максимальны значения разности редуцированных чисел. Значения $\Delta D_{\text{отн}}$ для ППП 24, 31, 32, и 46 равны, соответственно 2,18, 1,26, 1,45, и 2,86.

ППП 38 и 39 по характеру распределения по ступеням толщины занимают промежуточное положение между второй и третьей группами.

(4) Одновершинные спектры с распределением, близким к нормальному. Эту группу составляют монокультуры (ППП 30 и 37), чистые ельники неопределенного происхождения (ППП 26 и 29) и еловая часть ППП 47 с наименьшим среди всех популяций $\Delta D_{\text{отн}}$. Значения $\Delta D_{\text{отн}}$ для ППП 26, 29, 30, 37 и 47 – 1,07, 0,99, 0,89, 0,86, 0,63, т. е. минимальные среди всей совокупности пробных площадей.

Связь между показателями возраста и диаметра

Зависимость на уровне ценопопуляции.

Как отмечалось выше, нормальное распределение по ступеням толщины указывает на одновозрастность и упрощенную структуру насаждения и, как возможное следствие, на его низкую потенциальную устойчивость [3]. Однако определение возраста модельных деревьев показало, что близкое к нормальному распределение по ступеням толщины было отмечено и в ельниках, имеющих в составе несколько поколений деревьев (ППП 26 и 29). Более того, ППП 29 характеризуется весьма сложными взаимоотношениями деревьев разных классов возраста, при котором одна ступень толщины с интервалом в 4 см может быть представлена деревьями 3–4 классов возраста [7].

Напротив, иные типы графиков не обязательно будут показателем разновозрастного насаждения и его высокой устойчивости.

Для большинства ППП наблюдается положительная (на уровне $r = 0,5$) связь меж-

ду возрастом и диаметром отдельных деревьев, как например, показано на рис. 2а для ППП 7 НП «Лосиный остров». С некоторой долей условности к таким насаждениям можно отнести площади, где старые деревья ели представлены единично, как, например, на ППП 24 (рис. 2б).

Однако для ряда пробных площадей самые старые деревья тоньше средних по возрасту и зависимость между возрастом и диаметром носит неопределенный характер (рис. 2в).

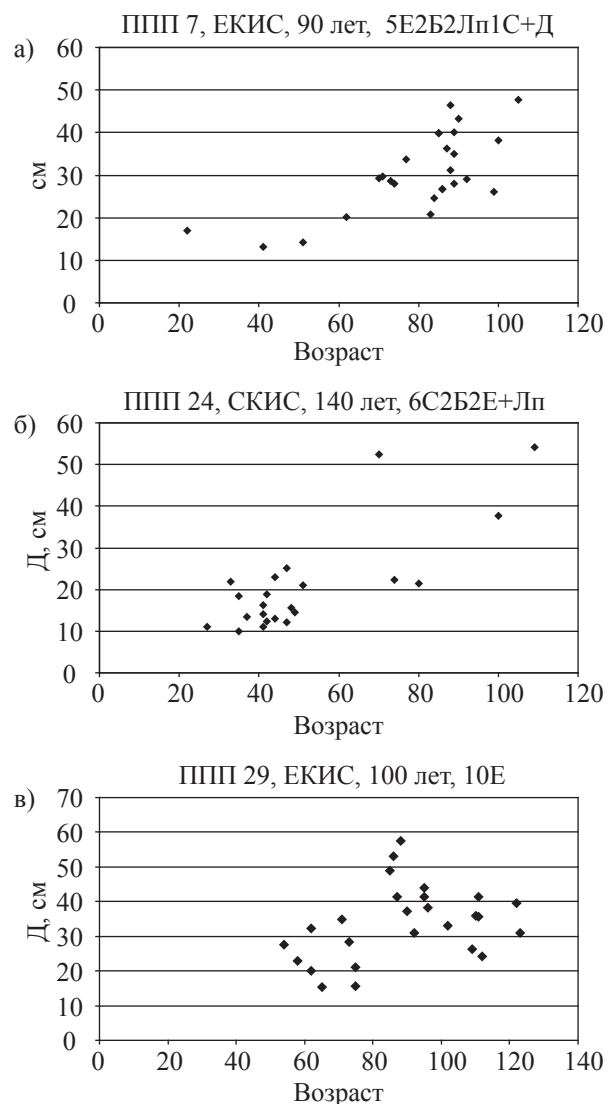


Рис. 2. Примеры зависимости между возрастом и диаметром модельных деревьев в ельниках НП «Лосиный остров» («а» – заметная положительная связь, «б» – положительная связь при преобладании молодых деревьев, «в» – отсутствие определенной связи)

Fig. 2. The examples of interdependence between the age and diameter of model trees in spruce forests of «Losiny Ostrov»

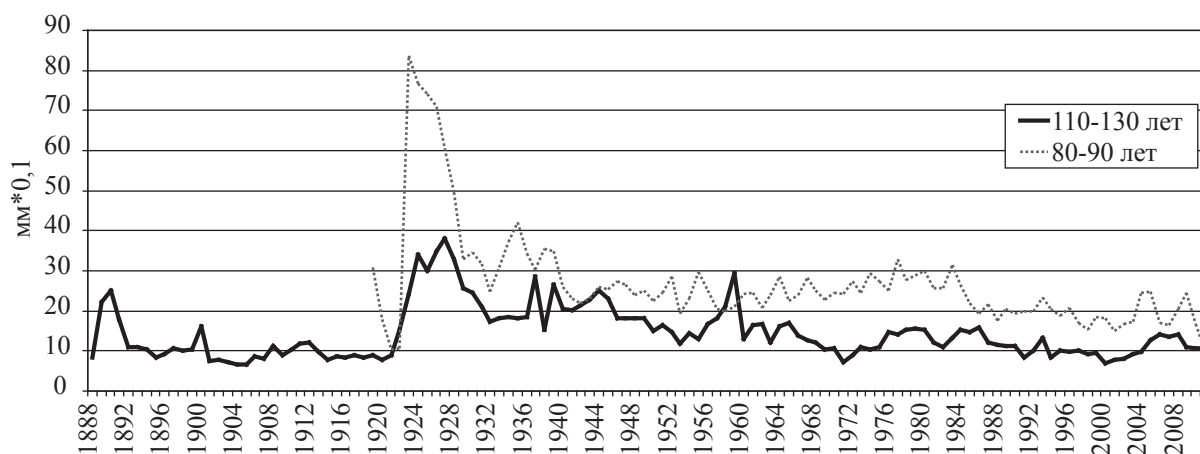


Рис. 3. Усредненные дендрохронограммы пяти самых старых и пяти самых интенсивно растущих деревьев на ППП 29 (национальный парк «Лосиный остров», ельник кисличный, 10Е)

Fig. 3. Averaged dendrochronograms of the five oldest and most intensively growing trees on the permanent observation plot no. 29 («Losiny Ostrov», monodominant *Piceetum oxalidosum*)

Такое распределение показывает, что целое поколение деревьев может отличаться более интенсивным ростом, а более старое поколение – ростом замедленным.

Различия в интенсивности роста разных поколений деревьев можно выявить и при помощи дендрохронограмм. На рис. 3 приведены обобщенные дендрохронограммы с ППП 29 для 5 самых старых модельных деревьев в возрасте 110–130 лет, относящихся к 2–7 рангам по диаметру, и 5 деревьев в возрасте 80–90 лет, относящихся к 8–10 рангам. Радиальный прирост показан в абсолютных величинах.

Деревья старшего поколения в первые десятилетия жизни отличались замедленным

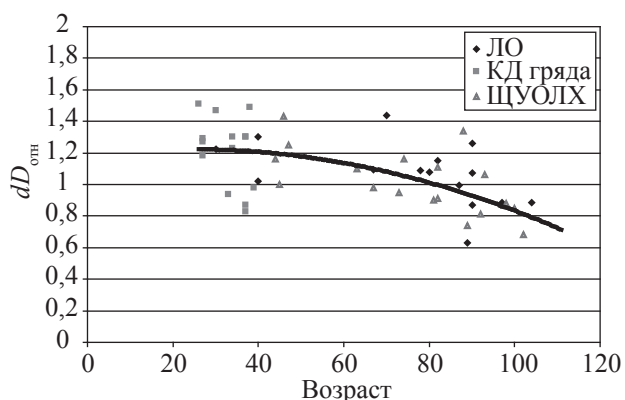


Рис. 4. Зависимость разности редуцированных чисел по диаметру от среднего возраста модельных деревьев ели

Fig. 4. The difference of diameter reduction numbers depending on the average age of model spruce trees

ростом, испытывая угнетение со стороны верхнего полога или иное негативное воздействие. К сожалению, таксационные описания первой половины XX в. на Алексеевский лесопарк не сохранились; на карте типов леса Н.А. Коновалова, 1929 г. [8], в этой части квартала показаны сосняки бруснично-черничные, условия в которых для ели весьма благоприятны. В середине 1920-х гг. произошли существенные изменения в условиях произрастания, приведшие к значительному увеличению радиального прироста у деревьев в возрасте 30–40 лет и появлению нового поколения ели, которое изначально отличалось интенсивным приростом по диаметру. Все последующее время пики и спады радиального прироста у двух поколений деревьев были почти синхронны, но абсолютные величины радиального прироста у молодых деревьев всегда оставались выше (рис. 3), что и обусловило их выход в высшие ранги по диаметру.

Зависимость на уровне всей совокупности исследованных насаждений. Была сделана попытка связать интегральный показатель $\Delta D_{отн}$ со средним возрастом модельных деревьев ели. На рис. 4 представлены результаты для трех групп пробных площадей в ельниках разных территорий – молодняки 2 класса возраста южной части Клинско-Дмитровской гряды (бывшие Правдинский лесхоз-техникум и Сергиево-Посадский опытный лесхоз) [9], ельники разных возрастов ЩУ-

**Соответствие между $\Delta D_{отн}$ и возрастной структурой
пробных площадей в НП «Лосиный остров»**
The correspondence between $\Delta D_{отн}$ and age structure of plots in Losiny Ostrov

ППП	Состав древостоя	$\Delta D_{отн}$ ели	Сред. D ели, см	Сред. возр. моделей, лет	Процент деревьев, представленных разными классами возраста						
					II	III	IV	V	VI	VII	неопр.*
40	1 ярус: 9Б1Е+ЧерМ**, В, С, Д 2 ярус: 7Е2Б1В+ЧерМ, Д	1,02	14,1	40	48,3	51,7	–	–	–	–	–
39	5С5Е+Б	1,10	27,1	67	7,7	15,4	38,5	15,4	3,8	–	19,2
24	6С2Б2Е+Лп+Ива	2,18	22,1	52	20,0	48,0	12,0	4,0	4,0	–	12,0
46	1 ярус: 5,5Е2Б1Д1Ос0,5Лп, ед.Кл 2 ярус: 5Е2Б1Лп1Д 1Ряб, ед.Кл	2,86	43,3	55	29,6	37,0	3,7	–	7,4	3,7	18,5
7	5Е2Б2Лп1С+Д	1,08	30,4	80	3,3	6,7	20,0	53,3	3,3	–	13,3
16	7,5Е1Лп0,5Ос0,5Кл0,5Д	1,09	31,8	78	–	3,7	48,1	18,5	7,4	–	22,2
17	7Е2Лп1Б+Кл, Д	1,15	39,3	82	3,5	–	31,0	31,0	6,9	–	27,6
29	10Е+Б, С	1,00	33,7	87	–	6,7	23,3	26,7	23,3	3,3	16,7
32	1 ярус: 4,5С4,5Е1Б 2 ярус: 8,5Е1,5Б	1,45	38,8	111	–	4,0	4,0	–	20,0	20,0	52,0
30	10Е+С, Б	0,89	31,2	104	–	–	6,3	12,5	56,2	12,5	12,5
37	10Е+Б, С	0,89	41,6	97	–	3,7	–	33,3	18,5	3,7	40,8
47	1 ярус: 9Е0,5Б0,5Д, ед.Лп 2 ярус: 3Лп3Д3Б1Е	0,63	45,0	89	–	–	16,7	29,2	12,5	–	41,6

Примечание: * деревья, в которых стволовая гниль не позволила определить возраст дерева; ** черемуха Маака

ОЛХ [17] и НП «Лосиный остров». Для сопоставимости результатов из лосиноостровской серии ППП были исключены 3 пробные площади национального парка, где большинство деревьев ели представлено экземплярами 2-го яруса и очень высоки значения разности относительных диаметров.

В целом по совокупности площадей с возрастом $\Delta D_{отн}$ постепенно снижается, что в общем случае объясняется естественным отпадом деревьев низших классов местоположения в процессе развития древостоя.

Однако с точки зрения устойчивости важен не только средний возраст, но и соотношение деревьев разных классов возраста, отражающее полночленность популяции. Отметим сразу, что строго полночленных популяций, соответствующих динамически устойчивым насаждениям, на исследованных ППП нет. В табл. 2 показатель структуры по диаметру сопоставлен с возрастной структурой еловой части насаждения. В целом наименьшие значения $\Delta D_{отн}$ соответствуют насаждениям, где ель представлена деревьями старших возрастов, а наибольшие, как прави-

ло, насаждением со значительным процентом деревьев 2–3 классов возраста.

Точное определение возраста модельных деревьев по результатам обработки кернов позволило объединить ценопопуляции ели на пробных площадях национального парка в 4 группы, примерно соответствующие классификации типов популяций Т.А. Работнова [13]:

- формирующиеся (молодое поколение ели под пологом других пород с инвазивным возрастным спектром) (рис. 5а);
- разновозрастные с преобладанием более молодых экземпляров (близкие к нормальным полночленным) (рис. 5б);
- условно-разновозрастные, имеющие нормальный неполночленный возрастной спектр с очень малым процентом молодых деревьев (рис. 5в);
- стареющие популяции (спелые древостои естественного происхождения или культуры, представленные деревьями 2–3 смежных классов возраста, со спектром, близким к регрессивному, не имеющие молодых экземпляров) (рис. 5г).

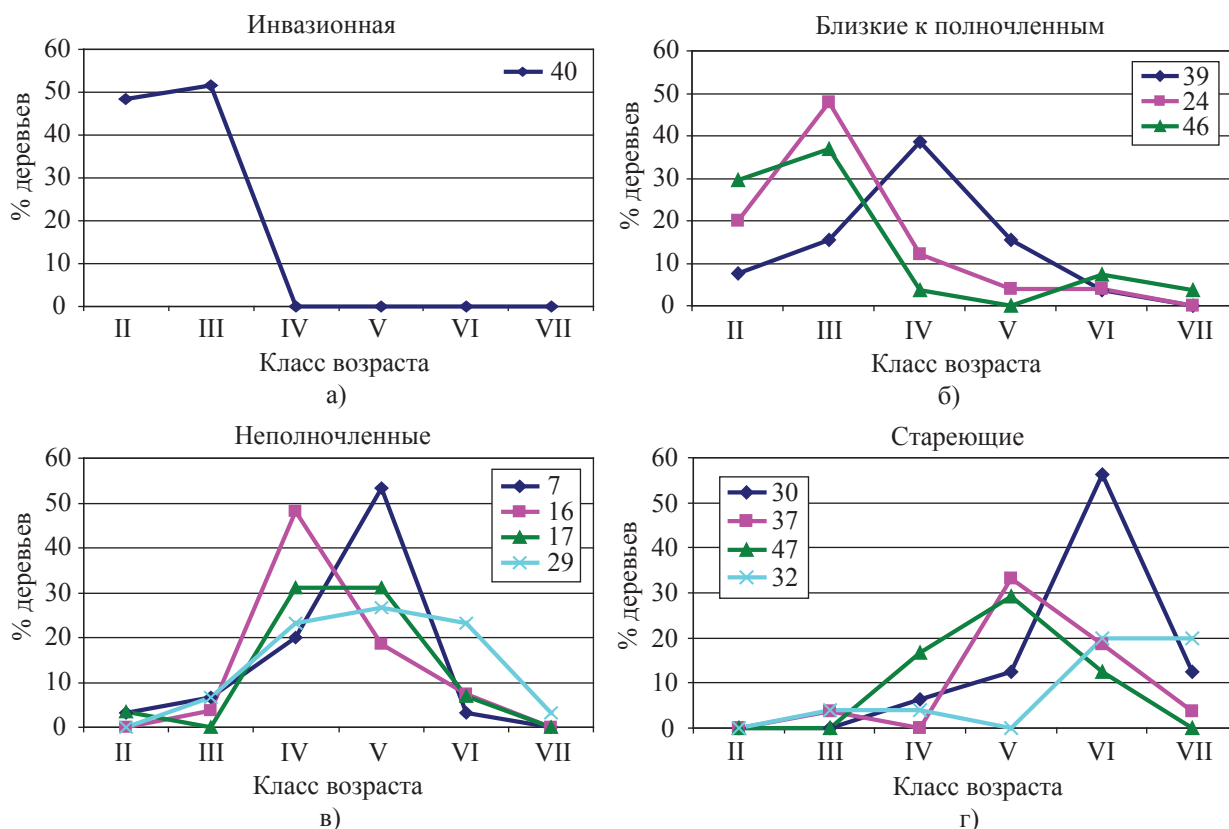


Рис. 5. Типы возрастных спектров ценопопуляций ели европейской на пробных площадях НП «Лосиный остров» (цифры в легенде соответствуют номерам ППП)

Fig. 5. Types of age spectra of spruce coenopopulations on permanent observation plots in «Losiny Ostrov».

Для некоторых площадей отнесение к той или иной группе достаточно условное из-за большого числа стволов, пораженных

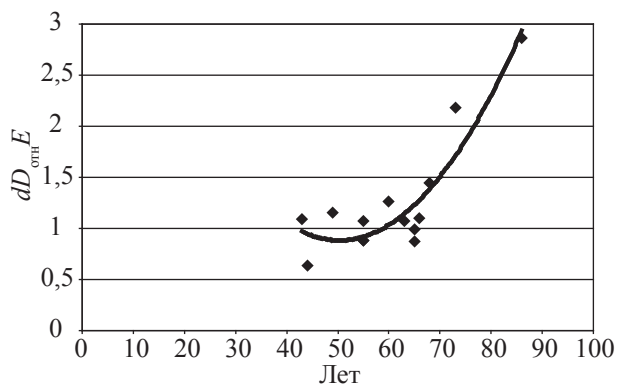


Рис. 6. Зависимость разности относительных диаметров от разности возрастов деревьев 1-го и 10-го рангов (ΔA) (цифры на графике соответствуют номерам ППП)

Fig. 6. The dependence of the relative diameters on the difference between the age of trees of the 1st and 10th diameter classes (ΔA). The numbers correspond to the numbers of permanent observation plots

гнилью, что не позволило точно определить возраст модельных деревьев.

С учетом того, что керны были отобраны не со всех пробных площадей, количество представленных объектов меньше, чем на рис. 1.

Распределение на группы по большей части сходно с таковым для ступеней толщины, но имеются исключения. Так, вместе с насаждениями, имеющими упрощенную структуру по диаметру, в группу стареющих популяций вошла ППП 32, характеризующаяся широким разбросом деревьев ели по диаметру (рис. 1в) и, следовательно, высоким значением $\Delta D_{отн}$.

Также была построена зависимость $\Delta D_{отн}$ ели от разности в возрасте между модельными деревьями 10 и 1 рангов по возрасту (рис. 6). Последнюю величину мы обозначили ΔA . Использование ранговой структуры по возрасту обусловлено тем, что абсолютный возраст преобладающего элемента леса не учитывает все многообразие экземпляров вида, представ-

ленное на пробной площади. Мы не использовали также абсолютную разность между наибольшим и наименьшим возрастом деревьев, чтобы исключить влияние единичных экстремальных значений. Из рассмотрения были исключены площади, где наблюдаются начальные стадии формирования ценопопуляции ели под пологом сосны и березы.

Зависимость разности относительных диаметров от амплитуды возрастов для ППП НП «Лосиный остров» описывается ветвью параболы с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,84$ (рис. 6). В ее нижней части закономерно оказываются ППП № 47, 30 и 37 с однородной возрастной структурой и минимальными $\Delta D_{\text{отн}}$ по ели. В верхней части так же закономерно помещаются ППП 32, 24 и 46, на которых достаточно много молодых экземпляров ели. Но в целом, как уже было показано ранее на рис. 1в, структура по диаметру далеко не всегда определяется возрастной структурой.

Относительно более высокие значения $\Delta D_{\text{отн}}$ при небольшой амплитуде возрастов присущи ППП 16 и 17 – ельникам сложным, произрастающим на наиболее плодородных почвах и имеющим примесь других пород до 3 ед. Для этих ценопопуляций разнообразие структуры по диаметру определяется не только наличием разных поколений деревьев, но и мозаичностью условий произрастания, которые создаются в смешанном лесу при естественном развитии древостоя.

Обратную ситуацию представляют ППП 8 и 29, которые имеют в составе несколько поколений ели, в том числе и сравнительно молодые деревья, но структура по диаметру у них выровнена и близка к неустойчивым насаждениям. Если для ППП 29, представленной чистым ельником, низкую дифференциацию по диаметру можно объяснить однородностью древостоя за весь период его развития, то для ППП 8 слабая дифференциация по диаметру не вполне объяснима.

Влияние породного состава насаждений на структуру по диаметру

Влияние доли ели в составе насаждений на дифференциацию по диаметру, выраженную через $\Delta D_{\text{отн}}$, прослежено на со-

вокупности ППП в ельниках 80–100 лет НП «Лосиный остров» и ЩУОЛХ (рис. 7). Чтобы исключить влияние возраста, рассматриваются насаждения только V класса. Если исключить «экстремальные» значения $\Delta D_{\text{отн}}$, связанные с развитием 2 яруса, общая закономерность предстает в следующем виде: когда участие ели в составе насаждений незначительно, количества ее экземпляров недостаточно для полноценной дифференциации. Оптимальная структура по диаметру формируется при доле ели 3–7 единиц, а в чистых или почти чистых ельниках возможность для дифференциации снова снижается, уже из-за неблагоприятного светового режима и внутривидовой конкуренции, когда порода-эдикатор настолько контролирует среду, что не оставляет шансов для появления молодых экземпляров не только других пород, но и самой ели.

Применение кластерного анализа для группировки пробных площадей

Группировка по разности относительных диаметров ели и насаждения в целом позволяет довольно однозначно выделить чистые одновозрастные культуры с низкими значениями $\Delta D_{\text{отн}}$ (рис. 8). Включенная в эту же группу ценопопуляция ели европейс-

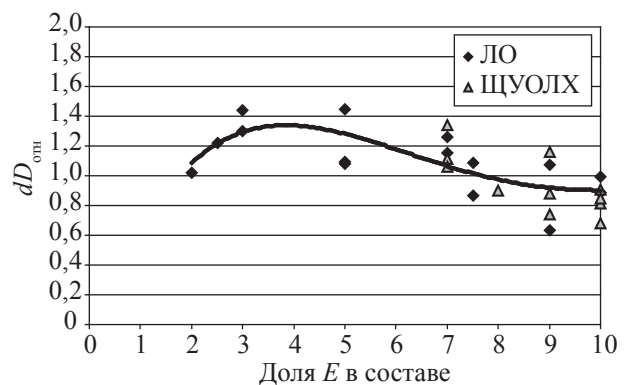


Рис. 7. Связь между долей ели в составе древостоя и разностью редуционных чисел на одноярусных пробных площадях в НП «Лосиный остров» (ЛО) и Щелковском учебно-опытном лесхозе (ЩУОЛХ) (возраст насаждений 80-100 лет)

Fig. 7. The relationship between the proportion of spruce in stand composition and the difference in reduction numbers on one-layered plots of Losiny Ostrov (rhombuses) and Shchelkovsky experimental forestry (triangles)

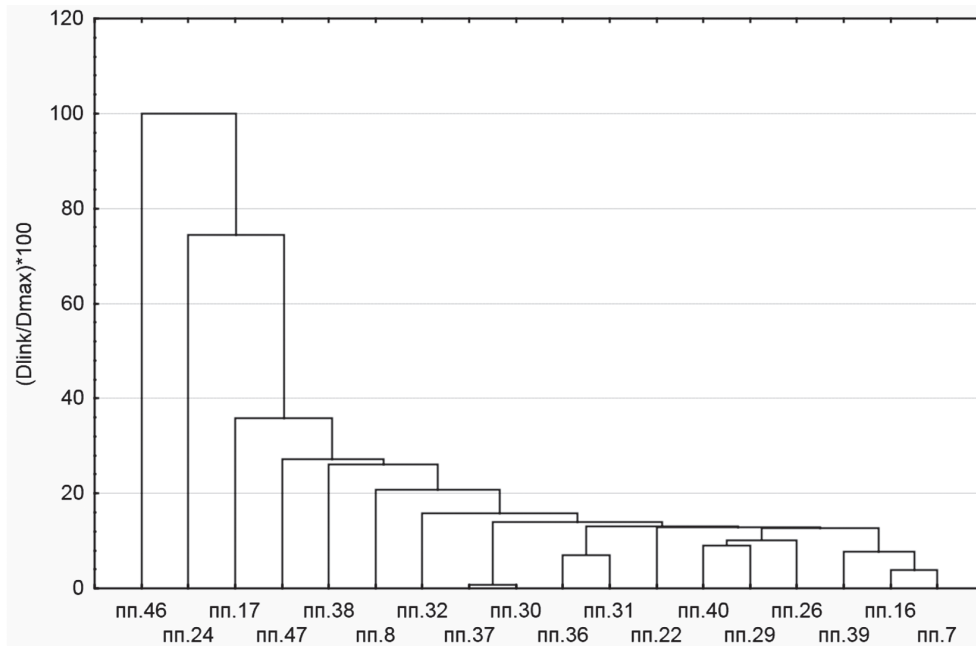


Рис. 8. Дендрограмма объектов по $\Delta D_{отн}$ для ели и $\Delta D_{отн}$ для ППП в целом
 Fig. 8. An item dendrogram for $\Delta D_{отн}$ of spruce and $\Delta D_{отн}$ of permanent observation plots as a whole

кой с ППП 47 расположена на дендрограмме отдельно, т. к. ППП 47 в целом характеризуется достаточно высоким значением $\Delta D_{отн}$ (табл. 1) за счет наличия молодых деревьев широколиственных пород.

Насаждения с высокими значениями $\Delta D_{отн}$ (пробные площади 24, 32, 38, 46) формируют группу в левой части дендрограммы и при этом характеризуются очень слабым сходством между собой (рис. 8).

Остальные насаждения, имеющие значения $\Delta D_{отн}$ в интервале от 1,0 до 1,3, образуют достаточно аморфную группу, причем, в ней оказываются как ценопопуляции ели из 2-го яруса, так и спелые ельники. Данная группа внутри распадается на несколько кластеров, но разделение это выглядит достаточно формальным.

Таким образом, метод кластерного анализа по разности относительных диаметров на данном этапе исследований позволил достоверно выделить только «экстремальные» варианты насаждений. Разделение всех остальных по показателям структуры и устойчивости весьма неопределенно.

Группировка объектов по показателям, связанным с возрастной структурой, дает следующую картину (рис. 9). В правой час-

ти дендрограммы оказываются два кластера: ППП с однозначным преобладанием одного поколения ели в древостое (30, 37, 47) и группа «условно разновозрастных» площадей с преобладанием старших классов возраста (табл. 2). Следующий кластер, но уже с большим уровнем различия между собой, составляют пробные площади, где ель преимущественно входит в состав 2-го яруса (22, 40, 36 и, как ни странно, 39). Попадание последней площади в эту группу объясняется тем, что на ней, так же как и на трех предыдущих, ель значительно моложе сосны и несколько десятилетий назад, возможно, составляла 2-й ярус. Отделение ППП 38 от всей прочей совокупности объектов произошло из-за значительного возраста преобладающей породы (сосны), который превышает 150 лет.

Данная дендрограмма в целом подтверждает деление на группы по возрастной структуре, приведенное в табл. 2.

Наконец, дендрограмма объектов, построенная по всем 46 свойствам (рис. 10), отображает группировку скорее по условиям произрастания, нежели по показателям структуры. Так, минимальные различия показаны для ППП 26 и 29 (90-летние ельники кисличные в пределах одного урочища),

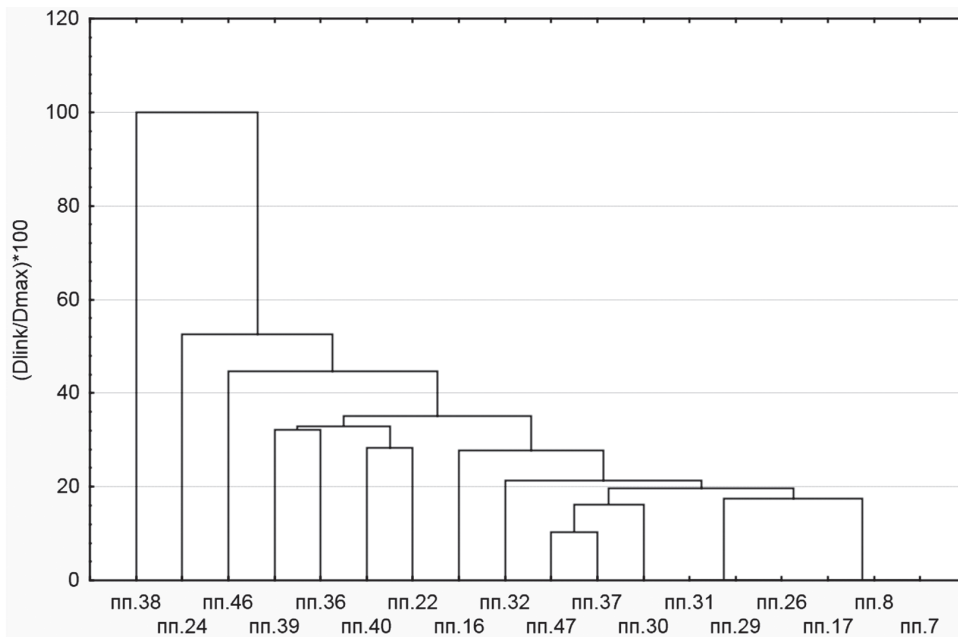


Рис. 9. Дендрограмма объектов по возрасту преобладающей породы на ППП и возрасту преобладающего поколения ели

Fig. 9. An item dendrogram for the age of predominant tree species and age of predominant spruce generation on permanent observation plots

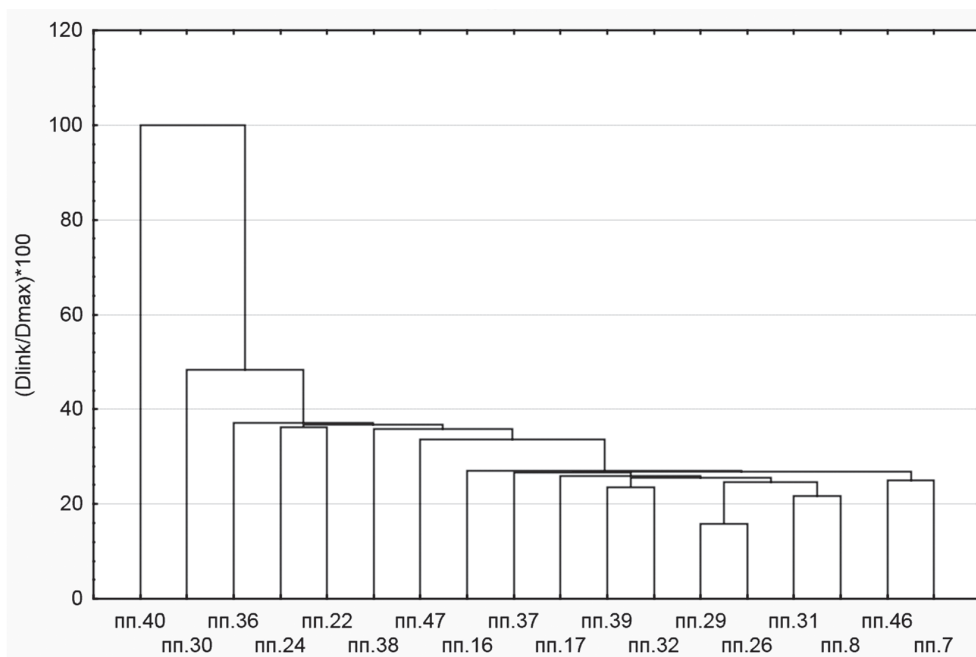


Рис. 10. Дендрограмма объектов по всей совокупности свойств

Fig. 10. An item dendrogram for all properties

46 и 7 (100-летние ельники сложные), 31 и 8 (90-летние ельники с участием березы), 32 и 39 (сосняки с елью кисличные).

Заключение

Говоря об использовании $\Delta D_{отн}$ как интегрального показателя структуры насажде-

ний можно отметить, что для условий национального парка «Лосиный остров» и ЩУОЛХ для прироста и спелых насаждений являются следующие пороговые величины.

Значения $\Delta D_{отн}$ ниже 1,0 характеризуют искусственные насаждения или же леса, приведенные многократными низовыми руб-

ками в состоянии с предельно упрощенной структурой.

Величины от 1,0 до 1,3 – это леса условно разновозрастные, но с преобладанием деревьев старших возрастов, или, наоборот, второй ярус ели, развивающийся под пологом других пород и представленный деревьями 2-х смежных классов возраста.

Величины свыше 1,3 – леса, в которых численно преобладают более молодые деревья, способные обеспечить динамическую устойчивость породы.

Данные о возрасте модельных деревьев позволили получить представление о возрастной структуре популяций ели европейской на пробных площадях, использовать ее как критерий жизнеспособности и сопоставить с проанализированной ранее структурой по диаметру.

Структура по диаметру не всегда соответствует возрастной структуре насаждения. В ценопопуляции может присутствовать часть экземпляров, отличающихся замедленным ростом, более долговечная, чем деревья, развивающиеся оптимально: господствующие и прегосподствующие деревья растут быстро, но так же быстро выпадают; в итоге в насаждении сохраняется часть старшего поколения, отличающаяся замедленным ростом. «Чем быстрее растет лес, тем скорее он старится. Устойчивость лесных фитоценозов и их производительность находятся в обратно пропорциональных отношениях» [14].

Структура древостоев по возрасту и диаметру во многом определяется плотностью древостоя и смешением пород и наиболее выровнена в чистых высокополнотных лесах. Оптимальная структура по диаметру формируется при доле ели 3–7 единиц.

По отдельным признакам кластерный анализ подтвердил проведенное экспертно-разделение объектов на группы. В целом, с достаточным постоянством на разных дендрохронограммах выделяются только «экстремальные» варианты насаждений.

Библиографический список

- Абатуров, А.В. Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмоскowie / А.В. Абатуров, П.Н. Меланхолин. – Тула: Гриф и К., 2005. – 336 с.
- Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К.К. Высоцкий. – М., 1962. – 178 с.
- Дробышев, Ю.И. Устойчивость древостоев: структурные аспекты / Ю.И. Дробышев, С.А. Коротков, Д.Е. Румянцев // Лесохоз. информ. – 2003. – № 7. – С. 2–11.
- Ипатов, В.С. Дифференциация древостоя, III / В.С. Ипатов // Вестник ЛГУ. Сер. Биол. – 1970. – Вып. 1. – С. 66–77.
- История и состояние лесов национального парка «Лосиный остров». – М.: Прима-пресс-М, 2000. – 104 с.
- Киселева, В.В. К истории формирования ельников «Лосино-островского» и оценке их устойчивости: Научные труды национального парка «Лосиный остров» / В.В. Киселева, С.А. Коротков, Л.В. Стоноженко, А.С. Юдакова, Н.А. Истомин. – М., 2010. – Вып. 2. – С. 61–74.
- Киселева, В.В. К возрастной структуре ельников «Лосино-островского» / В.В. Киселева, С.А. Коротков, Л.В. Стоноженко, Н.А. Истомин (под ред. В.В. Киселевой, Ф.Н. Ворониной) // Научные труды национального парка «Лосиный остров» – М.: Типография Эй Би Ти Групп, 2014. – Вып. 3. – С. 33–39.
- Коновалов, Н.А. Типы леса подмосковных опытных лесничеств Ц.Л.О.С. / Н.А. Коновалов // Тр. по лесн. оп. делу Центр. лесн. оп. станции. – М.-Л.: Сельхозгиз. – 1929. – Вып. V. – 159 с.
- Коротков, С.А. Особенности формирования ельников в условиях антропогенного стресса (на примере лесов Клинского-Дмитровской гряды): дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / С.А. Коротков. – М., 1998. – 24 с.
- Коротков, С.А. Структура, устойчивость и тенденции естественного возобновления ельников в национальном парке «Лосиный остров» / С.А. Коротков, В.В. Киселева, Л.В. Стоноженко, А.С. Юдакова, Н.А. Истомин // Леса Евразии – Брянский лес. Мат. XI Межд. конф. – М.: МГУЛ, 2011. – С. 61–63.
- Кулешов, А.П. Естественное возобновление ели в НП «Лосиный остров» / А.П. Кулешов // Состояние природных комплексов на особо охраняемых природных территориях. Матер. науч.-практ. конф., посвященной 25-летию национального парка «Лосиный остров». – Пушкино, 2008. – С. 104–107.
- Леса Восточного Подмосковья. – М.: Наука, 1979. – 184 с.
- Работнов, Т.А. Фитоценология / Т.А. Работнов. – М.: МГУ, 1978. – 384 с.
- Речан, С.П. Леса Северного Подмосковья / С.П. Речан, Т.В. Мальшева, А.В. Абатуров, П.Н. Меланхолин. – М.: Наука, 1993. – 316 с.
- Рожков, В.А. Почвенная информатика / В.А. Рожков. – М.: Агропромиздат, 1989. – 221 с.
- Семенова, И.Г. О влиянии гнилевых болезней и других факторов на состояние ельников Погонно-Лосино-островского / И.Г. Семенова, А.В. Абатуров // Защита леса. – Вып. 5. – Л.: ЛТА, 1980. – С. 72–76.
- Стоноженко, Л.В. Обоснование возрастов спелости еловых древостоев Московской области на основе анализа их структуры и строения: дисс. ... канд. с.-х. наук / Л.В. Стоноженко. – М., 2011. – 144 с.
- Сукачев, В.Н. Избранные труды. Основы лесной типологии и биогеоценологии. – Т. 1. / В.Н. Сукачев. – Л.: Наука, 1972. – 418 с.
- Третьяков, Н.В. Закон единства в строении насаждений / Н.В. Третьяков. – М.-Л.: Новая деревня, 1927. – 114 с.

CERTAIN REGULARITIES IN THE STRUCTURE OF SPRUCE FORESTS IN NORTHEASTERN MOSCOW AREA

Kiseleva V.V., Deputy Director for Science, National Park «Losiny ostrov» Ph.D (Biol.)⁽¹⁾; **Korotkov S.V.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D (Biol.)⁽²⁾; **Karminov V.N.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D (Agriculture)⁽²⁾; **Stonozhenko L.V.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D (Agriculture)⁽²⁾

vkisel@mail.ru, skorotkov@mgul.ac.ru, karminov@mgul.ac.ru, stonozhenko@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ 107113 Poperechnyi prosek 1 «G» Moscow, Russia, National Park «Losiny ostrov»; Tel. 8 (499) 269-10-60

⁽²⁾ Moscow State Forest University (MFSU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia Tel. 8 (498) 687-39-05, 8 (498) 687-35-67, 8(498) 687-39-21

The approaches to the evaluation of structure and stability of spruce forests of the northeastern Moscow Area (National Park Losiny Ostrov and Shchelkovo Experimental Forest Enterprise) have been examined. Spruce forests of the region are dynamically unstable. The research works were carried out on permanent observation plots belonging to green-moss and composite groups of forest types. Age and radial increment were studied with the help of cores of model trees. The degree of similarity of forest stands was determined using dendrogram construction. The regularities in the structure of spruce forests were revealed considering age structure and species composition. Using tree distribution by thickness grades 4 groups of population specters have been singled out for *Picea abies*: invasional, multimodal extended, multimodal with a left peak, and quasi-normal. The stands with primitive and complex structure are identified properly by the index of rank structure ΔD_{rel} . As it is demonstrated, optimal diameter variability is formed when spruce constitutes from 3 to 7 units in stand composition, while in monodominant spruce forests the potential of differentiation decreases. By age structure spruce communities were divided into developing, conditionally multi-age, multi-age, and regressive ones. Diameter structure often differs from the age structure. In spruce coenopopulation, some samles with retarding growth can prove to be more viable than the trees with optimal growth. Stand diameter and age structure is to a great extent determined by density and species composition and is mostly leveled in dense monodominant forests. At this stage, only extreme variants of stands can be distinguished reliably by the method of cluster analysis.

Keywords: spruce, rank structure, structure of stands, northeastern Moscow regions, cluster analysis.

References

1. Abaturov A.V., Melankholin, P.N. *Estestvennaya dinamika lesa na postoyannykh probnykh ploshchadyakh v Podmoskov'e* [Natural dynamics of the forest on the permanent sample plots in the Moscow region]. Tula, Grif i K., 2005. 336 p.
2. Vysotskiy K. K. *Zakonomernosti stroeniya smeshannykh drevostoev* [Laws of the structure of mixed stands]. Moscow, 1962. 178 p.
3. Drobyshyev Yu. I., Korotkov, S. A., Rummyantsev, D. E. *Ustoychivost' drevostoev: strukturnye aspekty* [Sustainability of stands: structural aspects]. Lesohoz. inform., 2003 № 7. pp. 2–11.
4. Ipatov V.S. *Differentsiatsiya drevostoya* [Differentiation of stand]. Bull. LGU. Vol. Biol. 1970. pp. 66–77.
5. *Istoriya i sostoyanie lesov natsional'nogo parka «Losinyy ostrov»* [History and forests of the national park «Losiny ostrov»]. Moscow. Prima-press-M, 2000. 104 p.
6. Kiseleva V.V., Korotkov, S.A., Stonozhenko, L.V., Yudakova, A.S., Istomin, N.A. *K istorii formirovaniya el'nikov «Losinogo ostrova» i otsenke ikh ustoychivosti* [On the history of the formation of spruce forests «Losiny ostrov» and assess their stability] Nauchnye trudy natsional'nogo parka «Losiny ostrov» [Proceedings of the National Park «Losiny ostrov»]. Moscow. 2010. pp. 61–74.
7. Kiseleva, V.V., Korotkov, S.A., Stonozhenko, L.V., Istomin, N.A. *K vozrastnoy strukture el'nikov Losinogo Ostrova* [By the age structure of spruce forests Losiny ostov]. Nauchnye trudy natsional'nogo parka «Losiny ostrov» [Proceedings of the National Park «Losiny ostrov»]. Moscow: 2014. p. 33–39.
8. Konovalov N.A. *Tipy lesa podmoskovnykh opytnykh lesnichestv Ts.L.O.S.* [Forest types Moscow region experienced forestry TS.L.O.S.]. Moscow -L.: 1929. 159 p.
9. Korotkov, S.A. *Osobennosti formirovaniya el'nikov v usloviyakh antropogennogo stressa (na primere lesov Klinско-Dmitrovskoy gryady)* [Peculiarities of spruce forests in the conditions of anthropogenic stress (for example, forests Klin-Dmitrov Ridge): Diss. Cand. Biological Sciences]. Moscow, 1998. 24 p.
10. Korotkov S.A., Kiseleva, V.V., Stonozhenko, L.V., Istomin, N.A., Yudakova, A.S., Pirogova, O.A. *Struktura, ustoychivost' i tendentsii estestvennogo vozobnovleniya el'nikov v natsional'nom parke «Losiny ostrov»* [Structure, stability, and trends of natural regeneration of spruce forests in the national park «Losiny ostrov»]. Lesa Evrazii – Bryanskiy les. Mat. KhI Mezhd. konf. [Forests of Eurasia – Bryansk Forest. Mat. XI Int. Conf.]. Moscow: MGUL, 2011. pp. 61–63.
11. Kuleshov A.P. *Estestvennoe vozobnovlenie eli v NP «Losiny ostrov»* [Natural regeneration of spruce in NP «Losiny ostrov»]. Sostoyaniye prirodnykh kompleksov na osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriyakh. Mater. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 25-letiyu natsional'nogo parka «Losiny ostrov» [The state of natural complexes in protected natural areas. Mater. scientific and practical. Conf., dedicated to the 25th anniversary of the national park «Losiny ostrov»]. Pushkino, 2008. pp. 104–107.
12. Lesa Vostochnogo Podmoskov'ya [Forests of the Eastern Moscow region]. Moscow Science, 1979. – 184 p.
13. Rabotnov, T.A. *Fitotsenologiya* [Phytocenology]. Moscow 1978. 384 p.
14. Rechan S.P., Malysheva T.V., Abaturov A.V., Melankholin P.N. *Lesy Severnogo Podmoskov'ya* [Forests of Northern Moscow region]. Moscow: Science, 1993. 316 p.
15. Rozhkov, V.A. *Pochvennaya informatika* [Soil Informatics]. Moscow Agropromizdat, 1989. 221 p.
16. Semenkova, I. G., Abaturov A. V. *O vliyaniy gnilevykh bolezney i drugikh faktorov na sostoyanie el'nikov Pogonno-Losinogo ostrova* [On the influence diseases and other factors on the state of spruce forests chase Losiny ostrov]. Forest protection L. 1980. pp. 72–76.
17. Stonozhenko L.V. *Obosnovanie vozrastov spelosti elovykh drevostoev Moskovskoy oblasti na osnove analiza ikh struktury i stroeniya: diss. kand. s.-kh. nauk* [Justification of the age of maturity spruce stands of the Moscow region on the basis of their structure and composition: diss. agricultural Science]. Moscow, 2011. 144 p.
18. Sukachev V. N. *Izbrannye trudy... Osnovy lesnoy tipologii i biogeotsenologii* [Selected Works ... The Basics of forest typology and biogeocenology]– L.: Science, 1972. – 418 p.
19. Tret'yakov, N. V. *Zakon edinstva v stroenii nasazhdeniy* [The law of unity in the structure of stands] Moscow-Leningrad: New Village, 1927. 114 p.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КРОНЫ ДЕРЕВЬЕВ

Г.В. АНИСОЧКИН, *ст. преподаватель МГУЛ*⁽¹⁾

anisochking@list.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ
8 903 577 3488; 8 926 976 32 99

В статье приведены результаты разработанного автором способа определения площади листовой поверхности кроны деревьев. Способ определения площади листовой поверхности кроны включает определение массы кроны дерева, массы выборки, определение площади поверхности листовых пластин выборки. Площадь листовой поверхности кроны дерева в предлагаемом способе автор определяет соотношением совокупной площади листовых пластин и их массы к массе кроны дерева. Совокупную площадь листовых пластин выборки определяют как сумму площадей отсканированных поверхностей отдельных листовых пластин выборки. Площадь поверхности каждого листа выборки определяют при помощи компьютерной программы, которая вычисляет ее по соотношению черных и белых пикселей отсканированных листьев. Соотношение площади фотосинтезирующей поверхности кроны дерева к текущему приросту определяет, какая площадь фотосинтезирующей поверхности требуется данной породе для генерации единицы прироста для конкретных условий места произрастания. В зависимости от этого показателя можно определять и планировать плотность произрастания отдельных деревьев породы в насаждении в соответствии с возрастной динамикой их роста, осуществлять подбор пород, определяя целевое назначение создаваемых или реконструируемых насаждений. Также этот показатель, определяемый предлагаемым способом, позволит более достоверно планировать выбираемый запас в ходе рубок ухода, более точно корректировать оставляемую полноту в насаждении в соответствии с возрастом культивируемой породы. Способ определения площади листовой поверхности кроны дерева, включающий определение площади листовых пластин выборки при помощи компьютерной программы, позволяет определить площадь листовой поверхности кроны дерева с высокой достоверностью.

Ключевые слова: площадь листовой поверхности, выборка, дерево, лист, крона, модельное дерево, масса кроны дерева, площадь кроны дерева.

Леса России занимают 69 % ее суши. Они выполняют важную, планетарного значения природоохранную и экологическую функцию. В лесах России сосредоточено более 25 % хвойной древесины. Важным фактором являются природно-климатические условия России, обладающие огромным потенциалом, способствующим произрастанию высокополнотных насаждений. В настоящее время в России ведется интенсивное лесопользование, ряд насаждений пройден рубками неоднократно. Возобновления лесов в европейской части России идет очень медленно.

Вблизи крупных промышленных центров леса рекреационного назначения находятся в плачевном состоянии из-за плохой экологии и сильной рекреационной нагрузки, вызванной вследствие интенсивного посещения населением. Отрицательная динамика развития наблюдается у некоторых насаждений, находящихся вдали от индустриальных центров. Так, например, известны проблемы Теллермановских дубрав, над решением которых вот уже не один год работают сотрудники

Института лесоведения РАН. В сложившейся ситуации важнейшей задачей лесоустройства и лесного хозяйства является планирование лесных территорий, подбор пород с большей устойчивостью в насаждениях рекреационного назначения и пород, обладающих наибольшим потенциалом роста в насаждениях эксплуатационного назначения. Для решения этих задач проведены исследования в области определения потенциала продуктивности отдельных пород.

Как нам известно, деревья, растущие на нашей планете, потребляя в процессе жизненного цикла углекислый газ, выделяют кислород, накапливают в себе углерод в виде древесины, который после завершения жизненного цикла дерева разлагается, распадаясь на углекислый газ и минеральные вещества, замыкая, таким образом, круговорот углерода в природе.

Факторы, влияющие на интенсивность роста определенной породы, весьма многочисленны: биологический, климатический, почвенный, агротехнический. Выразить чис-

ловым значением влияние каждого фактора на рост насаждения сложно, так как каждый фактор является функцией нескольких элементов. При решении этой задачи перечисленные факторы для каждой породы можно представить условно линейной связью с продуктивностью. По исследованиям Л.А. Иванова (1959 г.), обнаружена прямая связь между массой листьев (хвои) и течением жизненных процессов. Наибольший вес листьев (хвои), а следовательно, и наибольший расход влаги, интенсивность фотосинтеза, дыхания и других процессов наблюдается у всех древесных пород в возрасте кульминации текущего прироста. Возникает вопрос, все ли породы деревьев одинаково выполняют эту функцию в различных условиях произрастания? Вероятнее всего нет, потому как некоторые породы в определенных условиях произрастать вообще не способны, а если и произрастают, то дают минимальный прирост. Однозначно можно сказать, что некоторые породы обладают большей устойчивостью к неблагоприятным факторам, к таким, как подтопление или пересыхание, уплотнение почвы, загазованность воздуха и т. д. Какое количество древесины способна накопить та или иная порода в определенных условиях существования за время своей жизни в различные периоды интенсивности роста? Какое количество кислорода дерево выделяет в эти периоды?

Соотношением площади фотосинтезирующей поверхности кроны дерева к текущему приросту определим некий коэффициент J . Иными словами, какая площадь фотосинтезирующей поверхности необходима данной породе для генерации единицы прироста в определенных условиях. В зависимости от этого показателя находится плотность произрастания отдельных деревьев породы в насаждении, полнота и запас интересующей породы. Также по предлагаемому показателю, оценивая соотношение количества выделяемого кислорода и прирост древесины, можно корректировать возраст рубки той или иной породы в конкретных условиях.

Сравнивая породы по коэффициенту J , можно определить потенциал или перспективность породы относительно сравни-

ваемой. Для этого при закладке модельных деревьев интересующих пород с целью определения текущего прироста в ходе анализа ствола необходимо измерить площадь фотосинтезирующей поверхности кроны дерева. Сделать это можно следующим образом.

Сто листовых пластин отбираем в выборку. Сканируем при помощи сканера поверхности отобранных листовых пластин, сохраняя получаемые изображения в файлах в графическом формате. Обрабатываем полученные файлы с помощью компьютерной программы, определяя площадь поверхности каждой листовой пластины в выборке. Определяем сумму площадей листовых пластин в выборке. Площадь листовой поверхности кроны дерева определяем по формуле (1)

$$S_{кр.} = \frac{M_{кр.} \cdot S_{выб.}}{M_{выб.}} \quad (1)$$

где $S_{кр.}$ – площадь листовой поверхности кроны дерева;

$M_{кр.}$ – масса листьев кроны дерева;

$S_{выб.}$ – сумма площадей листовых пластин листьев выборки;

$M_{выб.}$ – масса листьев выборки.

Определение площади листовой поверхности кроны дерева может быть описано следующим образом. Массу листьев кроны дерева делим на партии. Массу каждой партии определяем взвешиванием при помощи маятникового безмена. Массу листьев кроны дерева устанавливаем сложением полученных масс партий. Отбираем из массы листьев кроны в выборку 100 листовых пластин. Определяем массу 100 листовых пластин взвешиванием на электронных весах. Во избежание погрешностей, которые могут возникнуть из-за транспирации, взвешивание массы кроны и выборки нужно производить одновременно. Каждую листовую пластину из выборки кладем на рабочую поверхность сканирующего устройства. Производим сканирование ее поверхности. Сканируемое изображение освещается белым светом, получаемым, как правило, от флуоресцентной лампы сканера. Отраженный свет через редуцирующую (уменьшающую) линзу попадает на фоточувствительный полупроводниковый элемент, называемый прибором с зарядовой связью. Каждый пиксель строки

сканирования изображения соответствует определенным значениям напряжения на приборе с зарядовой связью. Полученные значения напряжения преобразуют в цифровую форму либо через аналого-цифровой преобразователь (для полутонных сканеров), либо через компаратор (для двухуровневых сканеров). Черные пиксели отображают площадь поверхности листовой пластины. Белые пиксели отображают площадь раstra сканирования, не занятого площадью поверхности листовой пластины. Таким образом, последовательно сканируем каждую строку изображения и получаем растр изображения. Сохраняем полученный растр изображения в файл в графическом формате. Определяем площадь листовой пластины листа дерева с помощью компьютерной программы следующим образом:

1. Запускаем компьютерную программу, определяющую площадь.

2. На экране дисплея выбираем команду «1. Загрузить изображение».

3. Выбираем имя файла с растром изображения отсканированного листа.

4. Компьютерная программа считывает файл с растром изображения отсканированного листа для его последующей обработки.

5. На экране дисплея выбираем команду «2. Рассчитать % площади».

6. Компьютерная программа подсчитывает количество черных и белых пикселей отсканированного раstra с изображением листовой пластины.

7. Компьютерная программа определяет площадь листовой пластины X , вычисляя соотношения черных и белых пикселей отсканированного раstra с изображением листовой пластины по формуле (2)

$$X = \frac{M_0 \cdot S_f}{N_1 + N_0}, \quad (2)$$

где N_0 – количество черных пикселей;

N_1 – количество белых пикселей;

S_f – площадь отсканированного раstra.

8. Последовательно обрабатываем каждую из листовых пластин в выборке.

9. Компьютерная программа после обработки каждой листовой пластины в окне напротив надписи «Площадь в кв. см» показывает величину площади листовой пласти-

ны и сохраняет полученную величину в памяти компьютера.

10. Компьютерная программа суммирует площади листовых пластин в выборке.

В программе существует клавиша «3. Пересчитать площадь в кв. см», которую используют при изменении графического формата сканера или отсканированного изображения.

Описанный способ обеспечивает сокращение времени определения площади листовой пластины, облегчает в целом работу по определению площади листовой поверхности кроны дерева и повышает достоверность полученных результатов, в частности, при обработке выборок с небольшим количеством листьев.

Способ определения площади листовой поверхности кроны дерева, заключающийся в измерении и суммировании площадей листовых пластин выборки, определении массы листовых пластин выборки, массы листовых пластин кроны дерева, при помощи компьютерной программы позволяет определить площадь листовой поверхности кроны дерева с высокой достоверностью.

Отношение площади фотосинтезирующей поверхности к текущему годовому приросту позволяет понять, какое пространство необходимо дереву для образования оптимального прироста в насаждении, и то же соотношение для лесов рекреационного назначения показывает, какая древесная порода способна выделить большее количество кислорода в атмосферу на единице площади, тем самым определяя ее экологичность.

Библиографический список

1. Анучин, Н.П. Лесоустройство / Н.П. Анучин. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 586 с.
2. Анучин, Н.П. Проблемы лесопользования / Н.П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 264 с.
3. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загреев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко и др. – М.: Колос, 1992. – 495 с.
4. Мелехов, И.С. Лесоводство / И.С. Мелехов – М.: Агропромиздат. 1989. – 302 с.
5. Моисеев, Н.А. Экономика лесного хозяйства: учебное пособие / Н.А. Моисеев, Г.М. Киселев, М.П. Пименов. – М.: МГУЛ, 2002. – 72 с.
6. Крючков, В.В. Предельные антропогенные нагрузки и состояние экосистем Севера / В.В. Крючков. – М.: Экология. – 1991. – № 3. – С. 28–40.

7. Рубцов, В.В. Адаптационные реакции дуба на дефолиацию / В.В. Рубцов, И.А. Уткина (отв. ред. А.С. Исаев). – М.: Ин-т лесоведения, 2008. – 302 с.
8. Таксация леса: теоретические основы вычислений: учебное пособие / Г.В. Матусевич, Л.В. Стоноженко, Н.Г. Иванов и др. – М.: МГУЛ, 2013. – 181 с.
9. Air Quality Guidelines – Ecological effects of air pollutants // World Health Organization; Regional Office for Europe; ICP/CEN 902/m 71(S). – 29 July, 1985.
10. Харин, О.А. Лесотаксационный справочник / О.А. Харин. – М.: МЛТИ. 1991. – 155 с.
11. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильссон, и др. – М.: 2008. – 886 с.
12. Энциклопедия лесного хозяйства: в 2-х томах. – Т.1. – ВНИИЛМ, 2004. – 416 с.
13. Биологическая продуктивность и бюджет углерода листовенных лесов северо-востока России: монография / Д.Г. Щепашенко, А.З. Швиденко, В.С. Шалаев. – М.: МГУЛ, 2008. – 296 с.
14. Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродуктивного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. Запасы растительной органической массы / А.З. Швиденко, С. Нильссон, В.С. Столбовой и др. – М.: Экология, 2000. – № 6. – С. 403–410.

TECHNIQUE OF ESTIMATION OF TREE CROWN PHOTOSYNTHESIZING SURFACE

Anisochkin G.V., Senior Lecturer MSFU⁽¹⁾

anisochking@list.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MFSU),

1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytischki, Moscow reg., Russia, +7 903 577 3488; +7 926 976 32 99

The method of estimation of tree crown leaf surface is demonstrated in the article. The method includes the estimation of tree crown mass and sample mass, and the calculation of leaf surface of the sample. The author calculates the leaf surface using the ratio of the total leaf surface and leaf mass to the tree crown mass. The leaf surface, in its turn, is the sum of surfaces of separated leaves, which were taken from the sample and scanned. Special software was used to calculate the surface area of each leaf, using the proportion of black and white pixels in each scan. The ratio of tree crown photosynthesizing area to the current growth shows what part of photosynthesizing area is required for the tree species under analysis to generate the growth unit in certain conditions of the site. Using this ratio the researcher can calculate and plan the growth density of the separate trees of the species according to the age dynamics of their growth. He can also select certain tree species taking into account the purpose why the stands are created or reconstructed. The ratio is also suitable to calculate the wood volume which can be taken during improvement thinning and to regulate the stand density considering the age of the cultivated species. The method to calculate the tree crown leaf surface, which includes the computer calculation of leaf surface areas, allows to calculate the tree crown leaf surface with high preciseness.

Key words: leaf surface area, sample, tree, leaf, crown, model tree, tree crown mass, tree crown weight..

References

1. Anuchin N.P. *Lesoustroystvo* [Forest Inventory]. Moscow: 1962. 586 p.
2. Anuchin N.P. *Problemy lesopol'zovaniya* [Forest Use Problems]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1986, 264 p.
3. Zagreev V.V., Sukhikh V.I., Shvidenko A.Z., Gusev N.N., Moshkalev A.G. *Obshchesoyuznye normativy dlya taksatsii lesov* [Union Standards for Forest Taxation]. Moscow: Kolos, 1992, 495 p.
4. Melekhov I.S. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow: Agropromizdat, 1989, 302 p.
5. Moiseev N.A., Kiselev G.M., Pimenov M.P. *Ekonomika lesnogo khozyaystva. Uchebnoe posobie* [Economy of Forestry. Students Manual]. Moscow: MGUL, 2002, 72 p.
6. Kryuchkov, V.V. *Predel'nye antropogennye nagruzki i sostoyanie ekosistem Severa* [Anthropogenic Load and Northern Ecosystems Conditions]. Moscow: Ekologiya, 1991, no 3, pp. 28–40.
7. Rubtsov V.V., Utkina I.A. *Adaptatsionnye reaktsii duba na defoliatsiyu* [Adaptive Reaction Oak On Defoliation]. Moskva, 2008, 302 p.
8. Matusevich GV Stonozhenko LV Ivanov NG and etc.; *Taksatsiya lesa: teoreticheskie osnovy vychisliniy : uchebnoe posobie* [Forest Taxation: the theoretical foundations of computing: Students Manual] The Ministry of Education and Science of the Russian Federation; MSFU. Moscow: MSFU, 2013, 181 p.
9. Air Quality Guidelines – *Ecological effects of air pollutants* [Ecological effects of air pollutants] World Health Organization ; Regional Office for Europe ; ICP/CEN 902/m 71(S). 29 July, 1985.
10. Kharin O.A. *Lesotaksatsionnyy spravochnik* [Forest Taxation Guide]. Moscow: MLTI. 1991. 155 p.
11. Shvidenko A.Z., Shchepashchenko D.G., Nil'sson S., Buluy Yu.I. *Tablitsy i modeli khoda rosta i produktivnosti nasazhdeniy osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod Severnoy Evrazii* [Growth and Productivity Tables and Models for Northern Eurasia Main Forest Forming Species]. Moscow, 2008, 886 p.
12. *Entsiklopediya lesnogo khozyaystva* [Encyclopedia of Forestry]. T.1. VNIILM, 2004, 416 p.
13. Shchepashchenko D.G., Shvidenko A.Z., Shalaev V.S. *Biologicheskaya produktivnost' i byudzheta ugleroda listvennichnykh lesov Severo-Vostoka Rossii: monografiya* [Biological Productivity and North-East Russian Broadleaf Forests Carbon Budget: Monograph]. Moscow: MGUL, 2008, 296 p.
14. Shvidenko A.Z., Nilson S., Stolbovoy V.S. and etc *Opyt agregirovannoy otsenki osnovnykh pokazateley bioproduktivnogo protsessa i uglerodnogo byudzheta nazemnykh ekosistem Rossii. Zapasy rastitel'noy organicheskoy massy* [Bioproduktive Process and Carbon Budget Main Indexes Aggregate Valuation Experience Vegetative Organic Biomass Reserves]. Moscow: Ekologiya, 2000, no. 6, pp. 403–410.

УДК 630.6

ПРИНЦИПЫ УСТАНОВЛЕНИЯ АРЕНДНОЙ ПЛАТЫ ЗА ДРЕВЕСИНУ, ОТПУСКАЕМУЮ НА КОРНЮ

М.Д. ГИРЯЕВ, *проф.*, МГУЛ, *д-р с.-х. наук*⁽¹⁾,К.С. АКСЕНОВА, *асп.* МГУЛ, *магистр*⁽¹⁾,П.А. АКСЕНОВ, *доц.* МГУЛ, *канд. с.-х. наук*⁽¹⁾*caf-lesustr@mgul.ac.ru, axenov.pa@mail.ru, axenov.pa@mail.ru*⁽¹⁾ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»

141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д.1 МГУЛ

Приведены принципы установления арендной платы в Центральном федеральном округе и в Тверской области. Так как по России и Центральному ФО расходы на ведение хозяйства в большинстве случаев превышают доходы от использования лесов, мы допускаем, что основная причина этого – неправильные подходы к определению арендной платы в договорах аренды лесных участков. В сложившихся условиях арендных отношений и определения ставок платы за норму лесопользования происходит изъятие арендатором преимущественно ценных насаждений и параллельное накопление низкобонитетных хвойных и мягколиственных насаждений, не осваиваются малопродуктивные участки леса, что приводит к ухудшению показателей лесов. Рассмотренная методика ежегодной корректировки арендной платы за норму лесопользования в Тверской области позволила увеличить поступления в бюджет платежей и превысить доходы над расходами на ведение лесного хозяйства, а также привело к увеличению доли рубок мягколиственных насаждений. Проанализированы объемы заготовки древесины санитарными рубками. Обозначены серьезные проблемы в организации заготовки древесины и установлении размеров арендной платы при включении санитарных рубок в норму лесопользования на арендованном лесном участке. Важнейшим фактором совершенствования организации лесопользования является вывод санитарных рубок из установленного ежегодного объема заготовки древесины на арендуемых лесных участках и главное – переход на определенные размеры арендной платы в зависимости от товарно-сортиментной структуры вырубаемых насаждений.

Ключевые слова: арендная плата, арендатор, рубка, доход, использование лесов, заготовка древесины.

В соответствии со статьей 73 Лесного кодекса РФ ставка платы за 1 м³ древесины не может быть ниже минимальной ставки платы за 1 м³, утвержденной постановлением Правительства РФ от 22 мая 2007 г. № 310 [1–3]. В договоре аренды лесного участка указывается, что размер арендной платы подлежит изменению пропорционально динамике минимальных ставок платы за единицу объема лесного ресурса. Рассмотрим подходы к установлению ставок арендной платы по заготовке древесины в Тверской области, в Центральном федеральном округе (далее ЦФО) и в целом по Российской Федерации. Средняя минимальная ставка за 1 м³ древесины в Тверской области с 2005 по 2007 гг. была незначительно ниже, чем в ЦФО, но с 2007 по 2013 гг. наблюдается ее увеличение в среднем на 20 % по сравнению с ЦФО. По Рослесхозу (РЛХ) минимальная ставка за 1 м³ древесины намного ниже (в среднем на 50–60 %), чем по Тверской области и ЦФО (рис. 1).

В свою очередь, минимальные ставки ежегодно подлежат корректировке путем умножения на коэффициент, определяемый текущей инфляцией. Средняя плата за 1 м³ древесины в Тверской области с 2006 по 2008 гг.

увеличивается и с 2008 по 2013 гг. превышает показатели ЦФО и в целом по Рослесхозу (РЛХ) (рис. 2).

Структура лесного дохода Тверской области и по ЦФО за период с 2005 по 2013 гг. и расходы на ведение лесного хозяйства представлены на графиках (рис. 3, 4).

Так как по Рослесхозу и ЦФО расходы на ведение лесного хозяйства превышают доходы от лесопользования, мы допускаем, что основная причина этого – неправильные подходы к определению размера арендной платы за использование лесных ресурсов. В сложившихся условиях арендных отношений и определения ставок арендной платы за норму заготовки древесины, а не фактический ее объем происходит изъятие арендатором, как правило, преимущественно ценных насаждений и параллельное накопление низкобонитетных хвойных и мягколиственных древостоев, что приводит к ухудшению структуры лесов.

Тверская область располагает значительным лесосырьевым потенциалом, в том числе высокими запасами хвойных пород. По основным показателям ведения лесного хозяйства Тверская область достаточно эффективна. Расчетная лесосека в 2013 г. составила

Объем заготовки древесины при рубках спелых и перестойных насаждений на арендованных лесных участках, тыс. м³
The volume of timber logging at the cuttings of mature and overmature stands on leased forest areas, m³

Показатели	Годы		
	2011	2012	2013
Фировское лесничество			
по хвойному хозяйству	300,0	368,9	415,5
по мягколиственному хозяйству	261,2	247,8	316,4
Всего	561,2	616,7	731,9
Торопецкое лесничество			
по хвойному хозяйству	87,7	217,3	227,6
по мягколиственному хозяйству	65,2	189,5	177,5
Всего	152,9	406,8	405,1
Старицкое лесничество			
по хвойному хозяйству	70,8	94,2	95,7
по мягколиственному хозяйству	90,0	96,0	151,0
Всего	160,8	190,2	246,7
Итого по трем лесничествам			
Всего	874,9	1213,7	1383,7
по хвойному хозяйству	458,5	680,4	738,8
по мягколиственному хозяйству	416,4	533,3	644,9

8,5 млн м³, в том числе по хвойному хозяйству – 3,13 млн м³. Установленный ежегодный объем заготовки древесины на арендуемых лесных участках – 4,4 млн м³ [4].

В Тверской области с 2009 г. в договора аренды лесных участков внесены следующие изменения: каждый год арендная плата пересчитывается с учетом объема заготовленной древесины на основании средней цены, которая определяется по минимальным ставкам платы. То есть корректировка арендной платы проводится по средней цене реально заготовленной арендатором древесины, учитывающей ее товарную и сортиментную структуру. Для арендатора арендная плата возрастает пропорционально увеличению объемов заготавливаемой ценной древесины. Эта ситуация способствует освоению арендатором низкобонитетных хвойных и мягколиственных насаждений, в результате чего понижается средняя арендная плата. Тенденция увеличения объемов осваиваемых мягколиственных насаждений по Старицкому Торопецкому и Фировскому лесничествам представлена на графике (рис. 5) [5].

Уточнение размера арендной платы осуществляется без заключения дополнительного соглашения. Ежегодно (на конец кален-

дарного года) производится инвентаризация расчетов по внесенным арендным платежам. Основанием для инвентаризации расчетов является поданная арендатором лесная декларация на весь ежегодный разрешенный объем использования лесов. К лесной декларации должны быть приложены материалы отвода и материально-денежные оценки по всем заявленным в декларации лесосекам. Допускается фактическое отклонение суммарного объема заготовки древесины по поданным лесным декларациям от ежегодного разрешенного объема заготовки древесины, возникающее в результате отвода и таксации лесосек: при ежегодном разрешенном объеме использования до 10,0 тыс. м³ – не более 5 % от общего объема, более 10,0 тыс. м³ – не более 500 м³.

По результатам инвентаризации расчетов (после последнего срока платежа) составляется соответствующий акт. Если после инвентаризации платежей по арендной плате фактическая сумма внесенных платежей будет отличаться от ранее рассчитанной арендной платы, арендатор либо производит доплату арендной платы в срок до 15 февраля следующего года, либо ему засчитывается переплаченная сумма в счет будущих платежей.

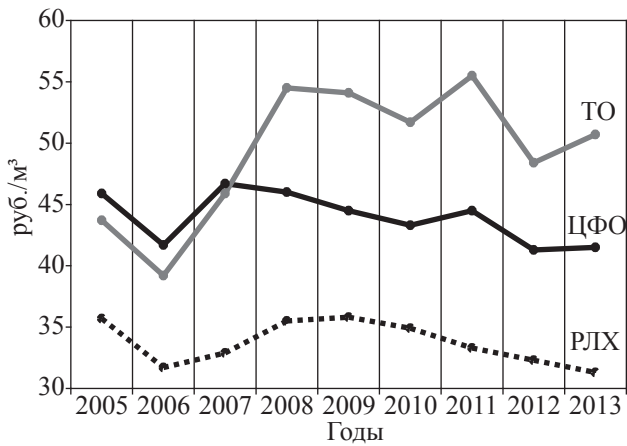


Рис. 1. Средняя минимальная ставка платы за 1 м³ древесины лесных насаждений с 2005 по 2013 гг.
Fig. 1. The average minimum payment rate for 1 m³ of forest plantations timber from 2005 to 2013

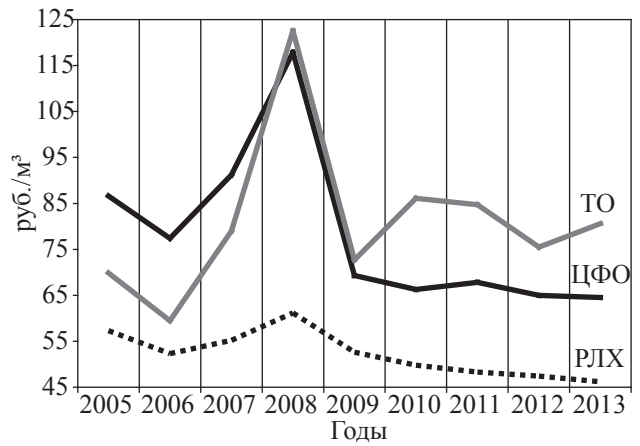


Рис. 2. Средняя плата за 1 м³ древесины лесных насаждений
Fig. 2. The average cost of 1 m³ of forest plantations timber

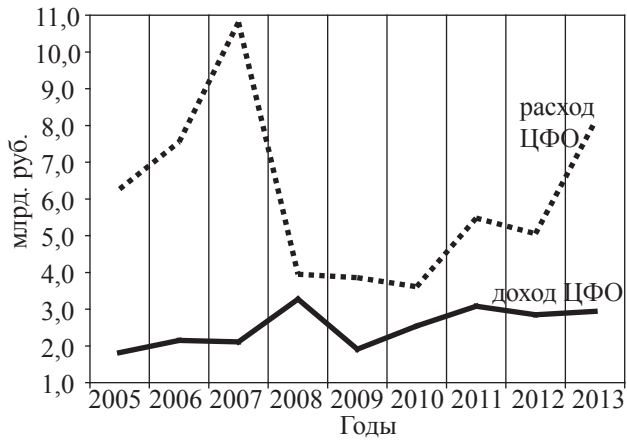


Рис. 3. Расходы и доходы на ведение лесного хозяйства в ЦФО
Fig. 3. Costs and revenues for forest management in the Central Federal District

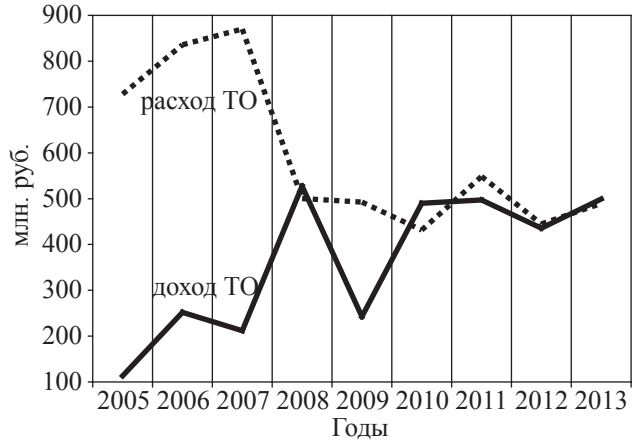


Рис. 4. Расходы и доходы на ведение лесного хозяйства в Тверской области
Fig. 4. Costs and revenues for forest management in the Tver region

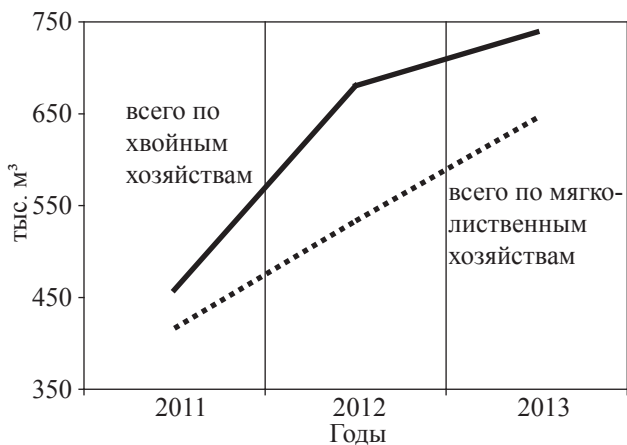


Рис. 5. Заготовка древесины на арендованных лесных участках по Старицкому, Торопецкому и Фировскому лесничествам
Fig. 5. Timber logging on forest sites leased by Staritskiy, Toropetskiy, and Firovsky forestries

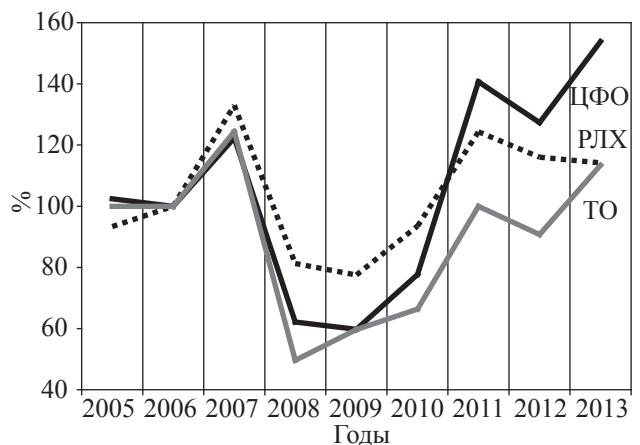


Рис. 6. Объем заготовки ликвидной древесины при санитарных рубках и рубках ухода, в % относительно 2006 г.
Fig. 6. The volume of realizable timber logging at sanitary felling and improvement thinning, as a percentage of 2006

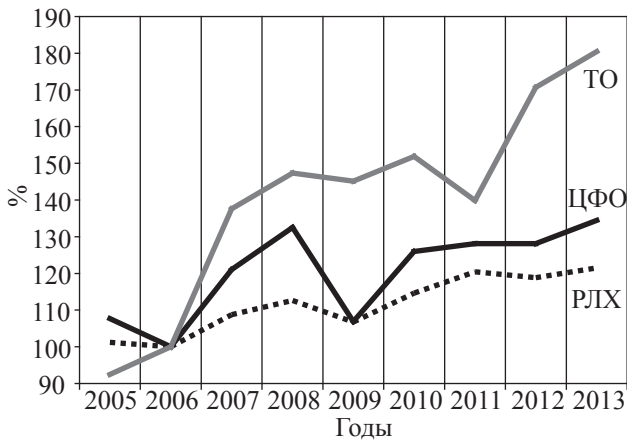


Рис. 7. Объем заготовки ликвидной древесины при рубках спелых и перестойных насаждений, в % относительно 2006 г.

Fig. 7. The volume of realizable timber logging at cuttings of mature and overmature stands, as a percentage of 2006

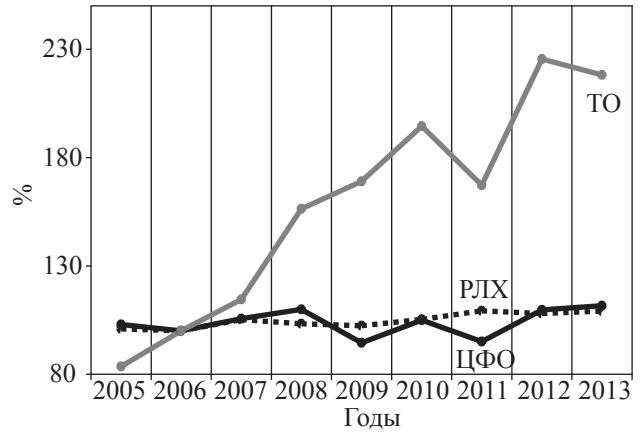


Рис. 8. Изменение объема заготовки ликвидной древесины при рубках спелых и перестойных насаждений – хвойное хозяйство, в % относительно 2006 г.

Fig. 8. The changes in the volume of realizable timber logging at cuttings of mature and overmature coniferous stands, as a percentage of 2006

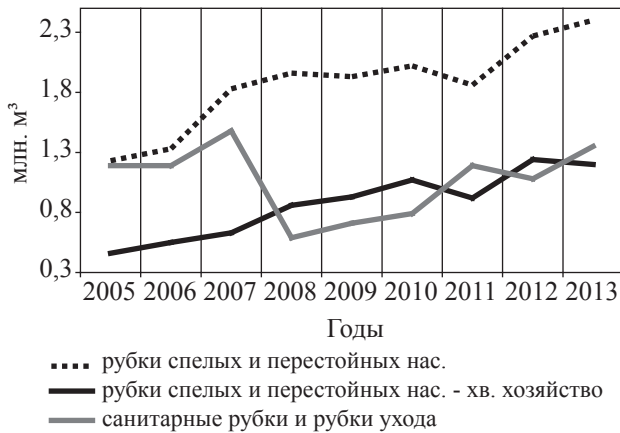


Рис. 9. Объем заготовки ликвидной древесины при рубках спелых и перестойных насаждений и при санитарных рубках и рубках ухода в Тверской области, млн м³

Fig. 9. The volume of realizable timber logging at cuttings of mature and overmature stands and sanitary and improvement felling in the Tver region, m³

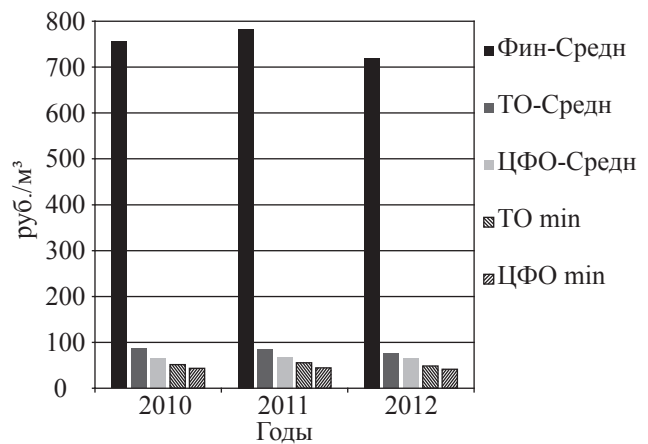


Рис. 10. Изменение ставки платы за 1 м³ ликвидной обезличенной древесины на корню (руб./м³) в Финляндии, Тверской области и ЦФО за период с 2010 по 2013 гг.

Fig. 10. The changes in the cost of 1 m³ of realizable impersonal timber (rubles / cubic meter) in Finland, Tver Region and the Central Federal District for the period 2010-2013

Табл. 1 наглядно иллюстрирует действие уникальной системы изменения арендных платежей, примененной в Тверской области. Прослеживается тенденция сохранения высокого процента заготавливаемых мягколиственных пород.

С точки зрения оптимальности освоения лесных ресурсов и сохранности экологических, лесоводственных функций лесов Тверской области применяемая практика арендных отношений вполне оправдана и

должна быть отмечена при внесении изменений в Лесной кодекс РФ.

Изменение минимальных и средних ставок платы за древесину в период с 2005 – 2013 гг. по Тверской области и ЦФО представлены на графиках (рис. 1, 2). В 2013 г. разница между минимальной и средней ставкой платы по Тверской области составила 29,9 руб./м³ в сравнении с ЦФО 23,0 руб./м³, т. е. на 6,9 руб./м³ средняя плата за древесину по Тверской области больше, чем в ЦФО. Так

Виды и размер неустоек
The types and size of penalties

Виды неустоек	Сумма начисленного ущерба, тыс. руб.	
	2012 г.	2013 г.
Вывозка заготовленной древесины после истечения срока действия лесной декларации насаждений	9,6	178,2
Незаконные рубка, выкапывание, уничтожение или повреждение до степени прекращения роста деревьев, кустарников и лиан	1305,9	3890,6
Повреждение, не влекущее прекращения роста деревьев, кустарников и лиан	192,9	41,3
Оставление деревьев, предназначенных для рубки– недорубов (за исключением установленных Правилами заготовки древесины), а также расстроенных выборочной рубкой участков на назначенных в сплошную рубку лесосеках	82,7	474,3
Оставление (хранение) в весенне-летний период в лесах заготовленной (срубленной) древесины более 30 дней без удаления коры (без окорки) или обработки пестицидами	0,5	65,5
Неудовлетворительная очистка мест рубок от порубочных остатков	893,3	26212,0
Уничтожение или повреждение лесоустроительных или лесохозяйственных знаков	0,6	0,2

как установленный ежегодный объем заготавливаемой древесины на арендуемых лесных участках по Тверской области составляет 4,4 млн м³, то дополнительный лесной доход за 2013 г. по региону составил $4,4 \times 6,9 = 30,36$ млн руб.

Таким образом, проводимая в Тверской области ежегодная корректировка арендной платы за норму заготовки древесины позволила увеличить поступления в бюджет и превысить доходы над расходами при ведении лесного хозяйства на 9 млн руб. (рис. 3, 4).

Дополнительный доход за использование лесов Тверской области составили неустойки, выплачиваемые арендаторами за нарушения правил заготовки древесины [6]. Виды и размер неустоек, начисленных арендаторам по Тверской области, рассмотрены в табл. 2.

Сумма взысканных неустоек с арендаторов по Тверской области составляет 30,9 млн руб. – это 6 % от лесного дохода Тверской области за 2013 г. (499 млн руб.).

Необходимо отметить, что в договорах аренды лесных участков на заготовку древесины в Тверской области не полностью учтен перечень видов неустоек за нарушения лесоводственных требований. Авторы считают целесообразным в разрабатываемую типовую форму договора аренды лесных участков

включить полный перечень видов лесонарушений при заготовке древесины (их около 30), за которые взимаются неустойки.

Вместе с тем, при всей очевидности правильности в лесоводственных подходах ведения хозяйства в Тверской области, прежде всего приводящей к увеличению доли рубок мягколиственных насаждений, решение арбитражного суда по искам арендаторов к Министерству лесного хозяйства Тверской области направлено против нововведений, повышающих среднюю ставку платы и способствующих более эффективному освоению лесных ресурсов. Иски Министерства лесного хозяйства Тверской области к арендаторам о взыскании задолженности по арендной плате отклонены решением арбитражного суда № А66–2653/2011 от 29 июня 2011 года и № А66–4403/2012 от 12 декабря 2012 года. Сложившаяся ситуация еще раз подтверждает несостоятельность системы арендных отношений, основывающейся на статьях Лесного кодекса РФ.

В настоящее время, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 22 мая 2007 г. № 310, ставка платы за древесину, отпускаемую на корню, при рубках ухода за лесом (прореживание, проходная рубка) составляет близкое к 50 % от утверждаемой минимальной ставки платы. Ставка платы для арендатора на заготовку древесины при

сплошных санитарных рубках может снизиться до нуля.

По ЦФО объемы заготовки ликвидной древесины при санитарных рубках близки к объемам заготовок при рубках спелых и перестойных лесных насаждений и ежегодно значительно превышали объемы заготовок древесины хвойных пород этими рубками. В разные годы от 25 % до 70 % изъятой древесины по ЦФО приходится на санитарные рубки и рубки ухода. Динамика изменения объемов заготовок древесины при рубках ухода, санитарных рубках и в спелых, перестойных лесных насаждениях показана на графиках (рис. 6–8).

Динамика объемов заготовки древесины при санитарных рубках и рубках ухода в Тверской области ниже, чем в ЦФО и в целом по Российской Федерации. В период с 2008 по 2013 гг. объемы санитарных рубок и рубок ухода в Тверской области редко превышали значение 2006 г. В 2013 г. изменение объемов санитарных рубок и рубках ухода в Тверской области по отношению к 2006 г. составило 113 %, против 154 % в ЦФО и 114 % по РФ.

Вместе с тем, с 2008 по 2013 гг. суммарный объем заготовок спелых и перестойных насаждений по хвойному хозяйству в Тверской области превышает общий объем заготовки древесины от санитарных рубок и рубок ухода на 0,51 млн м³ (2008 – 0,27 млн м³, 2009 – 0,22 млн м³, 2010 – 0,28 млн м³, 2011 – 0,27 млн м³, 2012 – 0,16 млн м³, 2013 – 0,15 млн м³ (рис. 9). Данная тенденция наблюдается на фоне основного тренда – роста заготовок ликвидной древесины при рубках спелых и перестойных насаждений в целом начиная с 2005 г. На протяжении последних 9 лет объемы заготовок при санитарных рубках и рубках ухода ни разу не превышали объемы заготовок от рубок спелых и перестойных насаждений.

За 2011–2012 гг. объемы рубок ухода и санитарных рубок по Тверской области выросли, но при этом сопоставимы с объемами заготовки спелых и перестойных насаждений хвойных пород. В отличие от ЦФО, где в аналогичные годы заготовки при санитарных рубках и рубках ухода в 2–3 раза превышалась заготовка спелых и перестойных насаждений

по хвойному хозяйству. Выявленные различия способствовали дополнительному пополнению бюджета лесного хозяйства Тверской области в сравнении с ЦФО.

В большинстве регионов проявляется заинтересованность арендатора в отведении максимального объема насаждений под санитарные рубки в пределах установленного ежегодного объема, что часто наблюдается на практике при определении объемов санитарных рубок самим арендатором на основании лесопатологического обследования, объективность которого под большим сомнением.

Таким образом, при массовом отводе насаждений в санитарную рубку имеет место резкое сокращение поступлений платы за использование лесов (доходов) и как следствие возрастание коррупционных рисков при назначении насаждений в санитарную рубку. Косвенным подтверждением этого является возрастание объемов санитарных рубок непосредственно после заключения договора аренды лесного участка при незначительных затратах на лесоохранные (лесозащитные) мероприятия.

По нашему мнению, важнейшим фактором совершенствования организации лесопользования является вывод санитарных рубок из установленного ежегодного объема заготовки древесины на арендуемых лесных участках и главное – переход на определение размера арендной платы в зависимости от товарно-сортиментной структуры вырубаемых насаждений. В связи с этим вносятся следующие предложения по совершенствованию организации заготовки древесины:

1. Размер ежегодной арендной платы установить не за норму изъятия древесины, а за фактический объем ее заготовки.

2. Увеличить минимальный размер арендной платы за древесину, отпускаемую на корню, и соответственно ежегодной арендной платы как минимум в 3 раза.

3. Предусмотреть в договорах аренды лесного участка:

- арендатор обязан через 5 лет обеспечить объем заготовки древесины не менее 50 % от установленной ее нормы, а через 10 лет – 100 %;

– возможность по согласованию сторон на основании решения суда внесения изменений в договор аренды лесного участка в связи с отказом арендатора от части территории, переданной ему под заготовку древесины. При этом породный состав насаждений на вновь образованном арендном участке должен соответствовать ранее заключенному договору аренды [7–9].

Используя материалы В.Н. Петрова и Т.Е. Катковой [10], рассмотрим современную практику образования стоимости древесины на корню в Финляндии. Особенностью лесного хозяйства и права собственности на леса в Финляндии является то, что непромышленные частные собственники лесов владеют 52 % лесных земель, государство – 35 %, лесопромышленники – 8 % и прочие 5 %. В Финляндии более 400 тыс. частных лесных имений, средняя площадь имения – около 30 га. Лесовладельцы оплачивают часть затрат на лесоустройство благодаря государственному субсидированию. Лесами покрыто 68 % территории Финляндии – 230 тыс. км². Средний породный состав по всем насаждениям – 5С3Е2Б+прочие. Ежегодный прирост насаждений составляет более 80 млн м³, заготавливается древесина в объеме 61 млн м³. Искусственное лесовосстановление проводится на 25 % от площади всех рубок. В 2004 г. 80 % импорта древесины в Финляндию приходилось на РФ. Это составило около 18 млн м³, в 2014 г. – 4,7 млн м³. Годовые затраты лесовосстановления и ухода за лесами достигают 240 млн евро, из которых собственные средства лесовладельцев составляют 75 % и четверть – финансируется государством.

При продаже древесины на корню в Финляндии собственник продает право на рубку насаждений. Отвод лесосечного фонда выполняется до начала рубки насаждений. По этой схеме происходит свыше 80 % продажи древесины.

Вторая схема продажи заключается в следующем: лесовладелец осуществляет сам заготовку и вывозку древесины к обочине лесной дороги. Обмер проводится на дороге

или на лесозаводе. По такой схеме происходит около 18 % рубок лесных насаждений.

В Финляндии цена древесины на корню устанавливается по каждой отдельной лесной сделке исходя из сортиментно-сортного состава насаждений и рыночной конъюнктуры в данном регионе.

В.Н. Петров и Т.Е. Каткова отмечают, что стоимость древесины на корню меняется в течение года и экономическое содержание цены древесины на корню – покрытие затрат по ведению лесного хозяйства и обеспечения нормы прибыли лесовладельца.

Цены древесины на корню в 2014 г. в Финляндии составили: пиловочник сосна – 55,75 евро/м³, пиловочник береза – 41,72 евро/м³, балансовая древесина сосна – 16,05 евро/м³, балансовая древесина береза – 15,85 евро/м³.

Специалисты отмечают, что лес в Финляндии рассматривается как объект надежных финансовых вложений, приносящих относительно других объектов инвестиций низкий доход, но он стабилен и имеет тенденцию постоянно увеличиваться.

В целях определения экономической эффективности арендных отношений по заготовке древесины в Тверской области по алгоритму, предложенному В.Н. Петровым и Т.Е. Катковой, авторы провели сравнение чистой прибыли частных лесовладельцев Финляндии и конкретных ставок арендной платы и минимальных ставок за древесину, отпускаемую на корню, по ЦФО и Тверской области. Результаты сравнения представлены на графике (рис. 10).

Из графика видно, что разница между чистой прибылью м³ обезличенной древесины на корню у финского собственника (без учета субсидирования государством) и средней ставкой арендной платы по Тверской области составляет 9–10 раз. Если сравнивать эти показатели с аналогичными минимальными ставками по ЦФО, то разница уже составит 18–20 раз. Таким образом, на фоне оригинальной системы организации лесопользования Финляндии система платежей за отпускаемую древесину на корню в Российской Федерации показывает свою несостоятельность.

Библиографический список

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 21.07.2014) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2015) (04 декабря 2006 г.) <http://www.consultant.ru>
2. Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 № 310 (ред. от 09.06.2014) «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка находящегося в федеральной собственности» <http://www.consultant.ru>
3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 05.05.2014) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2014)
4. Лесной плана Тверской области утвержден постановлением Губернатора Тверской области от 31.12.2008 № 39-пг «Об утверждении Лесного плана Тверской области» <http://www.les.tver.ru>
5. Лесохозяйственные регламенты лесничеств Тверской области. <http://www.les.tver.ru>
6. Приказ Рослесхоза от 01.08.2011 N 337 «Об утверждении Правил заготовки древесины» (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2011 N 22883) (01 августа 2011 г.) <http://www.consultant.ru>
7. Гиряев, М.Д. Проблемы организации лесопользования в Российской Федерации / М.Д. Гиряев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – № 6. – 2012. – С. 181–187.
8. Гиряев, М.Д. Лесоустройство: проблемы и решения / М.Д. Гиряев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – № 4. – 2013. – С. 60–66.
9. Гиряев, М.Д. Лесоуправление в России / М.Д. Гиряев. – М.: ВНИИЛМ, 2003 – 240 с.
10. Петров, В.Н. Корневые цены в России и в Финляндии / В.Н. Петров, Т.Е. Каткова // Российские лесные вести, 1.08.2014 – № 29 (179) – С. 4.

PRINCIPLES OF RENT ESTABLISHMENT FOR THE TIMBER SOLD ON THE ROOT

Giryayev M.D., MSFU, Dr. Sci. (Agricultural)⁽¹⁾; Aksenova K.S., pg. MSFU⁽¹⁾; Aksenov P.A., Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Tech.)⁽¹⁾

caf-lesustr@mgul.ac.ru, axenov.pa@mail.ru, axenov.pa@mail.ru

⁽¹⁾Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytischki, Moscow reg., Russia

The paper presents the principles of establishing rent in the Central Federal District and in the Tver region. As in Russia and in the Central Federal District the expenses in most cases exceed the revenues from the exploitation of forests, we assume that the main reason for it is the wrong approach to the establishment of rent in lease agreements. In the current situation of lease relations and rent establishment for the forest use, the tenant primarily takes valuable plantings and at the same time accumulates coniferous and deciduous trees of low productivity. As a result, forest areas of low productivity are not felled, which leads to the forests deterioration. The technique of adjustment of the annual rent for the forest use in the Tver region has been considered. It allowed to increase the revenues so that they exceeded the expenditure on forest management, as well as it resulted in the increase in deciduous trees felling. The volumes of timber logging at sanitary felling have been analyzed. Serious problems in the organization of timber logging and in the establishment of rent have been singled out when sanitary cuttings were included in forestry use on leased forest areas. The most important factor of improvement of organization of forest management is the elimination of sanitary cuttings from the established annual volume of timber logging on the leased forest areas. However, the most important factors is the transition to the establishment of rent depending on the assortment structure of the felled trees.

Keywords: rent, the tenant, cutting, revenue, use of forests, timber logging.

References

1. *Lesnoy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 04.12.2006 N 200-FZ (red. ot 21.07.2014)* [Forest Code of the Russian Federation] from 04.12.2006 N 200-FZ. <http://www.consultant.ru>
2. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 22.05.2007 № 310 (red. ot 09.06.2014) «O stavkakh platy za edinitsu ob'ema lesnykh resursov i stavkakh platy za edinitsu ploshchadi lesnogo uchastka nakhodyashchegosya v federal'noy sobstvennosti»* [Government Decree of 22.05.2007 № 310 (ed. By 09.06.2014) «On the rates of payment per unit of forest resources and rates of payment for the unit area of forest land in federal ownership»] <http://www.consultant.ru>
3. *Grazhdanskiy kodeks Rossiyskoy Federatsii (chast' pervaya) ot 30.11.1994 № 51-FZ* [The Civil Code of the Russian Federation] (part one) of 30.11.1994 № 51-FZ (ed. by 05.05.2014).
4. *Lesnoy plana Tverskoy oblasti utverzhden postanovleniem Gubernatora Tverskoy oblasti ot 31.12.2008 № 39-pg «Ob utverzhdenii Lesnogo plana Tverskoy oblasti»* [Forest Plan Tver region approved by the Governor of the Tver region of 31.12.2008 № 39-pg «On approval of the Forest Plan Tver Region»] <http://www.les.tver.ru>
5. *Lesokhozyaystvennye reglamenti lesnichestv Tverskoy oblasti* [Forestry regulations forest areas of the Tver region] <http://www.les.tver.ru>
6. *Prikaz Rosleskhoza ot 01.08.2011 N 337 «Ob utverzhdenii Pravil zagotovki drevesiny»* [Order of the Federal Forestry Agency of 01.08.2011 N 337 «On approval of the EU Timber Regulation»] (Registered in the Ministry of Justice of Russia 30.12.2011 N 22883) (August 1, 2011) <http://www.consultant.ru>
7. Giryayev M.D. *Problemy organizatsii lesopol'zovaniya v Rossiyskoy Federatsii* [Problems of organization of forest management in the Russian Federation] Bulletin of the Moscow State Forest University – the Forest Bulletin. № 6. 2012. pp. 181-187.
8. Giryayev M.D. *Lesoustroystvo: problemy i resheniya* [Forest management: problems and solutions] Bulletin of the Moscow State Forest University – the Forest Bulletin. № 4. 2013. pp. 60-66.
9. Giryayev M.D. *Lesoupravlenie v Rossii* [Forest management in Russia] Moscow: VNIILM, 2003. 240 p.
10. Petrov V.N., Katkova T.E. *Kornevye tseny v Rossii i v Finlyandii* [Root prices in Russia and in Finland] Rossiyskie lesnye vesti, 1.08.2014. № 29 (179). 4 p.

ДИНАМИКА ПЛОЩАДЕЙ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА ЗА 2000–2013 ГОДЫ

П.В. ОНТИКОВ, ассистент МГУЛ⁽¹⁾,

Д.Г. ЩЕПАЩЕНКО, проф. МГУЛ, доц., канд. биол. наук, Международный институт прикладного системного анализа, г. Лаксенбург, Австрия^(1,2),

В.Н. КАРМИНОВ, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,

М. ДЮРАУЕР, магистр, научный сотрудник Международного института прикладного системного анализа г. Лаксенбург, Австрия⁽²⁾,

О.В. МАРТЫНЕНКО, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾

orp86@mail.ru, schepd@iiasa.ac.at, vnk57@yandex.ru, duerauer@iiasa.ac.at, martinen@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ;

⁽²⁾ Международный институт прикладного системного анализа
А-23611, Австрия, г. Лаксенбург, ул. Шлоссплатц, д. 1

Целый ряд современных продуктов дистанционного зондирования Земли сообщает о значительной динамике лесного покрова в Московской области с начала текущего столетия. Мы поставили себе цель проверить, насколько хорошо работает данная система в условиях городских и пригородных экосистем, а также определить основные причины и последствия изменений площади лесного покрова в границах одного региона. При оценке учитывались не только лесные насаждения, но и скверы, парки и другие покрытые древесной растительностью площади с процентом сомкнутости крон выше 30 %. Инструментом для этого послужил интернет портал Geo-Wiki, который предоставляет снимки высокого разрешения с Google Earth и средства для их для визуальной интерпретации. Кроме автоматического определения состояния участка в разные годы была создана и сеть для выборочных проверок группой специалистов-дешифровщиков. Мы изучали отдельно изменение древесных насаждений в городе Москва, Московской области в целом, а также в Московском учебно-опытном лесничестве. Особое внимание уделяется сравнению полученных данных с официальной статистикой из лесного плана Московской области. Общие потери древесного покрова были классифицированы на вырубку, погибшие насаждения (вследствие лесных пожаров или вспышек размножения насекомых-вредителей или болезней), перевод в другие виды землепользования (например, инфраструктурные объекты или пашни и другие земли сельскохозяйственного назначения). Площади вновь появившихся древесных насаждений разделены на лесовосстановление и лесоразведение. Сделаны выводы о потерях площадей, занятых древесными насаждениями, и возможных причинах.

Ключевые слова: дистанционное зондирование леса, динамика лесного покрова, Geo-Wiki, нарушения лесного покрова.

Один из наиболее амбициозных проектов последнего времени по оценке динамики лесного покрова Земли из космоса выполнен Hansen et al. (2013). Эти исследования базируются на анализе многолетних (2000–2013 гг.) сериях изображений Landsat и состоят из карты сомкнутости крон древесных насаждений в 2000 г., карт потерь и появления новых древесных насаждений за период наблюдения [1]. Пространственное разрешение этих карт составляет 1" или 0,054 га в среднем для Московской области, что позволяет проследить даже небольшие изменения в площади древесных насаждений.

Нашей задачей было проверить, насколько хорошо этот продукт отражает происходящие процессы в Московском регионе и,

в частности, в Московском учебно-опытном лесничестве. Кроме того, мы постарались уточнить, с чем связана динамика площадей древесных насаждений. Динамику лесистости Московской области по статистическим данным можно проследить по ряду работ. Так, потери древесных насаждений могут быть результатом рубки как с видимым переводом в другие виды землепользования, так и без него; усыханием деревьев вследствие различных нарушений. Появление новых насаждений может происходить как на вырубках, так и на бывших сельскохозяйственных землях. Такое уточнение (структурирование) динамики насаждений стало возможным при использовании снимков высокого разрешения. Программный комплекс Google Earth

Динамика площадей древесных насаждений по данным Hansen et al., 2013, тыс. га
The changes of tree covered areas according to the data provided by Hansen et al. (2013), thousand ha

Объект	Площадь древесных насаждений		Изменение площади	Валовые потери древесных насаждений	Появление древесных насаждений
	2000	2013			
г. Москва	106,09	104,16	-1,93	2,91	1,05
Московская область	2361,95	2264,70	-97,26	146,22	59,50
в т. ч. Московское учебно-опытное лесничество	56,31	52,76	-3,55	4,30	0,95
Итого Московский регион	2468,04	2368,85	-99,19	149,14	60,55

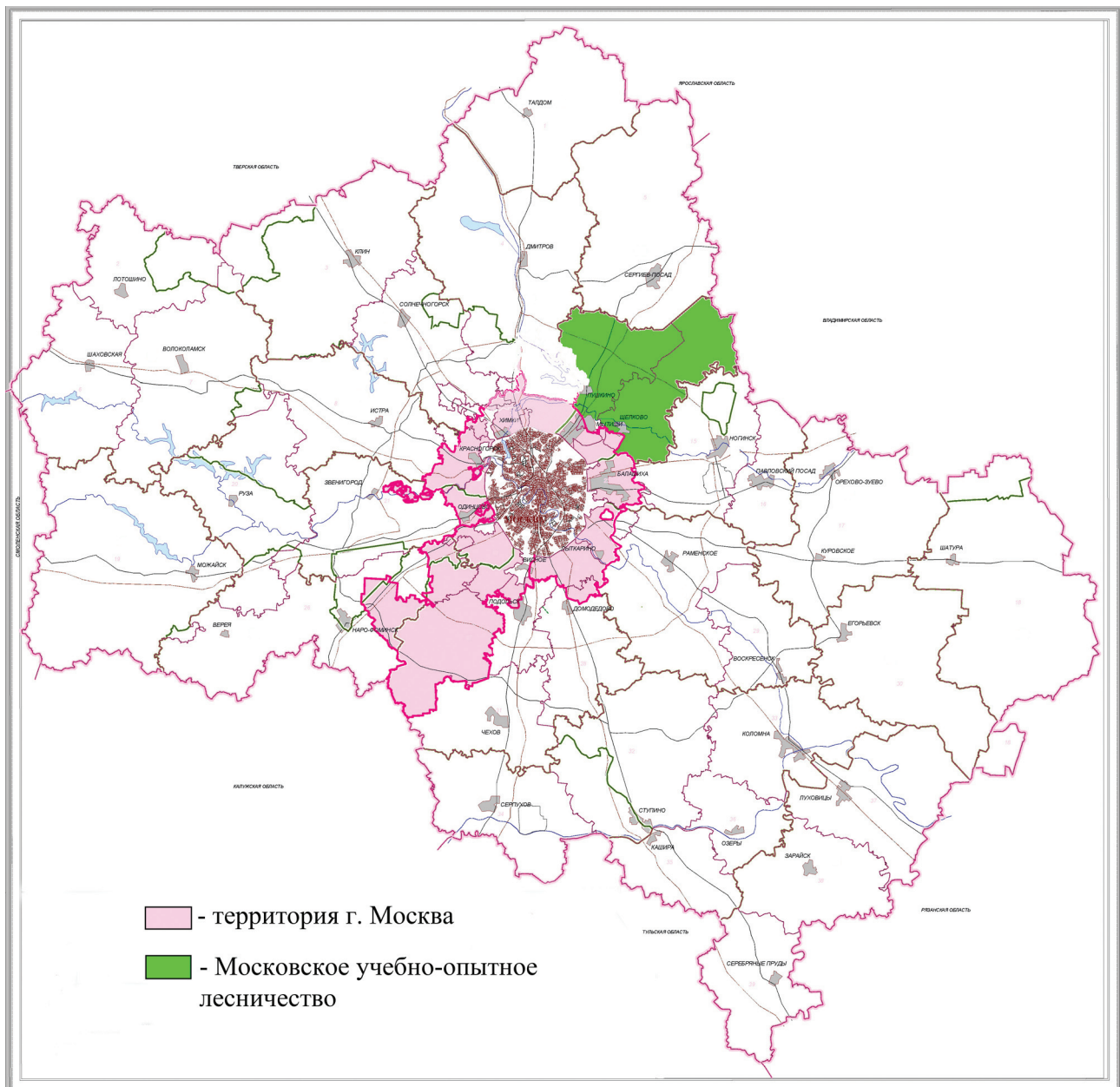


Рисунок. Московский регион
Fig. The Moscow region

**Динамика площади высокосомкнутых древесных насаждений
по данным Hansen et al., 2013, тыс. га**

The changes of close stands area according to the data provided by Hansen et al. (2013), thousand ha

Объект	Площадь древесных насаждений		Изменение площади	
	2000	2013	тыс. га	%
Москва	73,82	71,77	-2,05	-2,8 %
Московская область	1909,87	1778,70	-131,17	-6,9 %
в т. ч. Московское учебно-опытное лесничество	51,12	47,19	-3,94	-7,7 %
Итого Московский регион	1983,70	1850,47	-133,22	-6,7 %

предоставляет доступ к коллекции снимков высокого разрешения, что позволяет проследить историю изменения землепользования за последние 5–15 лет для большей части территории Московской области. Мы подготовили выборку, состоящую из 1000 пикселей, случайно распределенных по участкам с изменившимся (исчезнувшим или вновь появившимся) древесным пологом в XXI веке по данным Hansen et al. (2013). Визуальную классификацию снимков этой выборки мы проводили в системе Geo-Wiki (Fritz et al., 2012). Она позволяет визуализировать космические снимки, карты и выборку, а также сохраняет результаты классификации для последующего анализа [2]. На рисунке представлена схема Московской области с обозначением расположения Московского учебно-опытного лесничества и г. Москвы.

В табл. 1 представлена динамика площадей древесных насаждений по данным Hansen et al. (2013) за период с 2000 по 2013 годы. Московский регион потерял за этот период 99 тыс. га, или 4 % площади древесных насаждений. Московское учебно-опытное лесничество «лидирует» с потерей 6,3 % площади насаждений.

Необходимо отметить, что при дистанционном зондировании учитывается не только лес в профессиональном понимании этого термина, но и площадь всех пикселей, где сомкнутость крон деревьев выше определенного порога. В табл. 1 площадь древесных насаждений для 2000 и 2013 гг. указана при пороге сомкнутости крон выше 30 %, что близко к российскому определению леса. Однако площадь насаждений в этом случае (около

2,4 млн га) заметно превышает официальные данные о покрытых лесной растительностью землях – 1,98 млн га в 2009 г. (Лесной план 2010 г.). Это объясняется включением в учет помимо лесов еще и скверов, лесных полос, дачных участков и зарастающих лесом сельскохозяйственных земель, то есть всего того, что является «зелеными легкими» столицы.

Применение более высокого порога сомкнутости (например 75 %) позволяет получить площади, сопоставимые с данными Лесного плана (табл. 2). В этом случае потери древесных насаждений еще более значительны – 2,8 % для Москвы, 6,7 % для Московского региона и 7,7 % для Московского учебно-опытного лесничества [3]. Опережающие темпы потери высокосомкнутых насаждений свидетельствуют о процессах изреживания и фрагментации насаждений.

Мы проанализировали, насколько соответствует карта динамики древесного покрова (Hansen et al., 2013) снимкам высокого разрешения Google Earth. Результаты такой оценки представлены в табл. 3.

Проверка показала достаточно высокую точность карты динамики древесного покрова (Hansen et al., 2013), в среднем около 90 % (75–96 %).

Более детальный анализ изменения древесного покрова выполнен также на основе снимков высокого разрешения и представлен в табл. 4.

Визуально на снимках высокого разрешения прослеживается тенденция к уменьшению древесного полога в Москве и перевод бывших зеленых участков в инфраструктурные объекты или постройки (76 % потерь

Оценка точности динамики древостоев
The evaluation of tree cover change accuracy

Регион	Исчезновение древесных насаждений, %			Появление древесных насаждений, %		
	Подтверждено	Ошибочно	Сомнительно	Подтверждено	Ошибочно	Сомнительно
Москва	84,0	14,0	2,0	52,9	35,3	11,8
Московская область	89,1	9,5	1,4	96,2	2,2	1,6
в т. ч. Московское учебно-опытное лесничество	77,8	22,2	0,0	75,0	25,0	0,0
Итого Московский регион	87,3	11,3	1,4	93,5	4,5	2,0

Т а б л и ц а 4

Изменение площадей древесных насаждений
по данным снимков высокого разрешения Google Earth
The changes of tree covered areas according to the high resolution photos provided by Google Earth

Регион	Исчезновение древесных насаждений, %			Появление древесных насаждений, %	
	вырубка	усыхание	перевод в другое землепользование	на вырубках	на нелесных участках
Москва	12	12	76	100	0
Московская область	50	30	20	70	30
в т. ч. Московское учебно-опытное лесничество	59	41	0	89	11
Итого Московский регион	48	32	20	71	29

древесного полога). Одним из массовых процессов был снос «хрущевок» с окружающими их зелеными скверами и замена на более плотную застройку высотных жилых домов. Появление новых насаждений происходило только на месте вырубки старых (табл. 4), следовательно, создание новых скверов или парков не наблюдается.

Потери древесных насаждений в области на 50 % площади было классифицировано как недавние вырубки, 20 % переведены в другие виды землепользования и 30 % представляют собой погибшие древостои в результате действия пожаров, болезней или вредителей. Визуально заметны обширные гари на востоке области, а также строительство дороги через Химкинский лес. Восстановление насаждений в виде смыкания лесных культур особенно заметно на севере и западе Московской области, а зарастание сельскохозяйственных земель – на границе с Тульской и Рязанской областями.

Московское учебно-опытное лесничество характеризуется значительной долей

погибших древостоев в структуре динамики древесного покрова, хотя распознавание погибших древостоев несколько запаздывает во времени и приводит к недооценке их площадей.

По официальным данным (Лесной план, 2010), в среднем за 2003–2007 гг. погибало 3,64 тыс. га насаждений в год в области, в т. ч. 0,09 тыс. га в Московском учебно-опытном лесничестве. Причинами гибели насаждений области в 61 % случаев является деятельность энтомофитовредителей, 17 % – болезни, 18 % – пожары и 4 % – неблагоприятные условия погоды. По официальным данным, за период 2000–2013 гг. сплошные рубки (в среднем 4,9 тыс. га в год) и лесовосстановление (4,8 тыс. га в год) были практически сбалансированы и не объясняют наблюдаемых потерь древесных насаждений.

Таким образом, мы подтвердили достаточно высокие показатели точности карты динамики древесного покрова (Hansen et al., 2013) для Московского региона, а также возможность конкретизировать причины и следс-

твия такой динамики. Данная карта отражает процессы, происходящие не только в лесном фонде, но и во всех древесных насаждениях региона, что имеет преимущество в экологической оценке происходящих изменений.

Библиографический список

1. Hansen, M.C. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change / M.C. Hansen, P.V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S.A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S.V. Stehman, S.J. Goetz, T.R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C.O. Justice, J.R.G. Townshend // *Science*. 2013. Vol. 342. no 6160. pp. 850-853. DOI: 10.1126 / science.1244693.
2. Fritz, S. Geo-Wiki: An online platform for improving global land cover / S. Fritz, I. McCallum, C. Schill, C. Perger, D. Schepaschenko, M. van der Velde, F. Kraxner, M. Obersteiner // *Environmental Modelling and Software*. 2012, no 30, pp. 110-123. DOI: 10.1016 / j.envsoft. 2011.11.015.
3. Лесной план Московской области. Книга 1. – Электрон. дан. – М., Комитет лесного хозяйства Московской области, 2010. – http://old.klh.mosreg.ru/wood_plan/2273.html.
4. Коротков, С.А. Некоторые проблемы лесопользования Московской области / С.А. Коротков // *Лесной экономический вестник*. – 1995. – № 2. – С. 20–24.
5. Коротков, С.А. Лесопользование в Московском регионе / С.А. Коротков, Л.В. Стоноженко // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2014. – № 1. – С. 30–37.

DYNAMICS OF THE AREA OF TREE COVER IN THE MOSCOW REGION FOR THE YEARS 2000-2013

Ontikov P.V., Senior Lecturer MFSU⁽¹⁾; **Schepaschenko D.G.**, Prof. MFSU, Dr. Sci. (Biol.)^(1,2); **Karminov V.N.**, Assoc. Prof., Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾; **Duraer M.**, Research scholar⁽²⁾; **Martynenko O.V.**, Assoc. Prof., Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾

opv86@mail.ru, schepd@iiasa.ac.at, vnk57@yandex.ru, duerauer@iiasa.ac.at, martinen@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MFSU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytischki, Moscow reg., Russia;

⁽²⁾ International Institute for Applied Systems Analysis, Schlossplatz 1, A-23611, Luxemburg, Austria

A number of modern products of remote sensing demonstrate significant changes in the forest cover in the Moscow region since the beginning of the current century. We have set a goal to test how the system works in both urban and suburban ecosystems, and to identify the main reasons and effects of changes in the forest cover area within the boundaries of one region. The estimation included not only forest plantations but gardens, parks and other areas covered with woody vegetation with the crown density percentage of above 30 %. The instrument to do it was the internet portal Geo-Wiki, which provides high-resolution photos from Google Earth and the means for them to visual interpretation. In addition to automatic description of the state of the sector in different years, the network for spot checks by a team of image interpreters has been set up. We have examined the changes of tree plantations in Moscow, in the Moscow region as a whole, and in the Moscow educational and experimental forestry. Our special attention has been paid to the comparison of the obtained data with the official statistics taken from the forest plan of the Moscow region. The total loss of tree cover was streamlined into such groups as: logging, lost plantations (due to forest fires and outbreaks of pests or diseases), transfer of land to the other types of use (e.g. infrastructure projects or arable and agricultural lands). The areas of newly emerged tree plantations have been divided into reforestation and afforestation. The conclusions concerning the loss of areas covered with tree plantations have been formulated, and the possible reasons, which caused it, have been identified.

Keywords: remote sensing of forest, tree cover change, Geo-Wiki, tree cover disturbances.

References

1. M.C. Hansen, P.V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S.A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S.V. Stehman, S.J. Goetz, T.R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C.O. Justice, J.R.G. Townshend High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change, *Science*. 2013. Vol. 342. no 6160. pp. 850-853. DOI: 10.1126 / science.1244693.
2. S. Fritz, I. McCallum, C. Schill, C. Perger, D. Schepaschenko, M. van der Velde, F. Kraxner, M. Obersteiner Geo-Wiki: An online platform for improving global land cover, *Environmental Modelling and Software*. 2012, no 30, pp. 110-123. DOI: 10.1016 / j.envsoft.2011.11.015
3. *Lesnoy plan Moskovskoy oblasti. Kniga 1, Moscow, Komitet lesnogo khozyaystva Moskovskoy oblasti* [Forest region of Moscow region. Book 1. Moscow, The forestry Committee of the Moscow region], (2010). Available at: http://old.klh.mosreg.ru/wood_plan/2273.html (accessed 5 February 2015)
4. Korotkov S.A. *Nekotorye problemy lesopol'zovaniya Moskovskoy oblasti* [Some problems of forest management the Moscow region]. *Lesnoy ekonomicheskiy vestnik*, 1995, no 2, pp. 20–24
5. Korotkov S.A., L.V. Stonozhenko *Lesopol'zovanie v Moskovskom regione* [Forest management in the Moscow region]. *Zemleuystroystvo, kadastr i monitoring zemel'*, 2014, no 1, pp. 30–37