

ВЕСТНИК 1(8) 2010

МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научный журнал

Издаётся с ноября 2007 года

Выходит три раза в год

СЕРИЯ «Лес. Экология. Природопользование»

Учредитель:

ГОУ ВПО «Марийский государственный технический университет»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия (свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-30176 от 02.11.07)

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения редакции.

Адрес редакции:

424006, Йошкар-Ола, ул. Панфилова, 17

Тел. (8362) 68-78-46, 68-63-41

Факс (8362) 41-08-72

E-mail: vestnik@marstu.net

Главный редактор **Е. М. Романов**

Главная редакционная коллегия:

Е. М. Романов, д-р с.-х. наук, профессор
(главный редактор)

В. А. Иванов, д-р физ.-мат. наук, профессор
(первый зам. гл. редактора)

А. Д. Арзамасцев, д-р экон. наук, профессор
(зам. гл. редактора)

С. А. Денисов, д-р с.-х. наук, профессор
(зам. гл. редактора)

Н. В. Рябова, д-р физ.-мат. наук, профессор
(зам. гл. редактора)

А. Н. Леухин, д-р физ.-мат. наук, профессор
(отв. секретарь)

Редакционная коллегия серии:

С. А. Денисов, д-р с.-х. наук, профессор
(зам. гл. редактора – редактор серии)

В. П. Бессчетнов, д-р биол. наук, профессор
(Нижний Новгород)

О. Н. Бурмистрова, д-р техн. наук, профессор (Ухта)

Р. И. Винокурова, д-р биол. наук, профессор

П. Ф. Войтко, д-р техн. наук, профессор

Ю. Н. Гагарин, к.с.-х.н., министр экологии и природных ресурсов Нижегородской области

А. Х. Газиуллин, д-р с.-х. наук, профессор (Казань)

Ю. П. Демаков, д-р биол. наук, профессор

А. С. Исаев, академик РАН (Москва)

А. И. Писаренко, д-р с.-х. наук, профессор,
академик РАСХН (Москва)

А. Г. Поздеев, д-р техн. наук, профессор

Е. М. Романов, д-р с.-х. наук, профессор

М. Г. Салихов, д-р техн. наук, профессор

В. И. Сухих, д-р с.-х. наук, профессор (Москва)

Ю. А. Ширнин, д-р техн. наук, профессор

В. Л. Черных, д-р с.-х. наук, профессор

Редактор **Т. А. Рыбалка**

Дизайн обложки **Л. Г. Маланкина**

Компьютерная верстка

А. Ю. Желонкин

Перевод на английский язык

М. А. Шалагина

Подписано в печать 21.05.10.

Формат 60×84 1/8. Усл. п. л. 11,6.

Тираж 500 экз. Заказ №

Марийский государственный
технический университет

424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ООО «Реклайн»

424007, Йошкар-Ола,

ул. Машиностроителей, 117

© Марийский государственный технический университет
Вестник Марийского государственного
технического университета, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Слово к читателям

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

К. К. Калинин. Естественное лесовозобновление и формирование молодняков в еловых и березовых насаждениях на крупных гарях Среднего Заволжья

Ю. П. Демаков, Е. А. Медведкова. Структура и динамика естественных лесных биогеоценозов Ботанического сада МарГТУ

Н. В. Ерёмин, М. А. Карасёва, В. Н. Карасёв. Агротехнические и физиологические аспекты успешности выращивания культур сосны кедровой сибирской в Республике Марий Эл

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО ДЕЛА

А. Н. Чемоданов, Р. Х. Гайнуллин. Результаты исследования процесса продольного строгания древесины на шпон

С. А. Чудинов. Исследование влияния технологических факторов на прочность цементогрунтов

А. В. Исаев, М. Г. Салихов. Стойкость щебеночно-мастичных асфальтобетонов с противоморозными добавками в агрессивной среде

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

О. Г. Введенский. Пути повышения эффективности работы рыбоходных сооружений в условиях циклического изменения уровней бьефов гидроузла

Е. М. Романов, Д. И. Мухортов, А. Д. Средин. Утилизация органических отходов при выращивании дернины для газонов

О. С. Соловьева, Н. А. Соколова, О. Н. Бажин, А. Р. Гусейнова. Зеленые насаждения как средство улучшения экологии города

Н. А. Разумников, М. И. Рябинин, Е. Н. Соломина. Урожайность и свойства плодов сортообразцов жимолости синей в Республике Марий Эл

ДАТЫ. СОБЫТИЯ. КОММЕНТАРИИ

С. А. Денисов. К 150-летию со дня рождения Леонида Ивановича Яшнова (1860–1936)

Информация о Международной конференции с элементами научной школы для молодежи «Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность, мониторинг и технологии по адаптации» (28 июня – 2 июля 2010 года, Йошкар-Ола)

Информация для авторов

CONTENTS

3 A word to the reader

FORESTRY

5 **K. K. Kalinin.** Natural reafforestation and young stocks formation in fir and birch plantations at the gross fires of the Central Volga region

16 **Yu. P. Demakov, E. A. Medvedkova.** Structure and dynamics of MarSTU Botanical garden natural forest ecosystems

29 **N. V. Eremin, M. A. Karaseva, V. N. Karasev.** Agronomic and physiological aspects of successful siberian stone pine cultivation in Mari El Republic

FORESTRY TECHNOLOGIES AND MACHINES

40 **A. N. Chemodanov, R. Kh. Gainullin.** Longitudinal planer wood veneer processes results

46 **S. A. Chudinov.** Research of influence of technology factors on soil cement durability

53 **A. V. Isayev, M. G. Salikhov.** Durability of rubble and mastic asphalt concretes with antifreezing agents in corrosive environment

PROBLEMS IN ECOLOGY AND RATIONAL NATURE EXPLOITATION

59 **O. G. Vvedensky.** The ways of work efficiency growth of fish-passing constructions in the conditions of cyclic changes of hydroelectric complex reaches levels

69 **E. M. Romanov, D. I. Mukhortov, A. D. Sredin.** Organic waste utilization at the turf cultivation for the lawns

75 **O. S. Solovyova, N. A. Sokolova, O. N. Bazhin, A. P. Gusseinova.** Green plantings as a means of city ecology improvement

84 **N. A. Rasumnikov, M. I. Ryabinin, E. N. Solomina.** Crop capacity and qualities of *Lonicera caerulea* breed samples in Mari El Republic

DATES. EVENTS. COMMENTS

90 **S. A. Denisov.** To the 150th Anniversary from the Birthday of Leonid Ivanovich Yashnov (1860–1936)

Information about International conference with the elements of scientific school for the youth «Forest ecosystems in climate change conditions: biological productivity, monitoring and adaptation technologies» (June, 28 – July, 2 2010, Yoshkar-Ola)

98 *Information for the authors*

Слово к читателям

Уважаемые авторы и читатели, редколлегия журнала сообщает Вам, что 19 февраля 2010 года Президиум ВАК рассмотрел и утвердил Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. В этот Перечень вошла наша серия «Лес. Экология. Природопользование», что подтверждает соответствие ее современным требованиям к периодическим научным изданиям. Таким образом, в настоящей серии могут быть опубликованы материалы исследований и аналитические работы в области лесного хозяйства, технологий лесного дела, экологии и природопользования.

В январе этого года исполнилось 150 лет со дня рождения видного отечественного лесовода и ученого Л. И. Яшнова. Будучи заведующим кафедрой лесоводства, деканом лесохозяйственного факультета в Казани, а затем и в Йошкар-Оле, Леонид Иванович многое сделал для становления лесного образования в Среднем Поволжье. Имея чрезвычайно широкий кругозор, Л. И. Яшнов сформировал ряд ключевых направлений в исследовательской работе сотрудников кафедры и факультета: дендрологические исследования и создание дендрария, естественное возобновление хвойных и лиственных в лесах Поволжья и на крупных гарях, применимость различных рубок леса для условий региона, использования древесины, классификации лесов (лесной типологии). Сегодня эти направления получили глубокое и разностороннее развитие в работах его последователей ученых-лесоводов Среднего Поволжья.

Дендрологическое и геоботаническое направление в настоящем номере журнала представлено работой Ю. П. Демакова и Е. А. Медведковой, анализирующих структурную организацию и динамику естественных лесных биогеоценозов Ботанического сада МарГТУ.

Расширение видового состава лесов Республики Марий Эл за счет сосны кедровой сибирской с учетом агротехники и физиологического состояния этого вида в лесных культурах обосновывают Н. В. Ерёмин, М. А. Карасёва и В. Н. Карасёв.

«Вечной» темой и проблемой российских лесов в условиях современности является лесовосстановление на лесных гарях. Крупные периодически повторяющиеся лесные пожары, охватывающие большие площади хвойных, определяют актуальность этого вопроса. Длительные стационарные исследования К. К. Калинина, продолжающиеся уже более 30 лет, позволили оценить возможности естественного лесовосстановления и ход

формирования растительности на гарях еловых и березовых насаждений Среднего Поволжья.

Тему переработки древесины и получения строганого шпона продолжают Р. Х. Гайнуллин и А. Н. Чемоданов. Статья С. А. Чудинова посвящена проблеме качества строительства автомобильных дорог. Продолжена тематика повышения качества асфальтобетонных покрытий лесовозных автодорог А. В. Исаевым и М. Г. Салиховым.

Проблемы экологии и природопользования в данном номере журнала представлены авторами на самые разносторонние темы – от эффективности работы рыбоходных сооружений на гидроузлах (О. Г. Введенский) до экологической роли зеленых насаждений в урбанизированной среде (О. С. Соловьева и др.) и утилизации органических отходов при выращивании дернины для газонов (Е. М. Романов, Д. И. Мухортов, А. Д. Средин). Здесь же представлены результаты многолетней работы по отбору сортообразцов жимолости синей для введения в садовую культуру Республики Марий Эл, отличающихся от районированных сортов большим содержанием биологически активных веществ (Н. А. Разумников, М. И. Рябинин, Е. Н. Соломина).

Завершают номер материалы, посвященные 150-летию Л. И. Яшнова.

В следующем номере журнала будут опубликованы материалы Международной конференции «Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность, мониторинг и технологии по адаптации».

Редколлегия.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630х231:674.032.13(470.343)

К. К. Калинин

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ МОЛОДНЯКОВ В ЕЛОВЫХ И БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА КРУПНЫХ ГАРЯХ СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ

Приведены количественные и качественные показатели естественного лесовозобновления и формирования молодняков на гарях еловых и березовых насаждений за 7–12-летний период после пожаров. Показано, что характер лесовозобновления и формирования молодняков после пожаров 1972 года имел свои особенности, что повлияло на успешность облесения пройденных огнем насаждений.

Ключевые слова: естественное возобновление, формирование молодняков, гари, тип леса, вид пожара.

Введение. Естественное лесовозобновление, как указывает И. С. Мелехов [1], – процесс биологический, состоящий из ряда этапов, завершением которых является образование сомкнутого молодняка (чащи).

Изучение процессов естественного лесовозобновления и формирования молодняков на гарях имеет большое практическое значение для своевременного проведения необходимых лесоводственных или лесокультурных мероприятий. Особенности естественного лесовозобновления еловых гарей и формирования молодняков на них нашли отражение в литературе [2–8].

И. С. Мелехов [2] исследовал в 1929–1930 гг. гари 1913 года в Архангельской области в зеленомошном типе леса при наличии сохранившихся единичных деревьев ели, еловых семенных полос или наличии стен леса. Он установил, что появление елового самосева на гари началось сразу же в первый год после пожара, сначала в небольшом количестве и достигло максимума на десятый год (семенной). Таким образом, ель наряду с березой и осинкой выступила в качестве породы-пионера в заселении гари.

А. А. Бахтин [3–5], исследуя еловые гари в Архангельской области, отмечает, что возобновление во всех типах леса идет удовлетворительно как в количественном, так и в качественном отношении, однако одновременно появляющиеся лиственные породы угнетающе влияют на рост и развитие хвойных. Исследований по возобновлению леса на гарях 1972 года в Среднем Заволжье имеется немного [7–9].

Цель работы – установление особенностей естественного возобновления и формирования молодняков на крупных гарях 1972 года в Среднем Заволжье в различных типах леса еловых и березовых насаждений, пройденных пожарами различной интенсивности.

Решаемые задачи – исследование влияния пожаров на количественные и качественные показатели естественного лесовозобновления и формирования молодняков на гарях еловых и березовых насаждений.

Техника эксперимента. Исследования естественного лесовозобновления на гарях 1972 года проведены в Республике Марий Эл на 3-летних, а формирования молодняков – на 7–12-летних гарях, то есть в период 1975 и 1984 годов.

Особенности пожаров 1972 года в еловых насаждениях заключались в том, что они так же, как и в сосновых насаждениях, совпали с семенным годом.

Рекогносцировочным обследованием гарей было установлено, что возобновление хвойными породами наблюдалось лишь на участках, где до пожара произрастали или находились в непосредственной близости плодоносящие насаждения, вследствие чего исследования на гарях еловых насаждений проведены на местах произрастания средне-возрастных, спелых и перестойных насаждений.

Лесовозобновительный процесс на гарях изучался с применением апробированной методики [10] с нашими дополнениями путем маршрутных работ с закладкой временных пробных площадей. В исследованиях в разные годы принимали участие А. В. Иванов, Ю. П. Демаков.

Ход лесовозобновительного процесса в начальный период после пожара изучался на учетных площадках размером 2×2 м при его количестве до 8,0 тыс. шт./га и на площадках 1×1 м при большем количестве. Учетные площадки располагались в количестве 25...30 штук на пробной площади на трех параллельных линиях, равномерно удаленных друг от друга. На учетных площадках возобновление учитывалось по породам, возрасту, а лиственные породы еще и по происхождению: семенные, порослевые. Хвойный подрост учитывался по высотным группам: до 0,1 м; 0,11...0,25 м; 0,26...0,50 м; 0,51...1,0 м; 1,01...2,0 м и выше 2,0 м. По состоянию его подразделяли на здоровый, сомнительный, усохший. Для определения текущего годичного прироста из каждой высотной группы обмеряли по 10...15 моделей.

При изучении формирования молодняков высотой до 3,0 м проводился перечет деревьев с измерением у них стволиков по ступеням высот, равным 0,5 м. При высоте более 3,0 м измерялся диаметр на высоте 1,3 м по ступеням в 0,5 или 1,0 см. Хвойные породы разделялись на группы по степени освещенности: 1) незатененные; 2) полузатененные (к кронам поступает 30...60% солнечной радиации вследствие затенения другими породами); 3) затененные (поступает менее 30% солнечной радиации). Лиственные породы в свою очередь распределялись на мешающие и не мешающие росту хвойных пород. Для характеристики хода роста хвойных пород в условиях различной степени затенения на пробной площади бралось не менее 25 штук модельных деревьев. На пробных площадях проводилось описание живого напочвенного покрова, уточнялся тип леса и почвы.

Для характеристики естественного возобновления заложено девять временных пробных площадей. Исследованы спелые насаждения, пройденные слабым низовым, сильным низовым и беглым верховым пожарами в типах леса ельники кислично-липняковые, липовые, черничные, приручейные и травяно-болотные. Все исследованные насаждения представляли собой сухостойные горельники с единично сохранившимися на части пробных площадей живыми деревьями березы, осины, липы или ветровальные горельники (ельник травяно-болотный).

Формирование молодняков на гарях еловых насаждений изучалось с 1984 года (то есть на 12-летних гарях). Было обследовано 670 га гарей. Молодняки в ельниках изучались там, где до пожара произрастали плодоносящие 70...80-летние древостои ели

в типах леса – ельник липовый (С₂), черничный (В₃), долгомошный (В₄) и приручейный (С₄), пройденные сильными низовыми пожарами. Молодняки изучались как в разработанных, так и неразработанных горельниках. Неразработанные еловые горельники представляли собой во время обследования ветровальные гари с единичными сухостойными деревьями ели. Площади были сильно захламлены.

Молодняки на гарях березовых древостоев изучались с 1979 года (на седьмой год после пожара) в насаждениях 45...50 лет, пройденных низовыми устойчивыми пожарами. Типы леса – березняк брусничный, кислично-липняковый, липовый, черничный и долгомошный. Насаждения полностью распались. Большая часть стволов вследствие поражения древесины гнилью под действием ветра сломалась и вывалилась. Остались лишь единичные деревья березы, а также сохранившиеся местами сухостойные сосны. Наблюдалась высокая захламленность территории из-за бурелома и ветровала березы и опадения мертвых вершин и сучьев. Древесина березы полностью потеряла технические качества.

Интерпретация результатов. *Естественное возобновление на гарях еловых насаждений и вырубках горельников* различается по типам леса (табл. 1). Удовлетворительное возобновление хвойными породами (в основном елью) наблюдалось только в ельнике черничном (4,8...6,5 тыс. шт. на 1 га) и на части площадей в ельнике кислично-липняковом (4,2...15,6 тыс. шт./га). В ельниках липовом, приручейном и травяно-болотном количество хвойного возобновления недостаточно (не превышало 3,3 тыс. шт./га). Достоверных различий в количестве возобновления хвойных в зависимости от вида пожара не выявлено, по-видимому, из-за недостаточного количества пробных площадей.

Т а б л и ц а 1

**Количество подроста (тыс. шт./га) на гарях еловых насаждений
на третий год после пожара**

№№ ПП	Тип леса	Вид пожара	Порода					Всего	Состав возобновления
			С	Е/Пх	Б	Ос	Д/Лп		
8	Е.к.- липн	Низ. слабый	0,4	15,2±3,6	9,7±5,4	0,5	0,0	25,8±8,7	6Е4Б+Осед.С
5	То же	Низ. сильный	0,0	11,2±2,1	7,9±3,1	2,8±0,7	0,0	21,9±4,2	5Е3Б2Ос
7	-/-	То же	0,3	3,9±1,1	13,1±4,2	0,8±0,4	0,0	18,1±4,6	7Б2Е1Осед.С
9	Е.лип	Низ. слабый	0,0	2,8±1,1	10,0±2,4	0,3	0,3/0,1	13,5±2,8	8Б2ед.Е+Ос,Д, Лп
3	То же	Низ. сильный	0,0	0,2/0,10	22,0±5,8	0,6	0,4	23,3±6,0	10Б+Е,Пх,Д
6	Е.ч.	Низ. слабый	2,8	2,0	157,2±24,8	10,0	0,0	172,0±23,9	9Б1Ос+С,Е
4	Е.ч	Низ. сильный	1,8	4,7±1,5	60,2±16,3	5,9±1,0	0,2	72,8±18,2	8Б1Ос1Е+Сед.Д
1	Е.лог	Низ. сильный	0,4	0,0	20,0	122,4±17,9	1,6	144,0±19,0	9Ос1Бед.Д,С
2	Е.тр.б.	То же	0,0	3,2	139,0±34,9	2,8	0,0	145,0±35,9	10Бед.Ос,Е

На трехлетних гарях во всех типах леса наблюдалось успешное возобновление лиственными породами, в основном березой. В ельнике приручейном в возобновлении преобладала осина. Особенно много лиственных пород было во влажных и сырых типах леса (до 167,2 тыс. шт./га). Возобновление здесь, а также в ельнике липовом и на

части площадей в ельнике кислично-липняковом идет со сменой пород (участие хвойных пород в составе возобновления не превышает 20%).

Необходимо отметить неудовлетворительное состояние самосева лиственных пород в ельнике кислично-липняковом и липовом. Здесь появился густой и мощно развитый покров из иван-чая (с проективным покрытием до 92% и высотой 1,7...2,0 м), под которым и находился в момент обследования самосев лиственных пород (высота его не превышала 60 см). Подрост испытывал сильное угнетение из-за затенения, значительная часть его (березы) превратилась в торчки. Безусловно, влияние такого мощного травяного покрова скажется в последующем на сохранности как хвойного, так и лиственного возобновления, особенно в зимний период, в нанесении ему механических повреждений под его навалом.

Процесс возобновления как хвойными, так и лиственными породами на гарях еловых насаждений шел интенсивно в первые два года после пожара, за это время появилось от 74,7 до 100% имеющегося самосева на трехлетних гарях. На третьем году после пожара накопление возобновления хвойными породами прекратилось из-за отсутствия источника семян (ель погибла полностью), а лиственными на части площадей еще продолжалось, но в меньшем количестве.

Исследование вырубок горельников еловых насаждений проводилось в Козиковском лесхозе Республики Марий Эл на третьем году после пожара на восьми рубках шириной 250 м в условиях свежей и влажной сурамени. Рубка древостоев, поврежденных низовым огнем сильной интенсивности, на шести лесосеках проводилась зимой 1973 года, на двух – летом 1974 года. Трелевка осуществлялась трактором ТДТ-40. На обследованных рубках горельников во всех типах леса наблюдалось успешное возобновление лиственными породами, в основном березой (от 147,0 тыс. шт. на 1 га в ельнике черничном до 265 тыс. шт. на 1 га в ельнике кислично-липняковом). На летних рубках 1974 года возобновления значительно меньше (33,4...39,5 тыс. шт./га), по-видимому за счет его гибели в период рубки древостоя (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Количество естественного возобновления (тыс. шт./га)
на рубках горельников еловых насаждений**

№№ ПП	Тип леса	Год рубки	Порода				Всего	Состав возобновле- ния
			С	Е	Б	Ос		
12а	Е. кисл.-липн.	1 кв. 1973 г.	1,7	3,3	243,0	0,0	253,0	10Бед.С,Е
12	То же	То же	0,0	3,3	265,0	0,0	268,3	10Бед.Е
14	То же	Лето 1974 г.	0,0	1,5	39,5	0,0	41,0	10Б + Е
15	Е. липовый	1 кв. 1973 г.	0,0	0,0	161,0	13,0	174,0	9Б1Осед.Лп
13	Е. зеленомошн.	То же	0,0	1,0	139,0	17,0	157,0	9Б1Осед.Е
10	То же	То же	0,2	0,7	148,0	26,0	174,0	9Б1Осед.С,Е
16	То же	Лето 1974 г.	1,6	0,8	25,4	8,0	35,8	9Б1Осед.С,Е
11	Е. черничный	1 кв. 1973 г.	0,6	7,7	115,0	32,0	155,3	7Б2Ос1Еед.С

Удовлетворительное возобновление хвойными породами (преимущественно елью) наблюдалось только на рубках в ельнике черничном (8,3 тыс. шт./га) и на части вырубках в ельнике кислично-липняковом – ПП 12а (5,0 тыс. шт./га). В ельнике липовом и зеленомошном количество хвойного самосева не превышало 2,4 тыс. шт./га, а на ряде участков отсутствовало совсем. Повсюду прослеживалась тенденция к смене пород (количество хвойного самосева в составе возобновления не превышало 5,4%).

На рубках весь хвойный самосев представлен предварительным возобновлением. Он появился еще в первый год после пожара под пологом погибших насаждений

и сохранился во время рубки. Накопление возобновления в последующие годы происходило только за счет лиственных пород.

Состояние самосева на исследованных вырубках удовлетворительное. Высота березы составляла в среднем 0,75 м в ельниках кислично-липняковых, липовых и зеленомошных и 1,5 м в ельниках черничных. Высота осины достигала 1,5 м. Лиственные породы находились в стадии смыкания. Самосев ели располагался под пологом лиственных пород и травяного покрова.

Живой напочвенный покров на вырубках редкий (покрытие не превышало 39%) с преобладанием в нем иван-чая. Отрицательного влияния на имеющееся возобновление и появление нового он не оказывал.

Формирование молодняков на гарях еловых и березовых насаждений охватывает возрастной период от смыкания до начала интенсивного роста. Исходной основой формирования молодняков является процесс естественного возобновления. В практике изучения периода формирования молодняков указанные две стороны обычно рассматриваются отдельно, хотя между ними, как отмечает А. И. Бузыкин [11], нет четкой грани.

Формирование молодняков представляет собой начальный этап становления древостоев, определяющий по существу характерные черты их онтогенеза. Основные параметры морфоструктуры (состав, густота, размещение деревьев по площади, строение полога, развитие крон и др.) закладываются на этапе формирования.

Начальный этап формирования древостоев включает в себя качественно различные фазы роста и развития молодых поколений: превращение открытых группировок, отражающих лесовосстановительный процесс, в относительно закрытые группировки древесных растений с их дифференциацией в ценозе по росту и уменьшением числа растений с возрастом. Надежный прогноз пути дальнейшего роста и развития древостоев и обоснование методов и форм эффективного направленного вмешательства в этот процесс предполагает хорошее знание его природы и слагающих его элементов. Как отмечает А. К. Денисов [12], познание особенностей формирования молодняков на гарях имеет большое лесохозяйственное значение. Этот процесс определяет будущие леса, которые со временем возникнут на гарях. Зная особенности формирования молодняков, можно рационально (с меньшими затратами средств и с большим лесоводственным эффектом) проводить в них уход за восстановлением хозяйственно-ценных древостоев.

Особенностью формирующихся молодняков на гарях еловых насаждений является их двухярусность, в них ель значительно отстает в росте от лиственных пород и находится во втором ярусе. Формирование молодняков существенно различается по типам леса и категориям участка (табл. 3, 4).

В ельниках липовых формирование молодняков изучалось в неразработанных горельниках. Здесь формируются молодняки невысокой густоты от 5,2 до 7,5 тыс. шт./га (в среднем 6,5 тыс. шт./га) и сомкнутости 0,2...0,3. Расположение лиственных пород (в основном семенной березы), как правило, групповое со встречаемостью 36% и приурочено большей частью к микропонижениям. Значительное место занимают не возобновившиеся лиственными породами участки площадью 0,01...0,02 га с густым покровом из малины и вейников высотой 0,7...1,0 м. Хвойные породы представлены елью, но количество ее сравнительно небольшое, в среднем 1,2 тыс.шт./га (размах 0,7–1,7). Ель приурочена в большинстве случаев к куртинам лиственных пород, вследствие чего расположение ее неравномерное (встречаемость 24...42%). Затенение ели лиственными породами в целом сравнительно небольшое (в среднем 25%), но значительная её часть находится все еще под густым малиново-вейниковым покровом или только начинает из-под него выходить. Вследствие этого общее количество затененных и полуза-

тененных экземпляров ели составляет 80% при высоте 0,5 м (размах от 0,3 до 1,5 м) и в 10...12 раз уступает по высоте деревьям лиственных пород верхнего полога.

Т а б л и ц а 3

**Количество деревьев по породам в естественных молодняках,
формирующихся на местах погибших еловых насаждений и вырубках горельников
на 12-й год после сильных низовых пожаров**

Тип леса ТЛУ	Категория участка	Ярус	Среднее количество деревьев по породам, тыс. шт. на 1 га						Параметры возобновления хвойных пород		
			Е	Б	Ос	Лп	Ив, Ол.ч.	всего	доля участия, %	встречаемость, %	оценка восстановления хв. породами
Е. лп (С ₂)	Насаждение	I	0,0	1,6	0,1	0,0	0,1	1,8	0	0	Недостаточное
		II	1,2	2,1	0,3	0,9	0,2	4,7	30	36	
Е. кисл.-лп. (С ₂)	То же	I	0,0	22,3	0,7	0,0	0,1	23,1	0	0	Удовлетворительное
		II	2,2	18,8	3,1	3,6	0,7	38,4	6	76	
То же	Вырубка	I	0,0	27,6	1,1	0,0	0,0	28,7	0	0	Удовлетворительное
		II	2,0	38,1	5,2	6,6	0,0	51,9	4	53	
Е. ч. (В ₃)	Насаждение	I	0,0	26,2	3,1	0,0	1,6	30,9	0	0	Удовлетворительное
		II	7,6	22,1	1,0	0,0	1,1	31,8	24	81	
То же	Вырубка	I	0,0	33,4	5,4	0,0	0,8	39,6	0	0	Удовлетворительное
		II	8,4	27,3	1,8	0,0	0,5	38,0	22	82	
Е. дм. (В ₄)	Насаждение	I	0,0	2,0	2,5	0,0	2,0	6,5	0	0	Отсутствует
		II	0,0	8,0	7,5	0,0	3,0	18,5	0	0	
Е. лог (С ₄)	То же	I	0,0	2,5	3,1	0,0	0,8	36,4	0	0	Отсутствует
		II	0,0	0,9	1,7	0,0	2,4	5,0	0	0	
То же	Вырубка	I	0,0	1,8	0,0	0,0	34,0	35,8	0	0	Отсутствует
		II	0,0	0,7	0,0	0,0	3,5	4,2	0	0	

Т а б л и ц а 4

**Проективное покрытие полога, затененность хвойных пород и средняя высота
в естественных молодняках, формирующихся на местах погибших еловых насаждений
и вырубках горельников на 12-й год после пожара**

Тип леса, ТЛУ	Категория участка	Покрытие породами, %		Кол-во хвойных под пологом листвен., %		Средняя высота хвойных, м	Средняя высота лиственных пород верхнего яруса, м			
		хвойными	лиственными	затененных	полузатененных		Б	Ос	Лп	Ив, Ол.ч
Е. лп (С ₂)	Насаждение	2	20	25	54	0,5	5,8	5,4	2,2	5,0
Е. к.-липн. (С ₂)	То же	3	76	88	12	0,4	6,0	5,6	1,2	5,1
То же	Вырубка	2	83	96	4	0,3	5,7	5,4	1,2	
Е. ч. (В ₃)	Насаждение	13	85	86	14	0,7	6,0	5,2	-	4,9
То же	Вырубка	10	86	90	10	0,6	6,1	5,3		4,8
Е. дм. (В ₄)	Насаждение	0	62	0	0	0	4,2	4,6	-	5,0
Е. лог (С ₄)	То же	0	74	0	0	0	5,5	4,8	-	5,3
То же	Вырубка	0	72	0	0	0	5,3	4,6		5,4

На гарях в ельниках кислично-липняковых как в неразработанных погибших древостоях, так и на вырубках горельников формируются лиственно-хвойные молодняки с преобладанием в составе березы семенного происхождения, но значительно более высокой густоты (61,5...80,6 тыс. шт./га) и сомкнутости (0,78...0,85 – местами 0,9...1,0).

Хвойных пород здесь больше – до 2,2–3,4 тыс. шт./га, встречаемость их выше (в неразработанных погибших насаждениях до 76%).

Признаком жизнеспособности хвойного подроста считают величину текущего прироста в высоту, отношение среднего периодического прироста за последнее пятилетие к предыдущему и отношение длины главного побега к боковому того же года [13–15]. В целом ель в липовом типе леса вполне жизнеспособна, хотя отстаёт в росте от свободно растущей ели на 64,9%. Затененный подрост ели за последние пять лет имеет средний периодический прирост в 7,2 см. При этом прирост высоты проявляет тенденцию к увеличению, что связано с постепенным выходом ели из-под травяного покрова. В данном типе леса из хозяйственных мероприятий необходимы рубки ухода не высокой в целом интенсивности по осветлению ели в куртинах лиственных пород, что позволит здесь в будущем сформировать древостой с ее преобладанием.

На вырубках горельников участие хвойных в составе молодняков определяется, как правило, сезоном рубки погибших древостоев. При зимней рубке обеспечивается наличие достаточного количества хвойных пород (до 2,0 тыс. шт. на 1 га).

В ельниках кислично-липняковых вследствие высокой сомкнутости молодняков практически вся ель в той или иной степени затенена, высота ее небольшая и колеблется от 0,2 до 1,1 м (в среднем 0,3...0,4 м в зависимости от категории участка). По высоте ель в 14...16 раз уступает лиственным породам верхнего полога и находится во втором ярусе. Угнетение ели здесь больше, чем в ельнике липовом. Так, затененная полностью ель имеет среднюю высоту всего 32 см (она составляет преобладающую часть).

Средний периодический прирост за последние пять лет не увеличивается и составляет 2,8 см. Все это свидетельствует о переходе ели в категорию сомнительного подроста [15]. В данном типе леса в исследованный период времени требовались рубки ухода высокой интенсивности по осветлению ели.

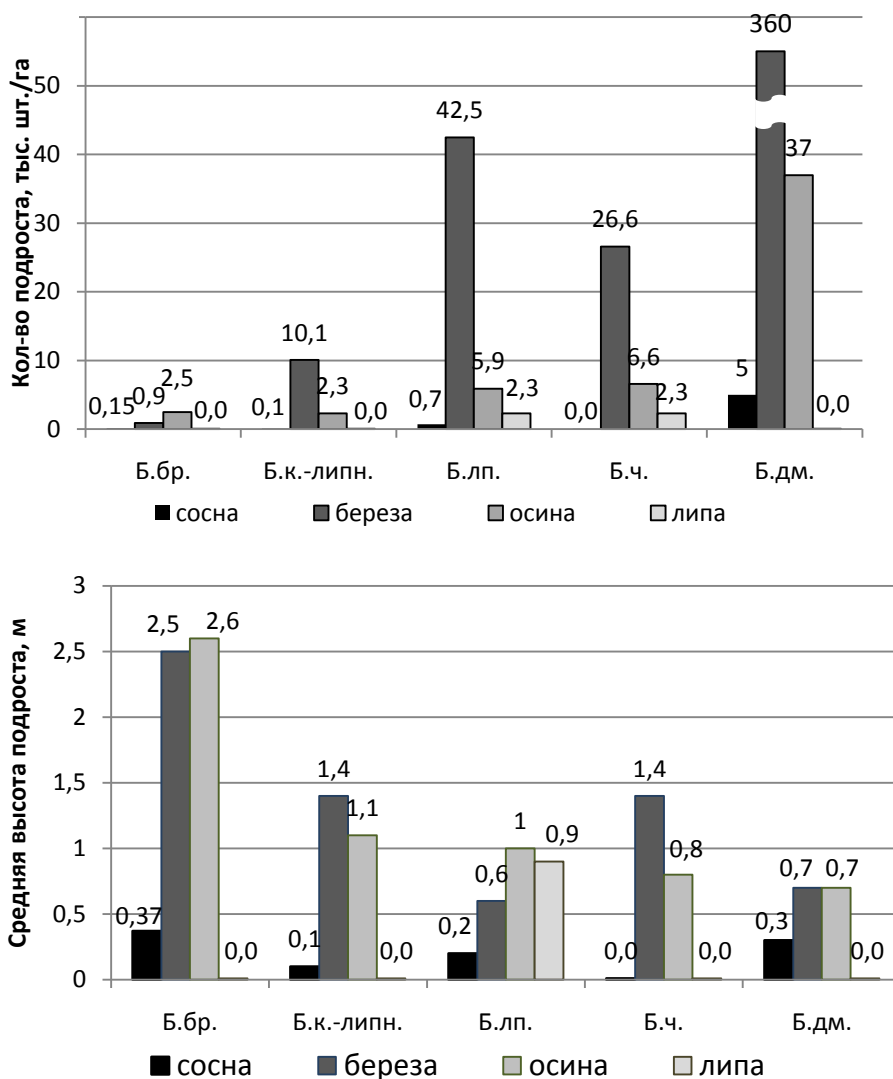
На гарях ельников черничных сомкнутость молодняков также высокая (0,7...0,8). В составе их преобладает семенная береза высотой в основном пологом 5...6 м. Участие в составе хвойных пород, в основном ели, наибольшее. В неразработанных горельниках густота елового подроста от 3,0 до 10,0, в среднем 7,6 тыс. шт./га. На вырубках горельников густота составляет в среднем 8,4 тыс. шт./га (с колебаниями от 3,0 до 11,6) в зависимости от сезона рубки.

Размещение хвойных пород довольно равномерное, в неразработанных древостоях встречаемость 76...83%, на вырубках горельников – 67...70%. Высота их колеблется от 0,1 до 1,2 м (в среднем 0,6...0,7 м) по категориям площадей. Все хвойные породы, находясь во втором ярусе, в той или иной степени испытывают затенение лиственными породами, в том числе полное затенение испытывают 80...90% экземпляров подроста ели, что говорит о необходимости проведения рубок ухода. Следует отметить меньшую степень угнетения ели и сосны на гарях в данном типе леса по сравнению с ельником кислично-липняковым, хотя сомкнутость верхнего полога примерно одинакова. Причина здесь в отсутствии в молодняках липы, имеющей меньшую высоту по сравнению с березой и осиной и потому не участвующей обычно в формировании верхнего полога. Вследствие этого средняя высота ели здесь больше (0,6...0,7 м). Средний периодический прирост высоты за последние пять лет составил, даже у полностью затененной ели, 8,4 см. Отношение длины центрального побега к боковому за последний год у данной категории ели составило в среднем 0,88, что близко к единице и свидетельствует о ее жизнеспособности [14, 15].

На гарях в ельниках долгомошном и приручейном формируются молодняки только из лиственных пород с преобладанием в ельнике приручейном ольхи и ивы, а в ельнике

долгомошном – березы с осиной. Проективное покрытие полога молодняков довольно высокое (62...74%).

На гарях березовых насаждений (см. рис.) наихудшее возобновление из исследованных типов леса наблюдалось в березняках брусничных. Здесь подростка лиственных пород насчитывалось 2,1...5,1 тыс. шт./га, в среднем 0,15. Он имел куртинный характер размещения и представлен был в основном порослевыми осиной (79...81%) и березой (на 19...27%). Сосна в его составе или совсем отсутствовала, или участвовала незначительно, не превышая 0,3 тыс. шт./га.



Количество и средняя высота подроста на гарях березовых насаждений

Из-за небольшого количества возобновления проективное покрытие древесных пород было невелико (12...26%), хотя данные площади выглядели хорошо возобновившимися. Лиственные породы вследствие их порослевого происхождения значительно выше, чем в других типах леса, и в 6...7 раз превышали сосну. Напочвенный покров из вейников со средним покрытием 50...60% препятствовал новому возобновлению. В березняках брусничных наблюдалось обильное возобновление ракитника русского – до 15,3 тыс. шт./га, среднее его покрытие – 32%.

В березняках кислично-липняковых подростка лиственных пород больше, чем в брусничных типах леса (7,9...17 тыс. шт./га, в среднем 12,4 тыс.). Представлен он в основном также порослевой осинкой и березой высотой 1,1...1,4 м. Количество сосны примерно 0,2 тыс. шт./га. Она вся находилась под пологом густого травяного покрова и имела угнетенный вид. Максимальная высота ее не превышала 0,5 м (в среднем 0,1 м), что в 10...18 раз меньше средней высоты лиственных пород. Проективное покрытие древесными породами невелико, не более 19%. Деревца расположены по площади неравномерно, куртинно. Новое возобновление отсутствовало. Ему препятствовал густой напочвенный покров из кипрея, орляка и частично вейников высотой 1,8...2,0 м.

Березняки липовые возобновились в достаточной степени лиственными породами – березой, осинкой, липой (50,7 тыс. шт./га). Проективное покрытие их около 27%, средняя высота соответственно 0,6; 1,0 и 0,9 м. Сосны в данном типе леса всего 0,7 тыс. шт./га (высота 0,18 м). Она испытывала сильное угнетение живым напочвенным покровом. Новый самосев отсутствовал. Ему препятствовал образовавшийся значительный слой отмерших стеблей разнотравья.

В березняках черничных также наблюдалось хорошее возобновление лиственными породами – 33,2 тыс. шт./га, но размещение его неравномерное, куртинное, встречаемость 53%. Проективное покрытие лиственными породами составляло 44%. Состояние подростка в данном типе леса в целом удовлетворительное.

Наиболее обильное возобновление как лиственными, так и хвойными породами отмечено в березняках долгомошных (лиственных – 402 тыс. шт./га, хвойных – 5 тыс. шт./га). Подрост лиственных, в основном березы, преимущественно семенного происхождения, средняя высота его – 0,7 м. Проективное покрытие лиственных пород здесь самое большое – 55%. Подрост березы высотой до 0,5 м благодаря избыточному увлажнению, как правило, суховершинный. Деревца растут за счет боковых ветвей. Осина повреждена лосями и зайцами и также растет за счет боковых ветвей. Приросты в 1979 году у данных пород равнялись соответственно 4,1...7,6 см. Сосна в росте в 2,4 раза уступала лиственным, 40% ее находилось под их пологом и требовало осветления. Новое возобновление отсутствовало: ему препятствовал моховой покров из кукушкина льна мощностью 10...15 см.

Выводы.

1. На гарях еловых насаждений и вырубках горельников, особенно в более влажных условиях местопроизрастания, происходит успешное естественное возобновление лиственными породами, в основном березой. Возобновление на неразработанных гарях в ельнике липовом, черничном, приручейном, травяно-болотном и на части площадей в ельнике кислично-липняковом, а также всюду на вырубках горельников идет со сменой пород. Удовлетворительное возобновление (4,8...15,6 тыс. шт./га) хвойными породами, в основном елью, как на гарях насаждений, так и на их вырубках наблюдалось только в ельнике черничном и на части участков в ельнике кислично-липняковом.

Процесс возобновления хвойными как на гарях неразработанных еловых насаждений, так и на вырубках горельников продолжался только первые два года после пожара и затем прекратился из-за отсутствия источника семян ввиду сплошного усыхания ельников на обследуемых участках. Накопление подростка лиственных пород на вырубках и на части площадей гарей насаждений продолжалось и на третий год.

2. На гарях в ельниках липовых и кислично-липняковых, в связи с формированием здесь густым мощно развитым покровом из иван-чая высотой 1,7...2,0 м, наблюдалось неудовлетворительное состояние возобновления древесных пород, в особенности лиственных.

Состояние возобновления на вырубках хорошее, подрост лиственных пород на трехлетних вырубках находится в стадии смыкания.

3. На неразработанных еловых горельниках в свежих и влажных условиях местопрорастания (липовые, кислично-липняковые и черничные типы леса) формируются двухъярусные лиственно-хвойные молодняки с лиственными породами в верхнем ярусе и лиственными с хвойными – во втором. В сырых условиях местопрорастания (в долгомошных и приручейных типах леса) формируются лиственные молодняки без участия хвойных пород. Достаточное количество возобновления хвойных пород наблюдается только в молодняках на гарях в черничном типе леса. Хотя на гарях в липовом типе леса количество хвойных пород в молодняках и недостаточно, но здесь можно сформировать высокополнотные хвойно-лиственные древостои лесоводственными уходами за составом. В связи с наблюдающейся сменой пород на гарях на местах прорастания ельников необходимо проведение лесоводственных уходов за составом, в первую очередь в кислично-липняковом и черничном типах леса.

4. Площади, ранее покрытые березняками, в целом успешно возобновились лиственными породами, но в березняках брусничных на части площадей даже их недостаточно.

5. Удовлетворительный подрост сосны наблюдался только в березняках долгомошных, где требовалось его осветление. В остальных типах леса березовых насаждений введение хвойных пород возможно лишь путем реконструкции.

6. Однако учитывая то, что Республика Марий Эл является сырьевой базой для фанерной промышленности и обеспечивает потребности республики в лыжном краже, перевод березового хозяйства в хвойное в таких высокопроизводительных типах леса, как березняки кислично-липняковые, липовые и черничные, вряд ли может быть целесообразным.

7. В березняках брусничных с недостаточным количеством сосны и лиственных пород необходима реконструкция насаждений.

Список литературы

1. Мелехов, И. С. Лесоведение: Учебник для вузов / И. С. Мелехов. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 480 с.
2. Мелехов, И. С. О лесовозобновлении на гарях / И. С. Мелехов // Лесное хозяйство и эксплуатация. – 1933. – № 10. – С. 89–116.
3. Бахтин, А. А. Изучение естественного возобновления и формирования молодняков ели на гарях Архангельской области / А. А. Бахтин // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 10. – Л.: ЛТА, 1981. – С. 37–39.
4. Бахтин, А. А. Строение и формирование елово-лиственных молодняков и средневозрастных древостоев послепожарного происхождения в Архангельской области / А. А. Бахтин // Автореф... канд. с.-х. наук. – Л., 1981. – 24 с.
5. Бахтин, А. А. Лесовозобновительный период ели на гарях и влияющие на него факторы / А. А. Бахтин // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Межвуз. сб. науч. трудов. – Л.: ЛТА, 1986. – С. 12–16.
6. Гончарук, Н. Ю. Пирогенные сукцессии в еловых лесах / Н. Ю. Гончарук, А. А. Казакевич, С. А. Трофимов, Е. С. Шапошников // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. – СПб: РБО, 1999. – С. 387–396.
7. Калинин, К. К. Естественное возобновление ели и березы на гарях / К. К. Калинин, Ю. П. Демаков, А. В. Иванов // Итоги и перспективы научных исследований в области лесного хозяйства: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. – Пушкино, 1979. – С. 287–291. – Деп. в ЦБНТИ лесхоз 27.04.1981 г., № 84-лд.
8. Калинин, К. К. Формирование молодняков на гарях еловых и березовых насаждений / К. К. Калинин, А. В. Иванов // Лесное хозяйство. – 1981. – №10. – С. 28–30.

9. Денисов, С. А. Регулирование роли березы в естественном возобновлении гарей / С. А. Денисов // Лесное хозяйство. – 1979. – №7. – С. 19–21.
10. Побединский, А. В. Изучение лесовосстановительных процессов / А. В. Побединский. – М.: Наука, 1966. – 64 с.
11. Бузыкин, А. И. Формирование сосново-лиственных молодняков / А. И. Бузыкин, Л. С. Пшеничникова. – Новосибирск: Наука, 1980. – 176 с.
12. Денисов, А. К. Уходы в молодняках на гарях в связи с особенностями их формирования / А. К. Денисов // Проблемы ликвидации последствий лесных пожаров 1972 года в Марийской АССР. – Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1976. – С. 114–115.
13. Касимов, В. Д. Роль и значение елового подроста при лесовосстановлении ели на концентрированных вырубках в подзоне южной тайги Европейской части СССР / В. Д. Касимов // Автореф... канд. с.-х. наук. – М., 1962. – 20 с.
14. Титов, Н. А. Причины отпада елового подроста на вырубках и прогноз его выживаемости по морфологическим и таксационным признакам / Н. А. Титов // Лесозащита и лесное хозяйство. – Киров: КирНИИЛП, 1970. – С. 247–259.
15. Успенский, Е. И. Морфологическая структура елового подроста / Е. И. Успенский // Современные исследования продуктивности и рубок леса. – Каунас, 1976. – С. 21–25.

Статья поступила в редакцию 30.11.09.

К. К. Kalinin

**NATURAL REAFFORESTATION AND YOUNG STOCKS FORMATION
IN FIR AND BIRCH PLANTATIONS AT THE GROSS FIRES
OF THE CENTRAL VOLGA REGION**

Quantitative and qualitative rates of natural forest regeneration and young stocks formation at the gross slash fires of fir and birch plantations for a 7–12-year old period after the fires are given. It is shown that forest regeneration process and young stocks formation after the fires of 1972 have its peculiarities, it influenced the success of afforestation of the territories where the fires had taken place.

Key words: natural regeneration, young stocks formation, slash fires, forest type, fire class.

КАЛИНИН Константин Константинович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства МарГТУ. Область научных интересов – исследование последствий лесных пожаров на лесные биогеоценозы и разработка рекомендаций по ликвидации их последствий. Автор более 130 работ. E-mail: KalininKK@marstu.net

УДК 630*182 (470.343)

Ю. П. Демаков, Е. А. Медведкова

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МарГТУ

Проведен системный анализ структурной организации и динамики естественных лесных биогеоценозов Ботанического сада МарГТУ. Сделан вывод о том, что они, несмотря на очень малые размеры занимаемой территории, являются достаточно хорошо организованной саморазвивающейся сукцессионной системой, стремящейся к восстановлению коренной формации – ельника сложного с липой и дубом. Даны предложения по улучшению состояния и породного состава древостоев.

Ключевые слова: лесные биогеоценозы, ценопопуляции, структура, динамика.

Введение. Структура – фундаментальное свойство материи [1, 2], неотъемлемый атрибут всех систем, отражающий их индивидуальные качества, позволяющий идентифицировать и классифицировать объекты, характеризующий степень упорядоченности элементов в них и определяющий их внутренние и внешние связи, а, следовательно, и закономерности функционирования. Познание структуры есть способ познания системы.

Познание закономерностей структурной организации и динамики растительного покрова локальных территорий – одна из центральных проблем современной экологии. Она существует, вероятно, с момента зарождения биоценологии как науки и, несмотря на большое число разработок [3–11], окончательно до сих пор не решена. Эта проблема неразрывно связана с другой не менее важной проблемой нашего времени – проблемой сохранения биологического разнообразия [12–16], решение которой является одним из необходимых условий устойчивого развития человечества, о чем свидетельствует принятие в 1992 году международной Конвенции «О биологическом разнообразии», ратифицированной в 1995 году Российской Федерацией. Особо важная роль в сохранении биологического разнообразия на всех уровнях его организации – видовом, популяционном, экосистемном и ландшафтном – отведена ботаническим садам, которые должны собирать и выращивать обширные коллекции не только экзотических, но и аборигенных растений.

Цель исследования заключалась в оценке структурной организации естественных лесных биогеоценозов Ботанического сада МарГТУ и состояния популяций основных видов аборигенных древесных растений в них, необходимой для совершенствования ведения хозяйственной деятельности на территории данного учреждения, направленной на сохранение природного зонального биологического разнообразия.

Объекты и методика. Ботанический сад МарГТУ был заложен в 1939 году в лесном массиве естественного происхождения, расположенном на возвышенной надпойменной террасе левобережья р. Малая Кокшага и слабо затронутом хозяйственной деятельностью. Породный состав насаждений, произрастающих на свежих слабопод-

золистых суглинках, подстилаемых песчано-глинистыми породами, был разнообразным и типичным для зоны хвойно-широколиственных лесов. В настоящее время естественные леса, которые предназначены для защиты экспозиций экзотов от негативного воздействия городской среды и знакомства студентов с представителями местной флоры, занимают в Ботаническом саду 63,2% территории (47 га). В течение 70 лет существования Ботанического сада данные биогеоценозы развивались фактически в естественном режиме, так как хозяйственное вмешательство в их жизнь было минимальным и состояло лишь в уборке сухостоя и ослабленных деревьев, проводившейся редко и нерегулярно.

Материалом для анализа служили: 1) таксационные описания 1974 года, на основе которых в среде Excel была сформирована исходная матрица, состоящая из 10956 ячеек (498 строк, каждая из которых представляла таксационный выдел, и 22 столбца, соответствующих значениям таксационных показателей насаждений); 2) данные натурных учетов, проведенных в 2007 году на пяти пробных площадях, на которых было проведено картирование и описание древостоя, включающие координаты каждого дерева в условной системе и их индивидуальные характеристики: породу, длину окружности ствола на высоте 1,3 м, положение в ценозе, онтогенетическое состояние и жизнеспособность. На каждой пробной площади на пяти площадках размером 5×5 м был проведен учет численности и состояния подроста с использованием стандартных методик. Количественно был описан также подлесок и живой напочвенный покров. Дополнительно для оценки характера распространения популяций древесных растений были использованы два показателя: коэффициент расселения K_p и плотность популяции P_n , значения которых были вычислены по формулам А. И. Швиденко [17]:

$$K_p = 100 \cdot S_i / S_{\text{общ.}}$$

$$P_n = 10 \cdot \Sigma(S_i \cdot p_i) / S_{\text{общ.}}$$

где $S_{\text{общ.}}$ – общая площадь насаждений, га; S_i – площадь насаждений, где отмечено присутствие i -й породы, га; p_i – доля участия i -й породы в составе древостоя. Для обработки исходных данных, которая проведена на ПК, использованы общепринятые методы математической статистики [18, 19]. В сборе и обработке материала принимали участие магистры ФЛХиЭ Андреева Е. Н. и Новоселова Е. А.

Результаты исследования и их обсуждение. Видовое и экосистемное биоразнообразие, а также продуктивность насаждений определяется, прежде всего, эдафическими факторами, под которыми понимается плодородие почв и режим их увлажнения, характеризующими особенности конкретного биотопа. Анализ материала показал, что биотопическое разнообразие в Ботаническом саду МарГТУ невелико (табл. 1): на его территории встречается всего три эдафотопов (субори, сурамени и дубравы), в пределах которых выделено шесть типов лесорастительных условий (ТЛУ). Наибольшая доля насаждений произрастает в свежих сураменах. Менее всего распространены субори, особенно влажные. По условиям увлажнения доминируют свежие ТЛУ.

Т а б л и ц а 1

Распределение насаждений Ботанического сада по типам лесорастительных условий

Показатель	Значение показателя по ТЛУ						Итого
	B ₂	B ₃	C ₂	C ₃	D ₂	D ₂₋₃	
Число выделов, шт.	23	1	248	24	28	29	353
Число выделов, %	6,5	0,3	70,3	6,8	7,9	8,2	100,0
Площадь выделов, га	3,44	0,01	31,93	3,01	3,90	4,69	46,98
Площадь выделов, %	7,32	0,02	67,97	6,41	8,30	9,98	100,0

Одним из важнейших показателей, отражающих потенциальную производительность древостоев, является класс бонитета, который изменяется у них на территории Ботанического сада в очень больших пределах (табл. 2). Наивысший класс бонитета имели в 1974 году древостои, произрастающие в свежих субориях, а самый низкий, как это ни странно, – в свежих дубравах. Средний класс бонитета составлял II,18, что не вполне соответствует довольно богатым эдафическим условиям территории.

Т а б л и ц а 2

Структура древостоев Ботанического сада по классам бонитета

ТЛУ	Площадь древостоев (%) по классам бонитета					Средний класс бонитета
	I ^a	I	II	III	IV	
B ₂	32,1	59,6	8,3	–	–	I ^a ,76
C ₂	6,3	22,0	55,4	16,1	0,2	II,00
C ₃	–	8,5	53,0	38,5	–	I,82
D ₂	–	2,0	87,5	10,5	–	II,30
D ₂₋₃	–	4,8	72,7	22,5	–	II,08
В целом	6,1	19,3	57,5	17,0	0,1	II,18

Т а б л и ц а 3

Структура древостоев Ботанического сада по относительной полноте

ТЛУ	Площадь древостоев (%) по относительной полноте, %							Средняя полнота
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
B ₂	–	–	–	2,9	40,6	45,9	10,6	0,66
C ₂	0,3	0,7	1,5	6,6	31,9	45,4	13,6	0,66
C ₃	–	–	5,1	16,5	74,2	1,3	2,9	0,58
D ₂	–	–	0,5	13,9	84,1	1,5	–	0,59
D ₂₋₃	–	0,2	–	19,1	15,4	60,5	4,8	0,65
В целом	0,3	0,5	1,5	9,5	40,4	36,4	11,4	0,64

Важную информацию о состоянии древостоев, их реализованной производительности и уровне биологического разнообразия несет показатель относительной полноты, который изменяется, как и класс бонитета, в очень больших пределах (табл. 3), что связано как с естественными, так и антропогенными причинами. Доминировали в Ботсаду среднеполнотные древостои. Доля низкополнотных древостоев была невелика. Общий запас стволовой древесины, который также является одним из важнейших параметров состояния биогеоценозов, характеризующих не только их ресурсные, но и экологические функции, составлял в 1974 году 7040 м³ (в среднем 150 м³ на 1 га). Преобладали древостои с запасом от 210 до 240 м³ (рис. 1).

Естественные лесные биогеоценозы Ботанического сада в основном многопородные (табл. 4). Преобладали в 1974 году пятипородные древостои. Наиболее разнообразной была породная структура насаждений в ТЛУ С₃, а наименее разнообразной – в ТЛУ В₂. Наиболее распространенной породой являлась липа мелколистная, которая встречалась 35 лет назад в 79,5% насаждений (рис. 2). По встречаемости ей несколько уступал дуб черешчатый, за которым следовали береза и осина. Замыкал ранговый ряд вяз голый *Ulmus glabra* Huds., который встречался всего на 1,3% площади насаждений.

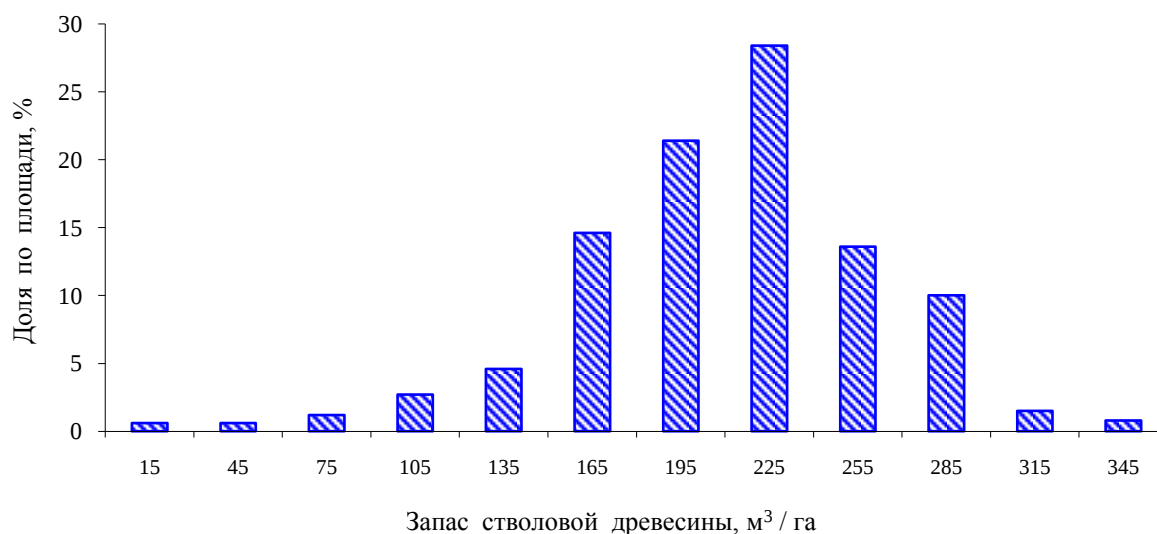


Рис. 1. Гистограмма распределения древостоев по запасу в них стволовой древесины

Т а б л и ц а 4

Распределение площади лесов по количеству слагающих пород деревьев

ТЛУ	Площадь древостоев (%) по количеству слагающих пород							Среднее число пород
	1	2	3	4	5	6	7	
B ₂	0,0	23,7	28,0	16,4	31,9	0,0	0,0	3,56
C ₂	2,4	16,3	20,3	25,8	23,5	11,7	0,0	3,87
C ₃	0,5	0,0	13,1	15,7	43,2	27,5	0,0	4,83
D ₂	0,0	0,0	17,0	39,7	30,5	11,5	1,3	4,40
D ₂₋₃	1,9	1,0	6,8	22,1	54,0	11,4	2,8	4,71
В целом	1,9	12,5	18,5	25,4	29,2	12,1	0,4	4,05

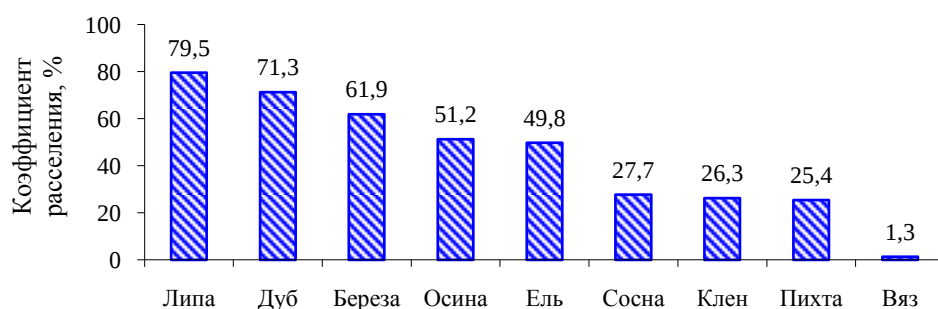


Рис. 2. Ранговое распределение пород деревьев по величине коэффициента их расселения в естественных лесных биогеоценозах Ботанического сада МарГТУ

Каждый вид древесного растения (породы) имел свой сугубо специфичный характер распределения долевого участия в составе древостоя (табл. 5). Большинство пород чаще всего встречались в древостоях в виде небольшой примеси. По мере увеличения их долевого участия частота встречаемости древостоев неуклонно снижалась, что соответствует резко убывающему (гиперболическому) типу распределения, аппроксими-

руемому функцией Ципфа-Парето $Y = S_0 \cdot \exp(-a \cdot X^b)$, где S_0 – площадь лесов, на которой отсутствует данная порода, га; X – доля участия породы в составе; a, b – безразмерные коэффициенты, вычисляемые эмпирически. Характер распределения долевого участия липы в составе древостоев несколько иной: меньше всего встречается насаждений с ее долевым участием 5 единиц. Все древесные растения группируются между собой по характеру распределения своего долевого участия в древостоях в два четко выраженных кластера (рис. 3): в один из них вошли наиболее распространенные породы (липа, дуб, береза, осина и ель), а в другой – наименее распространенные (сосна обыкновенная, пихта сибирская, клен остролистный и вяз гладкий).

Т а б л и ц а 5

Характер распространения древесных растений в естественных лесных биогеоценозах

Доля участия, %	Площадь насаждений с долевым участием породы, га								
	Липа	Дуб	Береза	Осина	Ель	Сосна	Клен	Пихта	Вяз
5	4,50	8,38	11,55	8,23	7,94	4,95	8,94	7,17	0,59
10	4,53	7,08	6,68	5,94	5,96	4,16	2,28	4,23	–
20	3,34	4,68	3,02	5,19	4,46	2,13	0,68	0,23	–
30	3,77	4,36	1,65	1,79	2,21	0,70	–	–	–
40	1,31	1,37	0,33	0,61	0,79	0,25	–	–	–
50	1,82	2,03	0,84	0,47	1,37	0,15	0,49	0,22	–
60	3,57	1,88	0,79	0,22	0,37	0,44	–	–	–
70	2,57	2,18	0,59	0,38	0,06	0,00	–	0,09	–
80	2,69	0,94	1,00	0,25	0,08	0,02	–	–	–
90	6,06	0,36	0,80	0,33	0,01	0,06	–	–	–
100	3,21	0,22	1,83	0,65	0,15	0,18	–	–	–
В целом	37,37	33,48	29,08	24,06	23,40	13,04	12,39	11,94	0,59

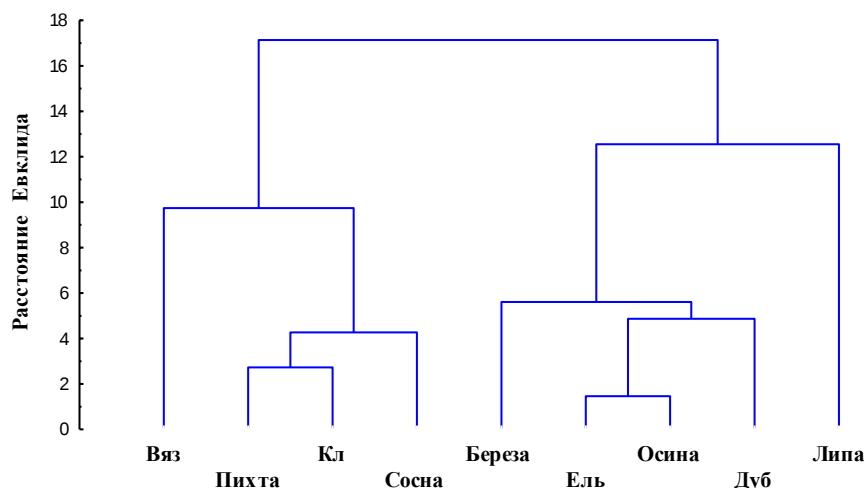


Рис. 3. Дендрограмма сходства характера распределения древостоев по долевого участию в них пород деревьев, выполненная способом Варда по расстоянию Евклида

Наиболее высокое доленое участие в древостоях имела популяция липы мелколистной, плотность популяции которой составляла в среднем 40,3%, достигая максимума в ТЛУ С₂ (табл. 6). Плотность популяции дуба была наивысшей в ТЛУ D₂₋₃, бере-

зы и сосны – в ТЛУ В₂, ели, осины и пихты – в ТЛУ С₃. Ранговый ряд пород деревьев по плотности популяций был идентичен таковому, построенному по коэффициенту их расселения в насаждениях.

Важнейшим показателем состояния древостоев является их возраст, который изменялся, по данным лесоустройства, в очень больших пределах. Средний возраст древостоев составлял 69,4 года, а возраст отдельных деревьев достигал 200 лет. Анализ возрастной структуры древостоев показал, что в их появлении на территории Ботсада четко выделяется две волны (рис. 4), одна из которых приходится на 1885–1895 гг., а вторая – на 1920–1930 гг. Это связано, как показывает анализ литературы [20, 21], с сильнейшими засухами и массовыми размножениями короеда типографа, отмечавшимися в то время в пределах всей средней полосы европейской части России. О неблагоприятных погодных условиях в этот период косвенно свидетельствует, по данным наших исследований [22], падение величины радиального прироста наиболее старых деревьев ели, сохранившихся и поныне. Сопряженность периодов наиболее сильных изменений структуры насаждений и климатических аномалий свидетельствует, на наш взгляд, о том, что исходно здесь господствовали сложные ельники как коренные для данных условий формации.

Таблица 6

Плотность популяций древесных растений в различных типах лесорастительных условий Ботанического сада

ТЛУ	Значение плотности популяций древесных растений, %								
	Липа	Дуб	Береза	Осина	Ель	Сосна	Клен	Пихта	Вяз
В ₂	6,3	3,3	18,2	4,6	4,4	63,2	0,0	0,0	0,0
С ₂	49,3	8,7	17,2	9,6	6,5	4,2	2,4	1,9	0,1
С ₃	23,1	15,3	12,3	15,2	26,7	4,5	0,3	2,7	0,0
Д ₂	22,7	52,7	3,3	3,9	11,9	4,4	0,4	0,8	0,0
Д ₂₋₃	10,2	61,4	5,0	10,5	6,0	3,7	0,8	2,4	0,0
В целом	40,3	19,0	14,9	9,5	8,4	4,1	1,9	1,8	0,1

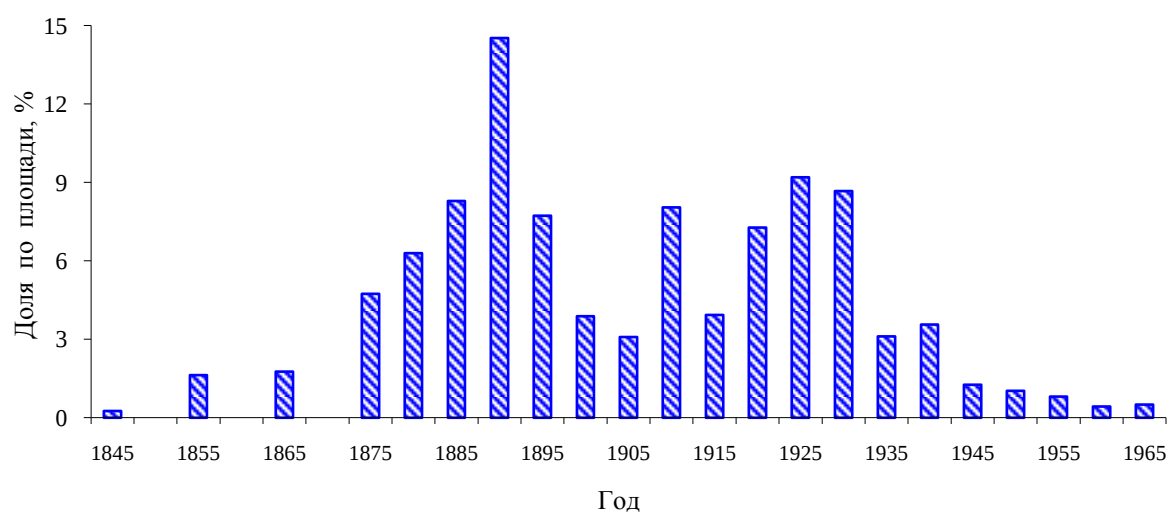


Рис. 4. Динамика появления естественных древостоев на территории Ботанического сада

Возраст древостоев, как показал анализ исходных данных, является ведущим фактором, определяющим структуру и производительность древостоев (табл. 7 и 8). Число пород, участвующих в сложении древостоев, минимально в 20–40-летнем возрасте, а максимально в 81–100-летнем. Полнота в этих классах возраста находится по отношению к числу пород в обратно пропорциональной зависимости. Бонитет древостоев с возрастом изменяется на целых 1,5 класса, а запас стволовой древесины неуклонно увеличивается, что отражается математической функцией

$$M = 260 \cdot \{1 - \exp[-3,309 \cdot (A/100)]\}^{1,520}; \quad R^2 = 0,978;$$

где M – запас стволовой древесины, м³/га; A – возраст древостоя, лет.

Т а б л и ц а 7

Возрастные изменения основных таксационных показателей древостоя

Класс возраста, лет	Средние значения таксационных показателей				
	Возраст, лет	Число пород	Полнота	Класс бонитета	Запас, м ³ /га
1 – 20	15,1	3,00	0,66	1,42	47,3
21 – 40	33,9	2,78	0,82	1,00	162,1
41 – 60	51,7	3,53	0,66	1,40	201,3
61 – 80	72,5	3,58	0,59	1,84	211,9
81 – 100	89,7	4,26	0,59	2,18	218,9
101 – 120	114,5	4,18	0,55	2,36	249,1
121 – 140	130,0	2,50	0,60	2,50	265,0

Т а б л и ц а 8

Возрастные изменения плотности популяций древесных растений в лесных биогеоценозах

Класс возраста, лет	Плотность популяции породы, %								
	Липа	Дуб	Береза	Осина	Ель	Сосна	Клен	Пихта	Вяз
1 – 20	13,9	11,1	21,0	22,9	17,2	11,7	2,1	0,0	0,0
21 – 40	22,4	5,6	47,6	17,4	3,4	3,4	0,1	0,1	0,0
41 – 60	49,9	7,7	19,9	10,2	1,6	7,9	1,8	0,9	0,1
61 – 80	46,0	15,6	12,0	9,5	4,5	7,7	1,9	2,7	0,0
81 – 100	33,3	31,3	4,2	6,1	15,1	6,3	1,4	2,2	0,0
101 – 120	34,8	10,6	3,1	2,7	19,4	8,2	16,3	4,9	0,0
121 – 140	6,6	1,6	0,0	0,0	53,0	38,9	0,0	0,0	0,0

Долевое участие и древесный запас мелколиственных пород (березы и осины) максимальны в возрасте 21–40 лет, а широколиственных и хвойных – в возрасте 100–140 лет (рис. 5 и 6), что указывает на восстановление коренной формации. По характеру возрастной динамики плотности популяций в насаждениях все древесные породы разделяются на четыре кластера (рис. 7).

Анализ исходных данных, полученных на пяти пробных площадях, показал, что во всех насаждениях в настоящее время довольно четко выделяется два – три биогеоценологических яруса. Доминирующим как по числу стволов, так и по площади сечения является первый ярус. По площади сечения – 90, по числу стволов – 55%. Второй ярус соответственно 9 и 37% и третий ярус – 1 и 8%. Господствующее положение в первом биогеоценологическом ярусе по числу стволов занимает липа, доля участия которой в насаждениях изменяется от 6,8 до 81,1% (табл. 9). Ей несколько уступает по числу стволов береза, которая по площади сечения превосходит ее. Во втором и третьем биогеоцено-

тическом ярусах превалирует как по числу стволов, так и по площади их сечения ель, что свидетельствует о постепенном увеличении доли ее участия в древостое и постепенном вытеснении ею других пород.

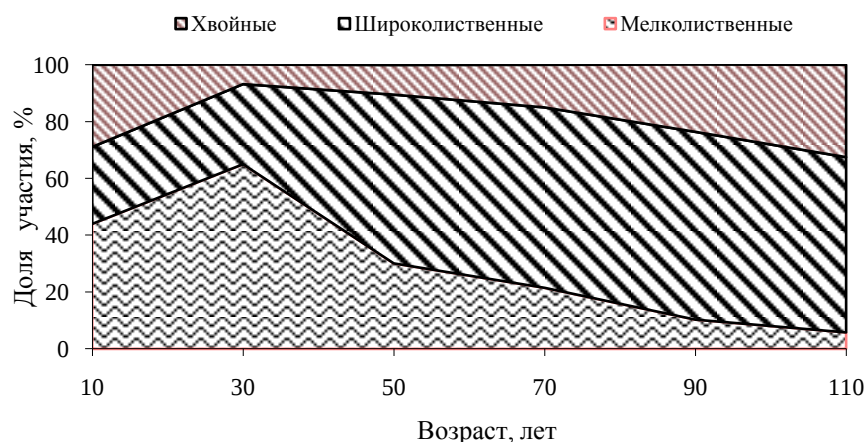


Рис. 5. Возрастные изменения породного состава древостоев

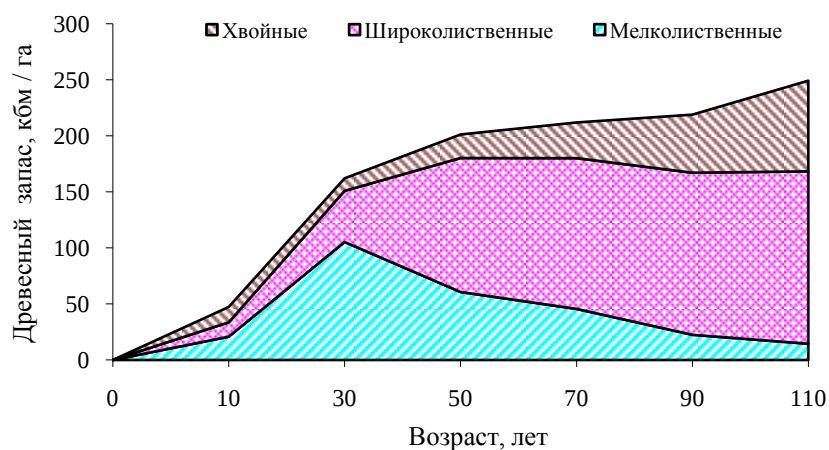


Рис. 6. Динамика запаса стволовой древесины разных групп пород деревьев

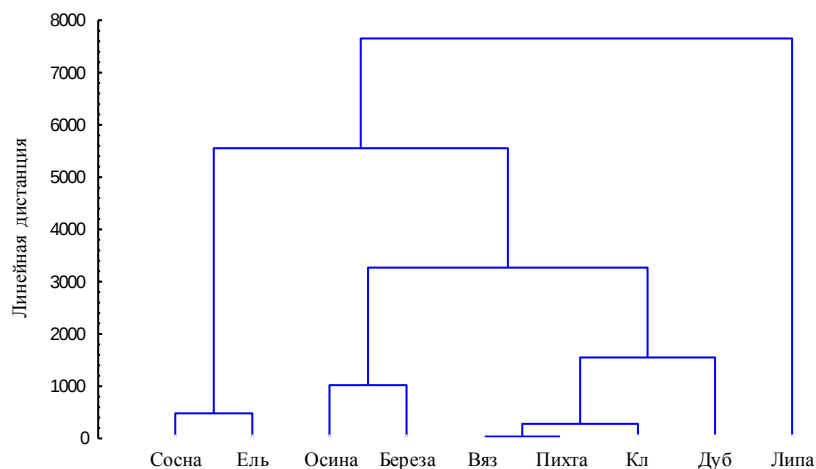


Рис. 7. Дендрограмма сходства характера возрастных изменений долевого участия пород в сложении структуры древостоев, выполненная способом Варда по квадрату расстояния Евклида

Т а б л и ц а 9

**Породная структура биогеоценотических ярусов древостоя в естественных биогеоценозах
Ботанического сада**

Порода	Число стволов, экз./га			Площадь сечения, м ² /га			Доля участия, %					
							по числу стволов			по площади сечения		
	среднее	min	max	среднее	min	max	среднее	min	max	среднее	min	max
Первый биогеоценотический ярус												
Липа	132	23	514	9,1	1,2	39,9	30,1	6,8	81,1	17,6	3,3	79,3
Береза	128	0	321	11,7	0,0	27,7	29,2	0,0	70,1	22,7	0,0	72,6
Ель	57	32	97	5,1	1,3	11,8	13,0	7,0	28,8	9,9	3,3	79,3
Сосна	54	0	225	7,5	0,0	30,8	12,2	0,0	55,8	14,5	0,0	58,5
Дуб	48	26	83	17,0	2,8	11,5	10,9	5,7	24,6	32,8	7,3	31,5
Осина	11	0	32	0,8	0,0	2,7	2,4	0,0	8,8	1,6	0,0	7,6
Вяз	10	0	24	0,4	0,0	1,0	2,2	0,0	5,0	0,9	0,0	1,9
Итого	439	–	–	51,6	–	–	100,0	–	–	100,0	–	–
Второй биогеоценотический ярус												
Ель	166	14	332	2,7	0,42	4,26	56,5	25,0	64,3	55,5	31,9	63,8
Липа	59	14	105	0,7	0,50	1,08	20,2	9,2	31,0	14,2	8,2	37,9
Береза	33	0	79	0,4	0,00	1,04	11,2	0,0	22,1	8,9	0,0	14,5
Вяз	21	11	37	0,3	0,06	0,50	7,1	2,1	50,0	6,4	0,8	30,2
Сосна	7	0	26	0,3	0,00	0,88	2,5	0,0	5,0	6,2	0,0	13,1
Дуб	5	0	17	0,3	0,00	0,93	1,8	0,0	6,6	5,8	0,0	24,9
Осина	2	0	7	0,2	0,00	0,74	0,7	0,0	2,5	3,1	0,0	14,1
Итого	293	–	–	4,9	–	–	100,0	–	–	100,0	–	–
Третий биогеоценотический ярус												
Ель	50	46	89	0,3	0,23	0,40	76,1	0,0	89,9	55,1	0,0	92,3
Береза	8	5	21	0,1	0,04	0,10	11,6	0,0	23,9	11,0	0,0	20,1
Липа	6	5	17	0,0	0,03	0,12	8,9	0,0	19,3	8,8	0,0	25,6
Дуб	1	0	7	0,1	0,00	0,55	2,1	0,0	9,3	24,2	0,0	57,4
Осина	1	0	4	0,0	0,00	0,02	1,2	0,0	4,5	0,9	0,0	5,2
Итого	66	–	–	0,5	–	–	100,0	–	–	100,0	–	–

В составе подроста естественных лесных биогеоценозов Ботанического сада принимают участие, как показали данные учета, шесть видов древесных растений (табл. 10). На первом месте по численности и по долевого участию находится липа, число подроста которой изменяется от 80 до 2400 экз./га. За ней следуют вяз (от 320 до 1360 экз./га), осина (от 560 до 1120 экз./га) и ель (от 160 до 880 экз./га).

Т а б л и ц а 10

**Обилие и видовая структура подроста в естественных
биогеоценозах Ботанического сада**

Порода	Густота, экз./га			Доля участия, %		
	средняя	min	max	средняя	min	max
Липа	1200	80	2400	48,7	12,5	63,16
Ель	400	160	880	16,23	5,41	25
Вяз	400	320	1360	16,23	21,05	50
Осина	336	560	1120	13,64	12,28	35
Береза	128	80	400	5,19	2,5	8,77
Дуб	112	80	320	4,55	2,5	12,5
В целом	2 464	1 280	6 480	100,0	–	–

Реже всего встречается подрост дуба и березы. Наиболее представлен по численности мелкий подрост высотой до 0,5 м, доля участия которого составляет в целом 48,4%. У таких пород, как дуб, осина, береза весь подрост относится только к категории мелкого. У ели наоборот преобладает

крупный подрост высотой более 1,5 м, что свидетельствует об успешности у нее лесовозобновительного процесса. Довольно много среднего и крупного подроста у липы.

Изучение онтогенетической структуры популяций древесных растений показало, что наиболее успешно развиваются в естественных лесных биогеоценозах Ботсада липа и ель, которые имеют полночленный левосторонний спектр с доминированием имматурных особей (табл. 11). У березы, дуба и вяза спектр неполный, в котором отсутствуют виргинильные особи, что является свидетельством неустойчивого состояния их популяций. Еще более неблагоприятным является состояние популяций осины и сосны, у которых отсутствуют имматурные, виргинильные и частично средневозрастные генеративные особи. Данный факт указывает на временность пребывания этих пород в биогеоценозах и их полное исчезновение в будущем, в том случае, если не будет каких-либо крупных повреждений древостоя.

Т а б л и ц а 11

**Онтогенетическая структура популяций древесных растений
на объектах исследования**

Порода	Единица измерения	Число особей различного онтогенетического состояния						
		im	v	g1	g2	g3	s	Всего
Ель	экз./га	224	176	67	103	94	12	676
	%	33,1	26,0	9,9	15,3	13,9	1,8	100
Липа	экз./га	1056	144	46	90	57	4	1397
	%	75,6	10,3	3,3	6,4	4,1	0,3	100
Береза	экз./га	128	0	9	43	106	11	297
	%	43,1	0,0	3,0	14,5	35,7	3,7	100
Сосна	экз./га	0	0	2	2	54	2	60
	%	0,0	0,0	3,3	3,3	90,1	3,3	100
Дуб	экз./га	112	0	1	5	40	8	166
	%	67,5	0,0	0,6	3,0	24,1	4,8	100
Вяз	экз./га	400	0	8	17	5	1	431
	%	92,8	0,0	1,9	3,9	1,2	0,2	100
Осина	экз./га	336	0	1	0	8	5	350
	%	96,0	0,0	0,3	0,0	2,3	1,4	100

Т а б л и ц а 12

**Пространственная изменчивость густоты
и площади сечения деревьев**

Номер пробной площади	Значение статистических показателей					
	M_x	min	max	размах	S_x	V, %
Густота древостоя, экз. на 100 м ²						
1	9,1	3	17	14	4,6	50,8
2	9,9	2	21	19	5,4	54,9
3	7,4	1	18	17	4,2	56,3
4	6,9	0	17	17	3,9	56,7
5	6,7	2	13	11	2,6	39,1
Сумма площадей сечения, м ² на 100 м ²						
1	0,608	0,080	1,411	1,331	0,378	62,2
2	0,407	0,101	0,824	0,724	0,221	54,2
3	0,421	0,023	1,206	1,183	0,301	71,5
4	0,410	0,000	1,089	1,089	0,274	66,9
5	0,499	0,094	0,897	0,803	0,187	37,4

Обработка результатов картирования древостоев показала, что деревья по площади биотопов размещаются крайне неравномерно (табл. 12). Так, число деревьев на площадках 100 м^2 ($10 \times 10 \text{ м}$) изменяется от 0 до 21 шт., а сумма площадей сечения их стволов – от 0 до $1,41 \text{ м}^2$. Коэффициент вариации показателей довольно высок и изменяется от 37,4 до 71,5%. Связь между густотой древостоя и суммой площадей сечения стволов на площадках в целом невысокая, варьируя в различных биотопах от тесной до умеренной. Параметры функции, аппроксимирующей эту связь, для каждой пробной площади имеют свои значения (табл. 13), что свидетельствует о различиях структурной организации древостоя на них.

Т а б л и ц а 13

Значение параметров функции, отражающей зависимость полноты от густоты древостоя

Номер пробной площади	Значение параметров функции $y = a x^b$			
	Число площадок	a	b	R^2
1	24	0,083	0,906	0,535
2	20	0,057	0,864	0,748
3	26	0,101	0,734	0,414
4	30	0,182	0,455	0,269
5	30	0,112	0,797	0,768

свои значения (табл. 13), что свидетельствует о различиях структурной организации древостоя на них.

Установлено, что наиболее сильным эдификатором является ель, оказывающая отрицательное воздействие на свое окружение: увеличение доли ее участия в биогеоценозах приводит к снижению суммы площадей сечения стволов и густоты древостоя. Данная зависимость отображается уравнением

$$y = 0,139 x^{0,666} \exp(-0,718 z),$$

где y – абсолютная полнота древостоя, $\text{м}^2/100 \text{ м}^2$; x – густота древостоев, экз. на 100 м^2 ; z – участие ели по сумме площадей сечения стволов, доля единицы. Особенно сильно отрицательное влияние доли участия ели проявляется при невысокой густоте древостоя. Доля участия других пород не оказывает существенного влияния на абсолютную полноту древостоя во всем диапазоне его густоты.



Рис. 8. Характер влияния полноты древостоя на средний диаметр деревьев в парцеллах

Расчеты также показали, что густота древостоев на площадках не оказывает существенного влияния на величину среднего диаметра деревьев, значения которого изменяются в широких пределах (от 9,8 до 45,6 см). Отмечено только, что при увеличении густоты размах колебаний среднего диаметра деревьев снижается. Влияние суммы площадей сечения стволов на величину среднего диаметра деревьев более значительное, чем густоты (рис. 8), причем связь положительная, а не отрицательная, как следовало бы ожидать. Связь между максимальным диаметром и абсолютной полнотой также положительная, но более тесная. Всё это подтверждает вывод И. С. Марченко [23] о том, что размеры деревьев зависят в большей степени не от внутривидовой конкуренции за жизненное пространство в парцеллах, а от экологической неоднородности биотопов и наличия в них благоприятных и неблагоприятных зон.

Выводы и практические предложения.

1. Породная структура, а также потенциальная и фактическая производительность древостоев Ботанического сада МарГТУ не вполне соответствует довольно богатым эдафическим условиям территории.

2. В появлении естественных лесных биогеоценозов на территории Ботанического сада четко выделяются две волны, одна из которых приходится на 1885–1895 гг., а вторая – на 1920–1930 гг., что связано с сильнейшими засухами и массовыми размножениями короеда типографа.

3. Наиболее успешно развиваются в естественных лесных биогеоценозах Ботсада популяции липы мелколистной и ели европейской, которые имеют полночленный спектр с доминированием имматурных особей.

4. Распределение числа деревьев и суммы площадей сечения их стволов по площади биотопов в сложных по составу и возрасту древостоях является крайне неравномерным.

5. Размеры деревьев в парцеллах зависят в большей степени не от густоты или полноты древостоя, т.е. внутривидовой конкуренции за жизненное пространство, а от экологической неоднородности биотопа и наличия в них благоприятных и неблагоприятных зон.

6. Наиболее сильным эдификатором является ель, оказывающая отрицательное воздействие на древесные растения своего ближайшего окружения. Особенно сильно проявляется негативное влияние доли участия ели на полноту древостоя при его невысокой густоте. Доля участия других пород в парцеллах не оказывает существенного влияния на абсолютную полноту древостоя во всем диапазоне его густоты.

7. Насаждения Ботсада представляют собой сложную пространственную мозаику разнородных и разновозрастных парцелл, образованную в результате антропогенных и природных нарушений, которая, несмотря на очень малые размеры, является достаточно хорошо организованной саморазвивающейся сукцессионной системой, стремящейся к восстановлению коренной формации – ельника сложного с липой и дубом.

8. В лесных биогеоценозах Ботсада необходимо принять все меры для укрепления позиций не только ели европейской, являющейся коренной породой, но также дуба черешчатого и особенно сосны обыкновенной, которая может здесь успешно произрастать, сохраняя высокую жизнеспособность до 200–250 лет. Для этого необходимо регулярно проводить в насаждениях санитарные и группово-выборочные рубки, расширяя имеющиеся естественные «окна» за счет удаления ненужных деревьев и подлеска, в которые ежегодно подсаживать крупномерные саженцы данных пород.

Список литературы

1. Веденов, М. Ф. Соотношения структуры и функции в живой природе / М. Ф. Веденов, В. И. Кремянский. – М.: Знание, 1966. – 48 с.
2. Фролов, И. Т. Жизнь и познание. О диалектике в современной биологии / И. Т. Фролов. – М.: Мысль, 1981. – 268 с.
3. Margalef, R. Some comments relative to the organization of plankton / R. Margalef // Annu. Rev. Oceanogr. and Mar. Biol. – 1967. – V. 5. – P. 257–289.
4. Pielou, E. C. Ecological Diversity / E. C. Pielou – Sydney, Toronto: A Wiley Intersci. Publ, 1975. – 165 p.
5. Левич, А. П. Структура экологических сообществ / А. П. Левич. – М., 1980. – 180 с.
6. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
7. Odum, E. P. Ecology and our endangered life-support systems / E. P. Odum. – Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Ins., 1989. – 283 p.

8. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
9. Миркин, Б. М. Современная наука о растительности / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. И. Соломеш. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
10. Разумовский, С. М. Закономерности динамики биогеоценозов / С. М. Разумовский. – М.: Наука, 1981. – 231 с.
11. Демаков, Ю. П. Структура земель и лесов заповедника / Ю. П. Демаков // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 2. – Йошкар-Ола, 2007. С. 9–49.
12. Чернов, Ю. И. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы / Ю. И. Чернов // Успехи современной биологии. – 1991. – Т. 111, № 4. – С. 499–507.
13. Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению / Материалы совещ. – СПб: БИН, 1992. – 232 с.
14. Мордкович, В. Г. Проблема биоразнообразия и ее экологическое значение / В. Г. Мордкович // Сибирский экологический журнал. – 1994. – Т. 1, № 6. – С. 497–501.
15. Заугольнова, Л. Б. Параметры мониторинга биоразнообразия лесов России на федеральном и региональном уровнях / Л. Б. Заугольнова, Л. Г. Ханина // Лесоведение. – 2004. – № 3. – С. 3–14.
16. Бобровский, М. В. Количественная оценка биоразнообразия лесной растительности по лесотаксационным данным / М. В. Бобровский, Л. Г. Ханина // Лесоведение. – 2004. – № 3. – С. 28–34.
17. Швиденко, А. И. Ареал пихты и плотность ее популяций на Советской Буковине / А. И. Швиденко // Лесоведение. – 1986. – № 4. – С. 63–69.
18. Афифи, А. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ / А. Афифи, С. Эйзен. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
19. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
20. Шевырев, И. Я. Опустошительное размножение короедов в Средней России с 1882 по 1894 гг. и попытки борьбы с ними / И. Я. Шевырев // Сельское хозяйство и лесоводство. – 1896. – Т. 183, № 10. – С. 523–545.
21. Маслов, А. Д. Усыхание еловых лесов от засух на европейской территории СССР / А. Д. Маслов // Лесоведение. – 1972. – № 6. – С. 77–87.
22. Демаков, Ю. П. Особенности роста деревьев сосны и ели в смешанных естественных древостоях Ботанического сада МарГТУ / Ю. П. Демаков, Е. А. Медведкова // Интродукция растений: теоретические, методические и прикладные аспекты. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. С. 156–165.
23. Марченко, И. С. Биополе лесных экосистем / И. С. Марченко. – Брянск, 1995. – 198 с.

Статья поступила в редакцию 21.12.09.

Yu. P. Demakov, E. A. Medvedkova

STRUCTURE AND DYNAMICS OF MARSTU BOTANICAL GARDEN NATURAL FOREST ECOSYSTEMS

A system analysis of the structural organization and natural forest ecosystems dynamics of the MarSTU Botanical Garden is carried out. It is concluded that despite a very small size of the occupied territory, they present a well organized self-developing succession system, aspiring to a native formation restoration – a mixed spruce stand with lime and oak. Suggestions on the condition and forest stands species structure improvement are given.

Keywords: forest ecosystems, cenopopulation, structure, dynamics.

ДЕМАКОВ Юрий Петрович – доктор биологических наук, профессор кафедры управления природопользованием и лесозащиты МарГТУ. Область научных интересов – биогеоценология, лесная энтомология. Автор 203 научных и учебно-методических работ, в том числе трех монографий и пяти учебных пособий. E-mail: DemakovYP@marstu.net

МЕДВЕДКОВА Елена Андреевна – старший преподаватель кафедры садово-паркового строительства и дендрологии МарГТУ. Область научных интересов – биология древесных растений, биогеоценология, ландшафтный дизайн. Автор 7 научных работ.
E-mail: MedvedkovaEA@marstu.net

УДК 630*232.4:674.032.15 (470343)

Н. В. Ерёмин, М. А. Карасёва, В. Н. Карасёв

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСПЕШНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУР СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Приводятся результаты оценки общего состояния культур сосны кедровой сибирской, сформировавшихся насаждения различного состава, приведены таксационные, морфометрические и физиологические показатели, характеризующие адаптационные свойства и устойчивость данной породы при интродукции в Республике Марий Эл.

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, лесные культуры, интродукция, физиология.

Введение. Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirika* Du Tour), кедр сибирский обладает ценными экологическими свойствами, декоративностью, высокой фитонцидностью, зимостойкостью, является продуктивным орехоносом. Обобщению опыта и разработке оптимальных технологий искусственного выращивания кедра сибирского при интродукции в зоне хвойно-широколиственных лесов посвящены исследования [1–4] и других авторов. Относительно успешности интродукции кедра сибирского в Республике Марий Эл имеются только отдельные работы [5–10]. Известны сохранившиеся культуры старших возрастов на небольших участках в Горномарийском, Мари-Турекском, Медведевском районах, а также единичные деревья и группы деревьев в виде аллей в городах и населенных пунктах республики, которые выдержали экстремальные условия: суровые зимы (1941–1942, 1978–1979 гг.) и засушливые годы, подтвердив пригодность почвенно-климатических условий данного региона для интродукции кедра сибирского.

Наибольшие объемы создания производственных культур в Республике Марий Эл приходится на 1951–1960 гг., когда было создано 508 га культур, в следующее десятилетие в период с 1961–1970 гг. площадь созданных культур кедра составляла 311 га, в 1971–1982 гг. – 153 га и последние годы с 1983 по 2008 гг. кедр введен на площади 90 га. В период 1966–1978 гг. при лесоустройстве культуры кедра были учтены и описаны на площади 423,4 га. В настоящее время в материалах учета лесного фонда республики отсутствуют насаждения кедра. Это свидетельствует о необходимости повышения эффективности интродукции данной породы, так как при значительных объемах созданных культур в прошлые годы к настоящему времени сохранность их очень низкая.

Цель исследований – выявить современное состояние созданных насаждений кедра сибирского и успешность адаптации данной древесной породы при интродукции в природно-климатические условия Республики Марий Эл.

Задачи исследований предусматривали:

- определение общего состояния участков, породного состава сформировавшихся насаждений и выявление возможной потери площади культивируемой породы при существующем положении учета лесного фонда (по материалам лесоустройства);
- исследования общего состояния, физиологии, интенсивности роста и производительности культур кедра сибирского;

- пополнение банка данных по показателям успешности произрастания и формирования насаждений в различных условиях для использования их при совершенствовании организации и нормативно-технической базы по созданию и выращиванию искусственных насаждений кедров сибирского.

Методика исследований. Для оценки состояния культур и адаптации кедров сибирского к условиям Республики Марий Эл проводились комплексные исследования биометрических и физиологических его показателей на пробных площадях, заложенных с учетом рекомендаций Г. К. Незабудкина [11], ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки» [12]. Интенсивность фотосинтеза определялась кондуктометрическим способом, содержание общего хлорофилла – фотоэлектроколориметрическим методом [13]. Измерения биоэлектрических потенциалов (БЭП) производились высокоомным милливольтметром постоянного тока с использованием платиновых электродов (Экстра-999). Электрическое сопротивление прикамбиального комплекса тканей, включающего камбий, вторичную ксилему, прилегающую к камбию и клетки луба (импеданс ПКТ), измерялось при помощи прибора Ц 43 314 на частоте 500 Гц с использованием датчика от электронного влагомера древесины ЭВ–2К [14].

Объект исследований. Исследования проводились на одном из наиболее сохранившихся участков производственных культур в гослесфонде*, а также на опытных стационарах кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ в Учебно-опытном лесхозе МарГТУ.

Объект №1. Производственный участок лесных культур кедров сибирского находится в квартале №8 (лесоустройство 1972 г.) Илетского лесничества у д. Курбатово. По рассказам местных жителей (документация в 1979 г. сгорела в пожаре), посадка кедров была произведена на площади, оставленной после сельскохозяйственного пользования весной 1946 года, на второй год Победы в Отечественной войне, саженцами, которые выращивались в лесничестве в период войны 1941–1945 гг.

По результатам исследований 1979 года культуры на площади 4,07 га создавались чистыми по составу, проводилась полосная обработка почвы конным плугом с направлением рядов восток-запад. Расстояние между рядами на пробных площадях составляло 3,5 м, шаг посадки 0,7–0,75 м, первоначальная густота посадки примерно 4,0 тыс. шт. на га.

Почва – дерново-подзолистая светло-серая с глубиной залегания до 22 см, супесчаная, подстилаемая плотноватым легкосуглинистым слоем, переходящим до глубины 38 см в плотный светло-коричневый глинистый, призматической структуры горизонт. На глубине 60–88 см отмечается глинистый, повышенной плотности, коричневый комковато-призматической структуры горизонт с отсутствием корней и их следов. Наличие на глубине 60 см глинистого горизонта повышенной плотности создает условия временного переувлажнения поверхностных слоев весной и в летне-осенний период. Это способствует ветровалу в замкнутых понижениях рельефа, что наиболее характерно для лесных земель сложных типов леса левобережья р. Волги.

Объект №2. Сплошные чистые культуры кедров сибирского – опытные стационары кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ, созданные под руководством Г. К. Незабудкина и Н. В. Ерёмкина в квартале 69 Нолькинского лесничества Учебно-опытного лесхоза МарГТУ. Опытный участок характеризуется следующими

* В поддержании состояния культур кедров на данном участке в разное время принимали активное участие лесоводы управления и лесхоза: Муравьева Н.О., Ерёмкин Н.В., Закамский А.П., Парфирьев Я.П. и лесничие лесничества.

данными: тип лесорастительных условий – свежая сурамень, почвы дерново-средне-подзолистые суглинистые на маломощных покровных суглинках, подстилаемых древнеаллювиальными песками. Содержание гумуса составляет 2,2%, кислотность почвы равна 4,4. По содержанию подвижных форм фосфора и калия по шкале Кирсанова почвы имеют среднюю и низкую степень обеспеченности. Плотность сложения почвы на глубине 0–25 см составляет 1,11 г/куб. см, на 25–50 см – 1,4 г/куб. см. Рельеф ровный. Исследования проводились на стационарах № 65, 54, 55, 73 ж.

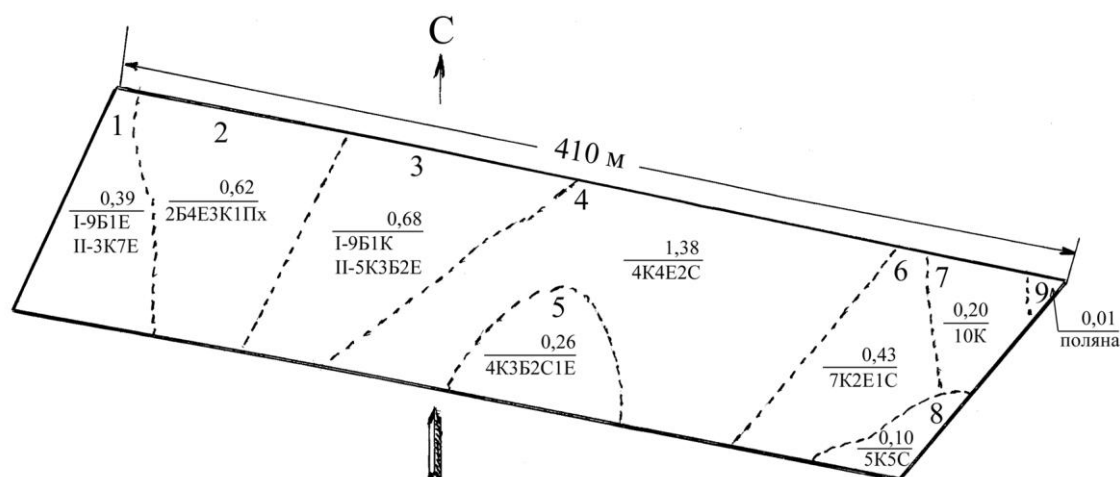
Стационар 65. Чистые сплошные культуры кедра сибирского, посадка была проведена в 1969 году. Обработка почвы – сплошная. Размещение рядовое, в посадочное место высаживали по одному растению с открытой корневой системой. Расстояние между рядами 1,0 м, в ряду 0,75 м. Посадка проводилась 3-летними сеянцами весной под лопату в микроповышения, сформированные вручную.

Стационар 55. Чистые культуры кедра сибирского, созданные биогруппами в 1969 году (возраст к моменту исследований 40 лет), памятные посадки кедра, посвященные 50-летию лесохозяйственного факультета МарГТУ. Обработка почвы – сплошная, размещение попарно сближенными рядами, расстояние между двумя сближенными рядами 1 м, расстояние до следующих двух рядов составляло 5–6 м, в ряду 0,5 м. Посадка осуществлялась в микроповышения 3-летними сеянцами, заготовленными цилиндрической лопатой с глыбкой земли, т.е. с закрытой корневой системой, количество растений в посадочном месте варьировало в пределах от двух до четырех штук.

Стационар 73ж. Чистые сплошные культуры кедра сибирского, посадка была проведена в 1978 году. Обработка почвы – сплошная. Размещение рядовое, в посадочное место высаживали по одному растению. Расстояние между рядами 1,5 м, в ряду 0,75 м. Посадочный материал – саженцы, высотой 0,7–1,0 м.

Стационар 54. Лесные культуры кедра сибирского созданы в 1984 году, сплошные, чистые. Обработка почвы – сплошная, вид посадки биогруппами по 2–4 растения в биогруппе и рядовая одиночная. Расстояние между рядами 1,5 м, в ряду 0,75 м. Посадка проводилась весной сеянцами с закрытой корневой системой под лопату.

Результаты исследований. На первом объекте за 33-летний период после посадки в границах участка (см. рис.) сформировались неоднородные по составу, наличию и состоянию культивируемой породы насаждения, а именно:



Абрис участка культур кедра сибирского посадки мая 1946 г. по состоянию в сентябре 1976 г.
(над чертой – площадь, га; под чертой – состав первого яруса)

- насаждения с наличием кедрa менее трех единиц (по запасу м³/га) присутствуют в основном во втором ярусе на площади, составляющей 41,5%;
- с участием кедрa в составе от четырех единиц и более в виде смешанных насаждений с местными породами естественного возобновления – 53,3%;
- только 5% площади кедрa в восточной части, примыкающей к полю (выдел 7), представлено чистым (10К) по составу насаждением.

Учитывая приведенные различия в составе насаждений, исследования были продолжены на пробных площадях (ПП) с определением лесоводственно-таксационных и других показателей, позволяющих сделать следующее обобщение (табл. 1).

Таблица 1

Изменение лесоводственно-таксационных показателей кедрa сибирского при различном составе формирующихся насаждений с участием естественного возобновления местных пород

Доля кедрa в насаждении по			Возраст, лет	Средние		N, шт./га	S, м²/га	M, м³/га	S кроны, м²/га
N, шт.	S, м²	M, м³		D _{1,3} , см	H, м				
Пробная площадь № 1 (0,134 га)									
10,0 К	10,0 К	10,0 К	33	18,6	13,6	600	16,59	76,3	5769
Пробная площадь № 2 (0,240 га)									
6,9 К	5,9 К	6,7 К	33	16,2	11,6	608	12,47	57,35	46,97
1,6 Е	2,1 Е	1,7 Е	25-30	17,4	13,5	142	3,36	20,48	1988
1,5 С	2,0 С	1,6 С	25-30	18,0	13,2	129	3,33	19,54	1677
Итого:				–	–	879	15,97	97,37	8357
Пробная площадь № 3 (0,096 га)									
4,7 К	3,0 К	2,5 К	33	12,4	8,8	594	7,23	32,56	3280
2,7 Е	3,5 Е	3,8 Е	25-30	17,2	13,9	319	7,58	54,27	4402
2,6 С	3,5 С	3,7 С	25-30	18,2	13,4	291	7,51	53,79	3492
Итого:				–	–	1204	22,32	140,42	11174
Пробная площадь № 4 (0,106 га)									
2,6К	1,1К	0,6К	33	11,8	8,5	67	0,74	2,96	470
7,4Б	8,9Б	9,4Б	20-30	18,1	16,0	233	6,11	45,85	2037
Итого:						300	6,85	48,81	2507
5,2К	5,8К	5,4К	33	6,6	5,2	673	2,32	7,86	2632
3,1Б	2,1Б	2,3Б	10-16	5,5	8,0	400	0,81	3,20	856
1,7Е	2,1Е	2,3Е	15-20	6,2	7,5	222	0,85	3,26	950
Итого:				–	–	1295	3,98	14,32	4438
Всего:				–	–	1595	10,83	63,13	6945
Насаждения естественного возобновления									
8.6Б 0.4Ос 0.4С 0.6Е			30	11.4	14.0	1933	19.6	131.0	9278

Примечание: N – количество деревьев; возраст древесных пород определен по модельным деревьям; S – площадь поперечного сечения стволов; M – запас древесины; D_{1,3} – диаметр ствола на высоте 1,3 м; H – высота дерева.

Чистые по составу насаждения кедрa сибирского с характерным признаком продольно-трещиноватой коры, обладающие повышенной урожайностью (ПП1*), при общей сомкнутости полога древостоя 0,6 имели наивысшие показатели среднего диаметра, высоты, запаса. При этом количество деревьев с диаметром 20–28 см (выше среднего) составляло 312 шт./га, или 52% от их общего числа, из них у 200 деревьев было отмечено наличие одиночных шишек под кронами. Кроме того, сохранившийся

* Данное насаждение сформировалось без естественного возобновления местных пород в связи с допускаявшимся временным сенокосением в междурядьях рабочими лесокультурного звена.

единичный подрост 6–7-летнего возраста подтверждает начало семеношения с 25–26 лет, вызревание, грунтовую всхожесть семян и выживаемость всходов в природной среде.

В формирующихся смешанных по составу насаждениях (ПП2) в результате допуска в междурядья естественного возобновления хвойных (ели, сосны) даже в количестве 30% от общего с кедром состава к 33 годам все показатели культивируемой породы (диаметра, высоты, запаса) снижаются соответственно на 13, 15 и 25% по сравнению с чистым древостоем. Уменьшается и число деревьев с началом семеношения до 111 шт./га, но возрастает общая сомкнутость полога древостоя до 0,85 (см. табл. 1).

При увеличении допуска сосны и ели естественного возобновления (ПП3) по количеству деревьев до 50%, т.е. равное количеству кедров, снижение его показателей по сравнению с ПП1 составляет по среднему диаметру на 33, высоте – 35, запасу – 57% с увеличением общей сомкнутости полога древостоя – до 1,12.

Наибольшее снижение показателей роста кедров сибирского отмечается при допуске первоначального возобновления березы, а затем и ели в формирующийся общий состав древостоя. Общее количество сохранившихся деревьев кедров – 740 шт./га, т.е. на 140 шт./га больше, чем на ПП1, но 673 шт./га (91% от 740) задержались в росте на положении второго яруса, который формируется из дополнительного возобновления ели и повторно березы.

У кедров второго яруса потери роста по сравнению с ПП1 составляли по диаметрам – 65, высоте – 62, запасу – 92%. Дополнительные потери состоят в том, что только в этих условиях обнаружены повреждения кедров лосями (слом вершин 54 шт./га).

Разделение общей площади участка по составу (определенному по запасу) произошло не по причине различной сохранности культивируемой породы, а в результате появления в междурядьях после посадки естественного возобновления местных древесных пород сосны, ели, березы пушистой.

Присутствие кедров в этом возрасте в подчиненном пологе на ПП4 в полной мере согласуется с биологическими особенностями этой породы (замедленный рост, теневыносливость и др.), которыми она обладает при естественном возобновлении в дикой природе. Поэтому снижение доли запаса кедров до полутора единиц в составе насаждений и, как следствие, перевода их в категорию мягколиственных, не означает гибель произведенных культур кедров, а свидетельствует лишь о незначительном его участии в верхнем пологе древостоя.

Вполне возможно, что на многих площадях кедр еще сохранился в достаточном количестве под пологом, но «выпадает» из учета при существующих нормативах обобщения лесного фонда по лесообразующим породам. Таким образом, необходимо определять породный состав насаждений с участием культур кедров до 30–40-летнего возраста не по запасу, а по количеству деревьев (шт./га), как это принято при таксации культур до 10-летнего возраста. Это позволило бы считать эти древостои нуждающимися в специальных рубках ухода по группе хвойных, а не лиственных, и повысить контроль по выполнению ухода. Кедр сибирский в дикой природе выживает до 50 лет под пологом редких березовых древостоев сомкнутостью полога 0,3–0,5, сохраняя живую крону и наращивая корневую систему для перехода с изменением условий к ускоренному росту в высоту. Тем не менее, необходимо учитывать, что теневыносливость кедров не безгранична [15].

Исследования состояния 60-летних культур кедров на объекте №1, проведенные в 2005 году, показали, что на выделах, где доля участия кедров в верхнем ярусе в составе по количеству деревьев была не менее 6–7 единиц и проводились лесоводственные ухода с удалением березы и других второстепенных пород, кедр имеет запас около 200 м³ на 1 га (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Лесоводственно-таксационные показатели насаждений
кедра сибирского (Илетское лесничество, возраст 60 лет)**

Доля кедр в насаждении по			Возраст, лет	Средние		N, шт./га	S, м²/га	M, м³/га
N, шт.	S, м²	M, м³		D _{1,3} , см	H, м			
Пробная площадь № 1а (0,25 га)								
7,8 К	7,3К	5,9 К	60	24,0	16,4	606	27,2	199,7
1,2 Е	1,7 Е	2,2 Е	55–60	28,0	23,7	92	6,4	74,5
1,0 С	1,0 С	1,9 С	55–60	28,0	24,0	76	3,6	65,8
Итого:				–	–	774	37,2	340,0
Пробная площадь № 2а (0,25 га)								
6,3 К	6,5 К	6,2 К	60	20,0	14,5	428	14,4	100,5
2,6 Б	1,5 Б	1,6 Б	25–30	16,0	14,0	176	3,36	26,2
1,2 Е	2,0 Е	2,2 Е	55–60	26,0	24,0	79	4,24	36,2
Итого:				–	–	683	22,0	162,9

Приведенные данные свидетельствуют о том, что при участии в составе насаждения более семи единиц кедр, культуры данной породы имеют высокую продуктивность и устойчивость. При задержке с проведением лесоводственных уходов, при значительном затенении главной породы второстепенными, создается крайне неблагоприятный световой режим как по интенсивности светового потока, так и по его спектральным характеристикам, что оказывает влияние на формирование ассимиляционного аппарата деревьев. Деревья лидеры, растущие в верхнем ярусе, отличаются более развитыми кронами, большей длиной и массой хвои по сравнению с деревьями второго яруса и более высоким содержанием хлорофилла в хвое (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Параметры длины и массы хвои кедр сибирского деревьев разного состояния

Состояние	Возраст хвои, лет	Масса 100 шт. сухой хвои, г	Содержание хлорофилла мг/г абс. сухой хвои	Статистические показатели длины хвои, см					
				Размах длины	X	m _x	σ	V (%)	P (%)
лидирующие	1	1,51	2,98±0,04	7,6–12,5	10,0	±0,19	1,31	13,1	1,9
	2	1,50	3,15±0,04	6,4–12,6	10,3	±0,26	1,84	17,9	2,5
	3	1,51	3,25±0,05	7,8–13,2	10,5	±0,26	1,82	17,3	2,4
отстающие	1	0,99	1,48±0,19	3,6–9,8	6,9	±0,22	1,56	22,6	3,2
	2	1,20	1,52±0,19	6,8–10,5	8,5	±0,24	1,14	13,3	2,8
	3	1,03	1,23±0,19	5,8–12,2	8,5	±0,21	1,49	17,6	2,5

В наиболее освещенной, верхней части кроны длина хвои на 30% больше, чем в нижней. Масса 100 штук хвои деревьев лидеров также превышает на 49,5% массу хвои ослабленных. Продолжительность жизни хвои у деревьев лидеров 3–4 года, а у ослабленных деревьев – не более двух лет. Имеются существенные различия в содержании хлорофилла в хвое.

У деревьев кедр второго яруса содержание хлорофилла в нижней части крон значительно ниже по причине очень низкого значения освещенности, препятствующего нормальному синтезу хлорофилла. При снижении освещенности до 18–20% от освещенности открытого места для деревьев 2 класса возраста отмечается уменьшение содержания хлорофилла, деревья сильно отстают в росте, в нижней части кроны не закладываются ассимилирующие органы, наблюдается отмирание хвои и побегов. При освещенности 40–80% от освещенности открытого места деревья кедр имеют хорошо

развитые кроны и лучший рост, что необходимо учитывать при формировании насаждений целевого назначения.

Исследования состояния сплошных чистых культур кедров сибирского, созданных в Учебно-опытном лесхозе в условиях свежей сурамени с применением различного размещения и видов посадочного материала, показывают, что при отсутствии заглушения местными лесообразующими породами культуры кедров растут успешно (табл. 4). Лучшие показатели сохранности имеют культуры кедров, созданные биогруппами с применением гнездового вида посадки.

Создание биогрупп при выращивании культур хвойных пород способствует повышению биологической устойчивости при взаимодействии с травянистой и древесной растительностью и ускорению роста [16]. Многочисленными данными также подтверждено, что кедр в первые годы более устойчив в биогруппах, поэтому для Сибири предложено в каждое посадочное место высаживать по 4–16 семян [17].

Т а б л и ц а 4

Биометрические показатели кедров сибирского в сплошных чистых культурах

№ стационара	Возраст, лет	Вид посадки	Посадочный материал	Размещение, м		Средняя высота, м	Показатели диаметра			Сохранность, %
				между рядами	в ряду		X, см	m_x , см	V, %	
65	40	одиночная	сеянцы	1,0	0,5	14,8	13,3	0,5	29,6	47,5
55	40	гнездовая	сеянцы*	5,0–1,0	0,5	14,5	18,2	0,4	38,9	90,2
73ж	31	одиночная	саженцы	1,5	0,75	13,5	16,2	0,4	30,2	71,6
54а	24	гнездовая	сеянцы*	1,5	0,75	5,1	7,3	0,3	40,4	98,0
54б	24	одиночная	сеянцы*	1,5	0,75	5,6	8,7	0,3	28,0	41,9

* Посадка с закрытой корневой системой.

Сохранность культур кедров при посадке биогруппами почти в два раза выше, чем в одиночных рядовых культурах (стационары 54а, 55). В 40-летнем возрасте на участках, созданных гнездовым способом, сеянцами с закрытой корневой системой, количество деревьев, имеющих диаметр выше среднего (20–28 см), составляло 25,2%. В одиночных рядовых посадках с равномерным размещением рядов таких деревьев было всего 6,5%. При гнездовой посадке по 3–4 растения в посадочное место процесс дифференциации растений проявляется значительно раньше, чем в одиночных. В 40-летнем возрасте 85% посадочных мест имели по одному растению, 8,9% – по два растения в посадочном месте и в 6,1% по три растения. Лидирующие деревья в процессе роста сохраняют свое положение, ослабленные постепенно усыхают.

Что касается размеров посадочного материала, то можно отметить, что культуры, созданные саженцами высотой 0,8–1,0 м (стационар 73ж), имеют высокую сохранность и не требовали проведения агротехнических уходов. Изменчивость показателей роста составляет 30,2%. Хорошую приживаемость имели также посадки, где использовались сеянцы с закрытой корневой системой (стационар 54, 55).

Высокая степень дифференциации деревьев кедров в культурах свидетельствует о целесообразности направленного отбора на устойчивость и быстроту роста наиболее адаптированных экземпляров. При оценке степени жизнеспособности растений кедров по биоэлектрическим потенциалам, характеризующим уровень обменных процессов в организме, и электрическому сопротивлению прикамбиального комплекса тканей, обусловленному состоянием водного режима, установлены существенные различия в показателях для деревьев разной жизнеспособности (табл. 5).

Таблица 5

Среднегодовы́е значения импеданса ПКТ и биоэлектрических потенциалов стволов деревьев сосны кедровой сибирской по состоянию на середину лета

Статистические показатели	Импеданс ПКТ, кОм			Биоэлектрический потенциал, мВ		
	Лидирующие	Средние	Ослабленные	Лидирующие	Средние	Ослабленные
$\bar{X}$	16,4	25,6	47,9	186,3	144,4	97,0
m_x	0,53	0,88	3,78	11,62	6,01	3,51
$V, \%$	10,7	12,9	33,5	25,0	15,0	11,5

Низкие значения импеданса ПКТ стволов деревьев достоверно указывают на высокую оводненность растительных тканей деревьев кедра сибирского по сравнению с сосной, у которой значения этого показателя достоверно выше и равны $21,9 \pm 0,6$ кОм и близки к ели, параметры данного показателя деревьев ели хорошего состояния равны $19,6 \pm 0,8$ кОм. Связь между оводненностью растительных тканей и величинами импеданса ПКТ очень высокая и обратная ($r = -0,85 \dots -0,90$). Влажность хвои и однолетних побегов кедра сибирского в середине вегетационного периода в условиях достаточного увлажнения составляет соответственно 207,1–203,7% от абсолютно сухой массы, влажность двухлетней хвои почти на 50% меньше, такая же закономерность отмечена и у хвои ели европейской. В засушливые вегетационные периоды, при недостаточном количестве осадков и снижении влажности почвы существенных различий во влажности однолетней хвои и побегов не выявлено. Регулирование параметров водного режима растений осуществляется путем уменьшения ассимиляционного аппарата за счет отмирания хвои старших возрастов, в первую очередь происходит опадение трехлетней хвои и ослабление роста осевых и боковых побегов. В вегетационные периоды, когда количество осадков было близко к средним многолетним, значения средних приростов кедра в высоту составляли $44,1 \pm 4,1$ см, в засушливые периоды приросты осевого побега в высоту были меньше ($21,3 \pm 3,0$ см). Такое явление было отмечено в 1972, 1999, 2009 годах, но гибели растений не происходило.

Полученные данные свидетельствуют о требовательности кедра сибирского к относительной влажности воздуха и влагообеспеченности почвы, что отмечается многими исследователями, а также об успешной адаптации кедра сибирского к климатическим условиям Республики Марий Эл.

Приведенные в табл. 5 значения величин БЭП деревьев различной жизнеспособности, полученные на основе многолетних наблюдений, подтверждают наличие значительной индивидуальной изменчивости деревьев кедра в культурах по биоэлектрическим параметрам. В первые годы жизни интенсивно растущие, более адаптированные к экологическим условиям внешней среды растения имеют более высокие показатели БЭП (150...200 мВ) по сравнению с ослабленными, что свидетельствует о возможности отбора ценных в генетическом отношении деревьев по этому показателю. Селекционная оценка по величинам БЭП и импедансу ПКТ и биометрическим показателям деревьев кедра позволяет выявить наиболее физиологически устойчивые экземпляры кедра сибирского, представляющие базу для дальнейшей селекционной работы.

Данные, характеризующие интенсивность основных физиологических процессов местных хвойных пород: сосны, ели и интродуцированного кедра сибирского, приведены в табл. 6.

Показатели интенсивности фотосинтеза сосны кедровой сибирской близки к соответствующим оценкам ели европейской (табл. 6), но характеризуются очень высокой

изменчивостью, которая составляет 89% для интенсивности нетто-ассимиляции и более высокими значениями изменчивости интенсивности дыхания. В засушливые летние месяцы в дни с низкой относительной влажностью воздуха интенсивность фотосинтеза кедрового дерева уменьшается до 0,45–0,84 мг/г сухой массы в час, затраты на дыхание возрастают, что приводит к ослаблению роста растений.

Т а б л и ц а 6

Интенсивность нетто-ассимиляции и дыхания хвои древесных пород на 11–12 часов дня за летний период, мг/г сухой массы в час

Древесная порода	Интенсивность нетто-ассимиляции, мг/г сухой массы в час			Интенсивность дыхания, мг/г сухой массы в час		
	X	m_x	$V, \%$	X	m_x	$V, \%$
Сосна кедровая сибирская	1,05	0,16	89,0	0,70	0,15	106,9
Ель европейская	1,09	0,18	67,0	0,75	0,09	61,2
Сосна обыкновенная	1,12	0,09	34,6	0,85	0,15	79,2

Изменчивость показателей нетто-ассимиляции местных хвойных лесообразующих пород значительно меньше, так у сосны обыкновенной этот показатель отличается почти в 2,5 раза, т.е. она в меньшей степени реагирует на воздействие неблагоприятных факторов среды, что способствует более интенсивному ее росту по сравнению с кедром в данных условиях и свидетельствует о нецелесообразности ее участия в составе насаждений при выращивании культур кедрового дерева сибирского.

По данным исследований физиологического состояния кедрового дерева сибирского в культурах можно отметить, что в условиях, оптимальных для роста, перспективно выращивание кедрового дерева сибирского для производственных и ландшафтных культур, создания кедровых садов и повышения биоразнообразия ландшафтов.

Реализация всех резервов для полной адаптации кедрового дерева при интродукции растений возможна с применением методов селекционного отбора, оптимизацией элементов типов культур и создании оптимальных условий для его роста и развития.

Выводы и предложения.

1. Опыт интродукции сосны кедровой сибирской в производственных культурах свидетельствует об успешной ее адаптации в природно-климатических условиях Республики Марий Эл при выращивании в чистых по составу насаждениях.

2. Проведенная оценка физиологического состояния сосны кедровой сибирской свидетельствует о широких адаптационных возможностях данной породы к природно-климатическим условиям республики.

3. Без регулирования состава естественного возобновления культуры кедрового дерева вытесняются местными лесообразующими породами в нижний ярус. На участках с достаточной сохранностью кедрового дерева под пологом древостоя березы необходимы ранние лесоводственные уходы для обеспечения кедрового дерева устойчивого последующего участия в верхнем пологом.

4. При существующих правилах учета лесного фонда (периодически по результатам инвентаризации) снижение площадей культур кедрового дерева возраста 10–40 лет является сигналом для выявления площадей насаждений с его участием во втором ярусе для принятия соответствующих мер (лесоводственных, технологических) по их созданию в будущем.

Список литературы

1. Дроздов, И. И. Лесная интродукция: Учебное пособие для студентов заочного обучения специальности 2604.00, аспирантов и специалистов лесного и лесопаркового хозяйства / И. И. Дроздов, Ю. И. Дроздов. – М.: МГУЛ, 2000. – 135 с.
2. Игнатенко, М. М. Сибирский кедр (биология, интродукция, культура) / М. М. Игнатенко. – М.: Наука, 1988. – 160 с.
3. Крылов, Г. В. Кедр / Г. В. Крылов, Н. К. Таланцев, Н. Ф. Козакова. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 216 с.
4. Крылов, Г. В. Сибирский кедр / Г. В. Крылов, А. М. Шмонов. – Кемерово: Кемеровское кн. изд-во, 1985. – 128 с.
5. Алимбек, Б. М. Опыт интродукции кедровой сосны в Марийской и Татарской АССР / Б. М. Алимбек // Кедр сибирский на европейском севере СССР, его распространение, возобновление и культура тр. – Ленинград: Наука, 1972. – С. 72–76.
6. Карасев, В. Н. Интенсивность физиологических процессов и рост саженцев сосны кедровой сибирской и лиственницы сибирской в послепосадочный период / В. Н. Карасев, Н. В. Еремин, М. А. Карасева // Интенсификация выращивания лесопосадочного материала. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1996. – С. 216–218.
7. Мулиндеев, И. В. Изменение густоты с возрастом сосны сибирской (кедровой) в лесостепной зоне на примере национального парка «Чаваш Вармане» / И. В. Мулиндеев, Н. В. Еремин // Материалы 51 межвуз. студ. науч. техн. конф. – Вып. 6. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – С. 208.
8. Концепция развития лесного комплекса Республики Марий Эл до 2010 г. / Ю. А. Ширнин, Н. В. Еремин и др. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 211 с.
9. Лесной план Республики Марий Эл / В. Л. Черных, Н. В. Еремин и др. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – 350 с.
10. Романов, Е. М. Состояние воспроизводства лесов в регионе Среднего Поволжья / Е. М. Романов, Н. В. Еремин, Т. В. Нуреева // Международное сотрудничество в лесном секторе: баланс образования, науки и производства. Материалы международной конф. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – С. 45–50.
11. Незабудкин, Г. К. Обследование и исследование лесных и плантационных культур / Г. К. Незабудкин. – Йошкар-Ола: МарПИ, 1971. – 52 с.
12. ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустойчивые. Метод закладки».
13. Годнев, Т. Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения / Т. Н. Годнев. – Минск, 1952. – 327 с.
14. Карасев, В. Н. Физиология растений: Учебное пособие / В. Н. Карасев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 304 с.
15. Усольцев, В. А. Кедр сибирский – царь Российских лесов / В. А. Усольцев // Этюды о наших лесных деревьях. Банк культ. информ. – Екатеринбург, 2008. – С. 83–99.
16. Еремин, Н. В. Лесные культуры ели: Учебное пособие / Н. В. Еремин. – Горький: 1979. – 62 с.
17. Лоскутов, Р. И. Искусственное восстановление кедра сибирского / Р. И. Лоскутов. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 104 с.
18. Луганский, Н. А. Использование внутривидовой изменчивости кедра сибирского в лесохозяйственной практике / Н. А. Луганский // Науч.-техн. конф. молодых специалистов. – Свердловск, 1962. – С. 97–100.

Статья поступила в редакцию 11.02.10.

N. V. Eremin, M. A. Karaseva, V. N. Karasev

AGRONOMIC AND PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF SUCCESSFUL SIBERIAN STONE PINE CULTIVATION IN MARI EL REPUBLIC

Estimate results of overall condition of Siberian stone pines, which have formed a various composition plantation, are given. Taxation, morfometric and physiological parameters which characterize adaptive quality and the species stability when stocking in Mari El Republic are brought.

Key words: *Siberian stone pine, artificial stands, stocking, physiology.*

ЕРЁМИН Николай Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ МарГТУ. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление, механизация лесохозяйственных работ. Автор более 150 публикаций. E-mail: bioecos@marstu.net

КАРАСЁВА Маргарита Антиповна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур МарГТУ. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление, интродукция. Автор более 120 публикаций. E-mail: KarasevaMA@gmail.com

КАРАСЁВ Валерий Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии МарГТУ. Область научных интересов – физиология древесных растений. Автор более 100 публикаций. E-mail: KarasevaMA@gmail.com

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО ДЕЛА

УДК 674*416

А. Н. Чемоданов, Р. Х. Гайнуллин

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРОДОЛЬНОГО СТРОГАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ШПОН

Описана методика экспериментальных исследований при продольном строгании древесины на шпон. Получены численные значения поправочных коэффициентов, учитывающих угол наклона лезвия ножа относительно волокон древесины и степень обжима шпона.

Ключевые слова: *древесина, шпон, продольное строгание, экспериментальная установка, поправочные коэффициенты, угол наклона лезвия ножа относительно волокон древесины, степень обжима.*

Введение. При механической обработке древесины пользуются различными инструментами в зависимости от того, какой конечный продукт необходимо получить. В процессе работы древесина испытывает различные напряженные состояния, а применяемый инструмент имеет различные формы и размеры, определяемые технологическим процессом. Например, процесс продольного строгания шпона протекает с обжимом стружки, причем режущий нож имеет некоторый угол наклона относительно волокон древесины. Исследования этих параметров носят ограниченный характер. Наиболее исследованными эти параметры являются при строгании древесины на шпон поперек волокон [1–3].

В связи с этим представляет определенный теоретический и практический интерес исследование влияния обжима древесины и угла наклона лезвия ножа относительно волокон древесины при продольном строгании.

Целью настоящей работы является обоснование методики экспериментальных исследований и оценки процесса строгания древесины на шпон вдоль волокон. Для этого поставлены следующие **задачи**: описать экспериментальную установку и принцип ее работы, описать методику экспериментальных исследований, аналитико-экспериментальным методом получить численные значения поправочных коэффициентов, учитывающих угол наклона лезвия ножа относительно волокон древесины и степень обжима шпона.

Для исследования упомянутых параметров изготавливались образцы древесины длиной 200 мм и шириной 50 мм. Все образцы имели влажность 20%, которую измеряли влагомером ИВ 1-1. Температура в лаборатории поддерживалась постоянной 20°C. Испытания проводились с использованием древесины сосны.

На первом этапе исследований проводились предварительные испытания для установления закона распределения и расчета минимального числа наблюдений согласно методике [4]. Необходимое число наблюдений случайной величины, соответствующей нормальному закону распределения, рассчитывалось по формуле и составило 18,

$$n = \frac{t^2 \cdot S^2}{\Lambda^2}, \quad (1)$$

где t – значение t -критерия Стьюдента, выбираемое в зависимости от уровня значимости и числа степеней свободы;

 S^2 – дисперсия выборки;

Δ – допустимое отклонение.

Для измерения усилий резания при строгании древесины на шпон использовался электротензометрический метод [5], сущность которого заключается в измерении напряжений и усилий с помощью тензодатчиков (преобразователей механических величин в электрические).

Стенд для проведения экспериментов представлен на рис. 1.



Рис. 1. Стенд для проведения экспериментов: 1 – горизонтально-строгольный станок; 2 – режущая головка; 3 – направляющая; 4 – каретка; 6 – тензометрическая балка; 7 – усилитель; 8 – осциллограф

Стенд состоит из горизонтально-строгального станка 1, на суппорте которого размещается режущая головка 2 направляющей 3, по которой перемещается каретка 4 с заготовкой 5 (на рисунке не показана), упорной пластины с тензометрической балкой 6, жестко связанной с направляющей 3, усилителя 7 и осциллографа 8.

Работа установки происходит следующим образом (рис. 2). После включения привода станка 1 происходит возвратно-поступательное движение суппорта с установленной на нем режущей головкой 2, которая срезает лист шпона с заготовки 5. Заготовка 5 жестко связана с кареткой 4, которая перемещается по направляющей 3 и штоком 9 упирается в тензометрическую балку 6, передавая импульс. Сигнал о деформации тензометрической балки 6 передается к усилителю 7, а регистрация выходного сигнала происходит с помощью осциллографа 8 на фотографической бумаге.

По величине амплитуды осциллограмм с учетом коэффициента тарировки определяли усилия резания, возникающие при строгании древесины. Опыты ставились при различных углах наклона лезвия ножа, степени обжима и толщине шпона. По каждому



Рис. 2. Процесс строгания древесины на шпон: 1 – горизонтально-строгальный станок; 2 – режущая головка; 3 – направляющая; 4 – каретка; 5 – заготовка; 6 – тензометрическая балка; 7 – усилитель; 8 – осциллограф

Т а б л и ц а 1

Результаты экспериментальных данных

№ опыта	Толщина шпона $h_{ш}$, мм	Угол наклона лезвия ножа φ , град	Степень обжима Δ , %	Сила резания P_x , Н
1	1,0	60	10	409,1
2	1,0	75	10	384,55
3	1,0	90	10	343,64
4	1,0	60	15	441,83
5	1,0	75	15	433,65
6	1,0	90	15	425,46
7	1,0	60	20	548,19
8	1,0	75	20	515,47
9	1,0	90	20	490,92
10	1,5	60	10	589,1
11	1,5	75	10	556,38
12	1,5	90	10	531,83
13	1,5	60	15	752,74
14	1,5	75	15	728,2
15	1,5	90	15	695,47
16	1,5	60	20	883,66
17	1,5	75	20	834,56
18	1,5	90	20	777,29
19	2,0	60	10	908,2
20	2,0	75	10	883,66
21	2,0	90	10	867,29
22	2,0	60	15	1022,75
23	2,0	75	15	1014,57
24	2,0	90	15	1006,39
25	2,0	60	20	1210,94
26	2,0	75	20	1129,12
27	2,0	90	20	1039,11

опыту было произведено по 17 резов, затем осциллограммы расшифровывались и подсчитывалось среднее арифметическое значение усилия резания при различных параметрах. Результаты экспериментальных данных представлены в табл. 1.

На основе результатов данных табл. 1 появляется возможность численного определения коэффициента, учитывающего угол наклона лезвия ножа a_ϕ относительно волокон древесины по формуле

$$a_\phi = P_{\phi\phi} / P_{\phi\phi=90}, \quad (2)$$

где $P_{\phi\phi}$ – сила резания при определенном угле наклона лезвия ножа относительно волокон древесины, Н; $P_{\phi\phi=90}$ – сила резания при расположении режущей кромки под углом 90° к направлению волокон, Н.

Результаты расчетов приводятся в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Значения коэффициента, учитывающего угол наклона режущей кромки

Толщина шпона $h_{ш}$, мм	Угол наклона лезвия ножа ϕ , град	Коэффициент a_ϕ при степени обжима		
		10 %	15 %	20 %
1,0	60	1,19	1,04	1,12
	75	1,12	1,02	1,05
	90	1,00	1,00	1,00
1,5	60	1,11	1,08	1,14
	75	1,05	1,05	1,07
	90	1,00	1,00	1,00
2,0	60	1,05	1,02	1,17
	75	1,02	1,01	1,09
	90	1,00	1,00	1,00

Следующим этапом является определение значения коэффициента, учитывающего степень обжима a_Δ . Для его расчета воспользуемся формулой

$$a_\Delta = P_{\Delta x} / P_x, \quad (3)$$

где $P_{\Delta x}$ – сила резания при обжиге стружки, Н;

P_x – сила резания без обжиге стружки, Н.

Т а б л и ц а 3

Результаты экспериментальных данных

№ опыта	Толщина срезаемого слоя h_c , мм	Угол наклона лезвия ножа ϕ , град	Сила резания P_x , Н
1	1,0	60	368,19
2	1,0	75	327,28
3	1,0	90	286,37
4	1,5	60	531,83
5	1,5	75	490,92
6	1,5	90	409,1
7	2,0	60	736,38
8	2,0	75	654,56
9	2,0	90	572,74

Однако для определения значения коэффициента, учитывающего степень обжима a_Δ , необходимо знать усилия резания без обжиге стружки. Для этого была поставлена дополнительная серия опытов по определению усилий резания без обжиге стружки

аналогично вышеописанной методике. Полученные результаты экспериментальных данных приведены в табл. 3.

Согласно данным табл. 1 и 3 с учетом формулы (3), получаем численные значения коэффициента, учитывающего степень обжима. Результаты расчетов приводятся в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Значения коэффициента, учитывающего степень обжима

Толщина шпона $h_{ш}$, мм	Угол наклона ножа φ , град	Коэффициент a_{Δ} при степени обжима		
		10%	15%	20%
1,0	60	1,11	1,20	1,49
	75	1,17	1,33	1,58
	90	1,20	1,49	1,71
1,5	60	1,11	1,42	1,66
	75	1,13	1,48	1,70
	90	1,30	1,70	1,90
2,0	60	1,23	1,39	1,64
	75	1,35	1,55	1,73
	90	1,51	1,76	1,97

Выводы:

- поправочные коэффициенты, учитывающие угол наклона лезвия ножа относительно волокон древесины и степень обжима, имеют большое теоретическое и практическое значение при получении шпона продольным строганием;
- теоретическое значение заключается в возможности более точного определения силы резания при строгании древесины вдоль волокон при различных условиях;
- практическая сторона исследований направлена на снижение энергоемкости процесса строгания древесины на шпон путем выбора необходимых параметров процесса строгания;
- полученные экспериментальным путем поправочные коэффициенты необходимо учитывать при проектировании оборудования для строгания древесины на шпон вдоль волокон.

Список литературы

1. *Михеев, И. И.* Производство лущеного и строганого шпона / И. И. Михеев, В. А. Воронов, В. И. Любченко. – М.: Высшая школа, 1970. – 246 с.
2. *Любченко, В. И.* Резание древесины и древесных материалов: Учебное пособие для вузов / В. И. Любченко. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 296 с.
3. *Онищенко, З. А.* Изготовление и применение тонкого строганого шпона / З. А. Онищенко, И. Д. Борисюк. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 40 с.
4. Методика планирования экспериментов и обработки их результатов при исследовании технологических процессов в лесной и деревообрабатывающей промышленности: Учебное пособие для ФПКП и аспирантов. Ч. III / МЛТИ; Под ред. А. А. Пижурин. – М., 1972. – 86 с.
5. Электротензометрический метод исследования лесозаготовительной техники: Учебное пособие / ПЛТИ; Под ред. В. И. Мельникова. – Йошкар-Ола, 1965. – 45 с.

Статья поступила в редакцию 15.03.10.

A. N. Chemodanov, R. Kh. Gainullin

LONGITUDINAL PLANER WOOD VENEER PROCESSES RESULTS

A technique of experimental studies when a longitudinal shaping of the wood on the veneer is described. Numerical values of modifying factors, taking into account the angle of the knife blade on the wood grains and the degree of crimping veneer, are achieved.

Key words: wood, veneer, longitudinal slicing, experimental setup, modifying factors, angle of slope of the knife blade on the wood grain, degree of crimping veneer.

ЧЕМОДАНОВ Александр Николаевич – кандидат технических наук, профессор кафедры деревообрабатывающих производств МарГТУ. Область научных интересов – технология и оборудование лесопромышленных складов, оборудование деревообрабатывающих производств, сушильные камеры периодического действия. Автор более 120 научных работ. E-mail: kdop@marstu.net

ГАЙНУЛЛИН Ренат Харисович – аспирант кафедры технологии и оборудования лесопромышленных производств МарГТУ. Область научных интересов – технология и оборудование лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств. Автор шести научных работ. E-mail: ktolp@marstu.net

УДК 624.138.232

С. А. Чудинов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТОГРУНТОВ

Рассмотрены основные технологические факторы, влияющие на качество и срок службы дорожных одежд из укрепленных грунтов. Приведены результаты и анализ исследований влияния технологических факторов на прочность глинистого грунта, укрепленного портландцементом с добавкой полиэлектrolита.

Ключевые слова: цементогрунт, укрепленный грунт, полиэлектrolит, комплексное вяжущее, технологические факторы.

Введение. Проблема повышения объемов и качества строительства автомобильных дорог всегда была актуальной для России. В настоящее время эта задача стоит особенно остро в связи с резким сокращением финансирования дорожной отрасли. В данных условиях приоритетными являются такие методы строительства, которые могут не только снизить затраты на строительство и содержание дорог, но и обеспечить дорожному полотну повышенное качество и долговечность. Одним из таких методов является использование имеющихся грунтов в качестве строительных материалов путем их укрепления.

Традиционным и одним из самых распространенных видов минеральных вяжущих, используемых для укрепления грунтов, является портландцемент. «Именно в цементе заложены те потенциальные вяжущие свойства, при максимальной реализации которых обеспечивается коренное изменение первоначальных свойств, присущих грунту, с приданием ему новых качеств: постоянной и необратимой прочности, связности (монолитности), морозостойкости и др.» [1]. Однако при укреплении глинистых грунтов важно их всегда рассматривать как весьма активную среду, а не инертный заполнитель, существенно влияющую на процессы гидролиза и твердения портландцемента и вступающую в химическое и физико-химическое взаимодействие с продуктами гидратации. Данные реакции связаны в первую очередь с активными сорбционными и ионообменными процессами на поверхности глинистых частиц, способных существенно снижать эффективность минерального вяжущего и ограничивать области его применения [2].

Цель работы: установление условий эффективного применения портландцемента и формирования и твердения кристаллизационной структуры укрепленного грунта.

Пути решения поставленной задачи: желаемый эффект может достигаться введением в цементогрунтовую смесь активных добавок: гашеной и молотой негашеной извести, хлористого кальция, силиката натрия, сернокислого магния, каустической соды, хлорного железа, золы уноса, жидкого битума, органических поверхностно-активных веществ и т. д. Однако использовать многие вещества нецелесообразно в силу их высокой стоимости или технологических особенностей.

Для решения вышеуказанных проблем при изучении состава и свойств различных продуктов химической промышленности как потенциальных активных добавок при укреплении глинистых грунтов портландцементом наше внимание было остановлено на полиэлектrolите, получаемом из отходов химической промышленности. Данный поли-

электролит – это высокомолекулярный сильноосновной катионный полимер линейно-циклической структуры. При введении в глинистый грунт раствора этого вещества происходит его диссоциация с образованием сложного полимерного органического катиона, который активно взаимодействует с ацидоидами глинистого грунта. Действие полиэлектролита направлено на изменение электрических свойств глинистых коллоидов и обусловлено их нейтрализацией с уменьшением общего ζ – потенциала, а также одновременным сжатием двойного диффузного слоя. В результате происходит сокращение или даже полное исчезновение слоя сорбционной воды вокруг глинистых коллоидов, снижается емкость обменного поглощения и становится дисперсной, однородной и гомогенной структура глинистого грунта. На основании проведенных автором теоретических и лабораторных исследований было доказано, что данные процессы способствуют значительному повышению морозостойкости, прочностных и деформационных показателей цементогрунта.

Однако, как показывает анализ [3], влияние на качество и срок службы дорожных одежд факторов различного характера (конструктивного, технологического, эксплуатационного) по величине сопоставимо друг с другом. Поэтому исходное состояние укрепленного грунта определяется не только составом компонентов вяжущего, но и способом и технологией укрепления. На основании проведенного анализа были выявлены основные технологические факторы: исходная влажность укрепляемого грунта, длительность технологического разрыва между перемешиванием цементогрунтовой смеси и уплотнением, очередности введения вяжущих материалов и степени уплотнения цементогрунта. Исследование влияния указанных технологических факторов на прочность глинистого грунта, укрепленного портландцементом с добавкой полиэлектролита, и послужило целью данной работы.

Известно, что эффективность укрепления грунтов в первую очередь зависит от правильного увлажнения смеси. Оптимальная влажность цементогрунта при уплотнении позволяет достигнуть максимальной плотности при относительной малой затрате энергии, а также наиболее благоприятные условия для последующего взаимодействия с грунтом продуктов гидратации и гидролиза портландцемента.

Методика исследований, проведение опытов и их результаты. Учитывая существенное влияние влажности цементогрунтовой смеси на прочность получаемого материала, с целью установления зависимости предела прочности при сжатии цементогрунта от исходной влажности смеси были проведены лабораторные испытания образцов из тяжелого суглинка (число пластичности $I_p = 14$). Образцы укреплялись 6% портландцемента с добавкой 0,3% полиэлектролита от массы грунта и испытывались в возрасте семи суток твердения в водонасыщенном состоянии по стандартной методике ГОСТ 10180. Контрольные образцы укреплялись одним цементом с той же дозировкой. Оптимальная влажность укрепляемого грунта составила 18%, влажность смеси изменялась от 16 до 26% от массы сухого грунта. Результаты исследований представлены на рис. 1.

Из представленных данных видно, что исходная влажность при укреплении глинистых грунтов играет существенную роль. При комплексном укреплении портландцементом с добавкой полиэлектролита оптимальное количество влаги колеблется в пределах 18–22% от массы сухого грунта, а при укреплении одним минеральным вяжущим оптимальный диапазон сокращается до 18–20%.

Исследование показало, что недостаток влаги в большей степени снижает предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов, чем ее избыточность. Например, у образцов, укрепленных портландцементом с добавкой полиэлектролита, уменьшение

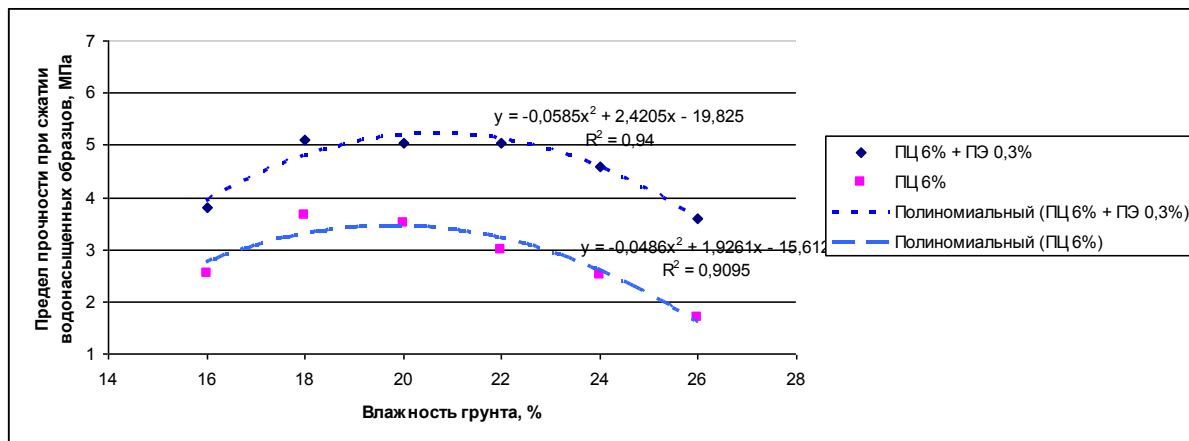


Рис. 1. Изменение предела прочности при сжатии цементогрунта в зависимости от влажности укрепляемого грунта

влажности на 11% от оптимальной приводит к снижению предела прочности при сжатии на 25%. Примерно такое же понижение прочности наблюдается при увеличении исходной влажности грунта на 44%. Данный эффект доказывает активное действие добавки полиэлектролита по освобождению слоя сорбционной воды вокруг глинистых коллоидов, в результате чего при уплотнении излишняя влага способна отжиматься из цементогрунта, обеспечивая максимальную плотность материала. Это имеет большое практическое значение в строительстве лесовозных автомобильных дорог из укрепленных грунтов, где преобладают переувлажненные грунты.

Как известно, сразу после перемешивания и увлажнения цементогрунтовой смеси в течение короткого времени (1–2 часа) в ней преобладает коагуляционная структура, самовосстанавливающаяся после механического разрушения [4]. В этот период цементогрунтовая смесь наиболее пластична, удобоукладываема и способна к наибольшему уплотнению. Увеличение времени между увлажнением и уплотнением смесей приводит к снижению пластичности, плохой уплотняемости и в конечном итоге к пониженной прочности цементогрунта.

Учитывая важность вышеизложенного, нами было изучено влияние активной добавки – полиэлектролита на допустимый технологический разрыв во времени между окончательным перемешиванием цементогрунтовой смеси и ее уплотнением. При исследованиях тяжелый суглинок (число пластичности $I_p = 14$) укреплялся 6% портландцемента с добавкой 0,3% полиэлектролита от массы грунта. Контрольные образцы укреплялись одним портландцементом с той же дозировкой. Приготовленные цементогрунтовые смеси выдерживались определенный промежуток времени (от 0 до 6 часов), а затем из них изготавливались образцы – цилиндры 50×50 мм.

На рис. 2 по ординате отложены отношения показателей прочности, полученных при различной продолжительности технологического процесса к пределам прочности водонасыщенных образцов, изготовленных сразу после приготовления смеси.

Полученные данные свидетельствуют, что введение полиэлектролита позволяет существенно увеличивать допустимое время выдержки смеси между перемешиванием и ее уплотнением. Например, уплотнение грунтовой смеси, укрепленной одним портландцементом, через два часа приводит к снижению прочности на 20%, такая же потеря прочности достигается при выдержке перед уплотнением грунтовой смеси, укрепленной портландцементом с добавкой полиэлектролита в течение четырех часов.

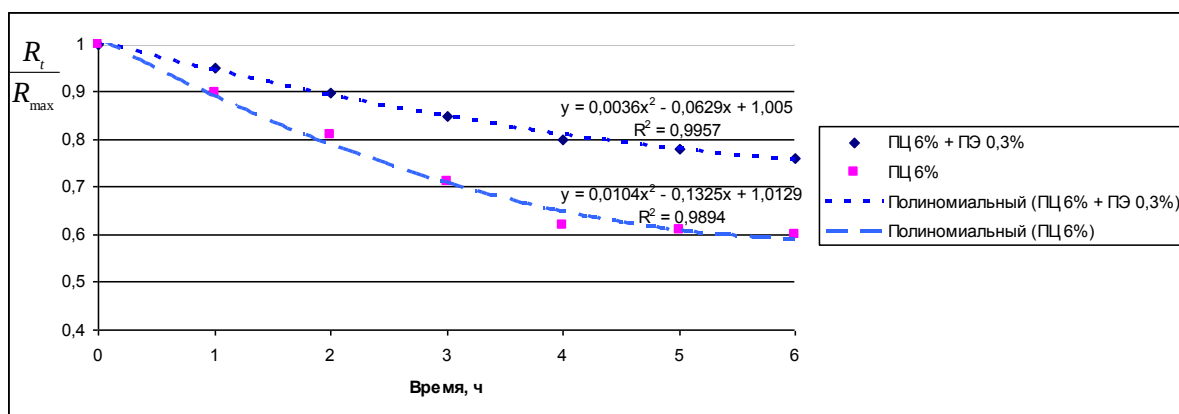


Рис. 2. Влияние длительности технологического процесса на прочность цементогрунтов

Данный эффект доказывает активное влияние полиэлектролита на структуру и свойства грунтовой воды в целом. Это влияние обусловлено взаимодействием электромагнитных полей катионов полиэлектролита и окружающих их диполей и изменением вследствие этого условий трансляционного движения последних вблизи катионов [5]. При положительной гидратации вблизи катиона упорядочиваются диполи воды, они становятся менее подвижными и активными, что оказывает замедляющее действие на процесс схватывания портландцемента.

Существенное увеличение длительности допустимого технологического разрыва между перемешиванием смеси и ее уплотнением в условиях строительства лесовозных дорог имеет большое значение, так как позволит получить цементогрунт с более высокой прочностью, водо- и морозостойкостью при использовании простейших машин для приготовления цементогрунтовых смесей на дороге (дорожных фрез) и обычной недостаточно четкой работе потока машин при малых объемах дорожно-строительных работ.

При комплексном укреплении грунтов очередность внесения вяжущих материалов может оказывать существенное влияние на прочность укрепленного грунта [1]. Для оценки влияния этого фактора на глинистый грунт, укрепленный портландцементом с добавкой полиэлектролита, нами были проведены соответствующие эксперименты.

Тяжелый суглинок (число пластичности $I_p = 14$) укреплялся 6% портландцемента с добавкой 0,3% полиэлектролита от массы грунта. Смесей приготавливались в следующем порядке:

- в навеску грунта вводилось оптимальное количество воды, смесь тщательно перемешивалась;

- затем вводилось вяжущее по следующим вариантам:

- 1) вводился портландцемент и перемешивался с увлажненным грунтом. Затем смесь выдерживалась определенное количество часов (от 0 до 3 часов), после чего вводился раствор полиэлектролита в количестве 2% от массы грунта, и смесь снова тщательно перемешивалась;

- 2) сначала вводился раствор полиэлектролита в количестве 2% от массы грунта и перемешивался с подготовленным грунтом. Затем смесь выдерживалась от 0 до 5 часов, после чего вводился портландцемент и тщательно перемешивался. Результаты исследований представлены в табл.

**Влияние очередности введения вяжущих материалов
на прочность цементогрунта**

№ п/п	Последовательность внесения вяжущих материалов в грунт				Выдержка смеси перед внесением последнего компонента, ч	$R_{сж}$, МПа
1 вариант						
1	грунт +	вода +	цемент +	полиэлект- ролит	0	5,1
2	– // –	– // –	– // –	– // –	1	5,6
3	– // –	– // –	– // –	– // –	2	5,0
4	– // –	– // –	– // –	– // –	3	4,1
2 вариант						
5	грунт +	вода +	полиэлект- ролит +	цемент	0	5,4
6	– // –	– // –	– // –	– // –	1	5,9
7	– // –	– // –	– // –	– // –	3	5,8
8	– // –	– // –	– // –	– // –	5	5,8

Как видно из опытных данных, очередность введения вяжущих материалов, при различном времени выдержки между их введением, оказывает существенное влияние на предел прочности при сжатии ($R_{сж}$) водонасыщенных образцов. При этом видно, что после введения портландцемента необходимо в конце первого часа вводить в цементогрунтовую смесь добавку полиэлектролита, так как дальнейшее увеличение технологического разрыва между введением компонентов приводит к снижению $R_{сж}$. Это объясняется тем, что в цементогрунтовой смеси после одного часа начинаются процессы кристаллообразования и введение в этот момент полиэлектролита приводит к нарушению структуры цементогрунта, а значит к снижению его прочности. Наличие оптимума в варианте 1 объясняется тем, что в первый час после введения портландцемента происходит слабая гидратация частиц цемента, что приводит к образованию ионов кальция, которые взаимодействуют с глинистыми агрегатами и частицами. Тем самым повышается водостойкость и прочность последних. Однако в дальнейшем (после одного часа) процесс гидратации портландцемента активизируется, что ведет к более интенсивному взаимодействию катионов кальция с грунтом. При этом происходит обеднение раствора ионами кальция, что ведет к образованию менее прочной структуры цементогрунта. Введение полиэлектролита в конце первого часа позволяет нейтрализовать поверхностный заряд глинистых частиц и тем самым прекратить все ионообменные процессы, в том числе и взаимодействие катионов кальция с грунтом, что создает благоприятные условия для процессов структурообразования цементогрунта. Лучшие результаты были получены в варианте 2 при введении портландцемента в смесь из грунта и полиэлектролита после выдерживания последней в течение одного часа. Увеличение времени выдержки смеси до пяти часов не привело к значимым изменениям $R_{сж}$. Данный факт объясняется активным структурирующим действием полиэлектролита при его введении в глинистый грунт. При этом грунт становится более дисперсным, что способствует равномерному распределению в его объеме портландцемента. Кроме того, все реакции по изменению электрических свойств глинистых коллоидов носят необратимый характер и не зависят от продолжительности технологических операций.

Для исследования влияния активной добавки полиэлектrolита на плотность цементогрунта изготавливались смеси из тяжелого суглинка (число пластичности $I_p = 14$), укрепленного 6% портландцемента и 6% портландцемента с добавкой 0,3% полиэлектrolита от массы грунта. Из приготовленных цементогрунтовых смесей изготавливались образцы, при этом удельная нагрузка уплотнения изменялась от 3,0 до 27,0 МПа.

Результаты исследований (рис. 3) подтверждают действие полиэлектrolита как пластификатора, позволяющего освобождать сорбционную воду с поверхностей глинистых частиц и отжимать ее при уплотнении. Благодаря данному эффекту при одной и той же работе уплотнения возможно получить более высокую прочность, чем при укреплении одним портландцементом.

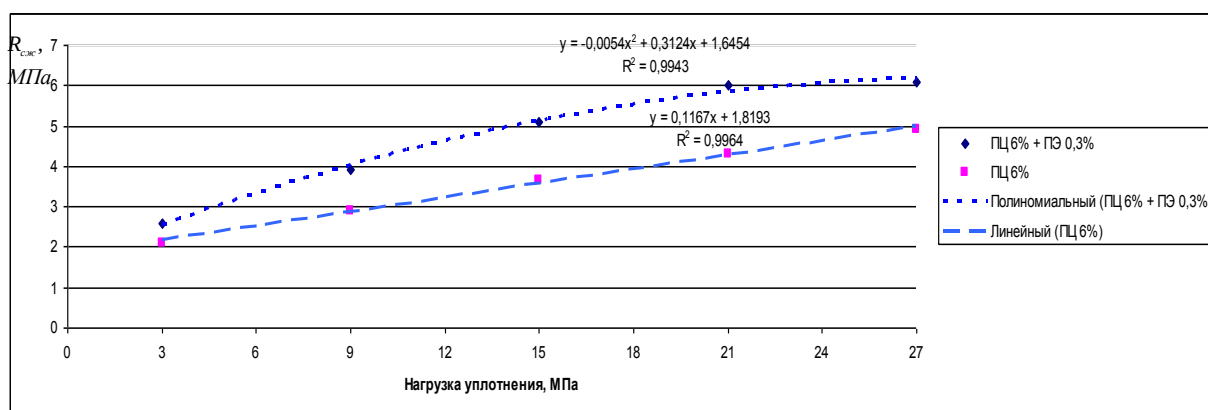


Рис. 3. Изменение прочности при сжатии цементогрунта в зависимости от удельной нагрузки уплотнения

Из графика видно, что при всех значениях удельных нагрузок предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов при комплексном укреплении грунтов портландцементом с добавкой полиэлектrolита несколько выше, чем при укреплении одним портландцементом. Максимальная разница наблюдается при $p = 21$ МПа. Дальнейшее увеличение удельной нагрузки уплотнения не дает существенного увеличения $R_{сж}$, в то время как при укреплении грунта одним портландцементом существует прямолинейная зависимость между удельной нагрузкой уплотнения и пределом прочности при сжатии водонасыщенных образцов.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают существенное влияние технологических факторов на прочность цементогрунта, а также положительное действие полиэлектrolита как комплексной добавки. На основании проведенной работы можно сделать следующие **выводы**:

- недостаток влаги в укрепляемом грунте в большей степени снижает его прочность, чем ее избыточность. Добавка полиэлектrolита позволяет увеличивать диапазон оптимальной влажности укрепляемого грунта;
- введение полиэлектrolита способствует существенному увеличению допустимого времени выдержки смеси между перемешиванием и ее уплотнением;
- введение в глинистый грунт сначала раствора полиэлектrolита, а затем портландцемента позволяет достигать наибольшей прочности цементогрунта;
- добавка полиэлектrolита обладает пластифицирующим действием и способствует при одной и той же нагрузке уплотнения получать более высокую прочность цементогрунта, чем при укреплении одним портландцементом.

Список литературы

1. Безрук, В. М. Укрепленные грунты. (Свойства и применение в дорожном и аэродромном строительстве) / В. М. Безрук, И. Л. Гурячков, Т. М. Луканина и др. – М.: Транспорт, 1982. – 231 с.
2. Кауричев, И. С. Почвоведение / И. С. Кауричев, Л. Н. Александрова, Н. П. Панов и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1982. – 496 с.
3. Радовский, Б. С. Определение нормативных сроков службы транспортных сооружений при проектировании / Б. С. Радовский, А. Е. Мерзликин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 1998. – № 3. – С. 9–12.
4. Волженский, А. В. Минеральные вяжущие вещества: учеб. для вузов / А. В. Волженский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
5. Пшеничный, Г. Н. Исследование процесса схватывания портландцемента и действия добавок-электролитов / Г. Н. Пшеничный // Приволжский научный журнал. – 2008. – № 2 (июнь). – С. 30–37.

Статья поступила в редакцию 02.03.10.

S. A. Chudinov

**RESEARCH OF INFLUENCE OF TECHNOLOGY FACTORS
ON SOIL CEMENT DURABILITY**

Some basic technology factors, influencing the quality and service life of road revetment from the strengthened soils, are considered. The Results and the analysis of the research of influence of technology factors on a clay soil durability strengthened with Portland cement with addition of polyelectrolyte are presented.

Key words: soil cement, strengthened soil, polyelectrolyte, complex binding, technology factors.

ЧУДИНОВ Сергей Александрович – аспирант кафедры транспорта и дорожного строительства Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ). Область научных интересов – укрепление грунтов с использованием полимерных добавок. Автор девяти печатных работ. E-mail: serg-chudinov@yandex.ru

УДК 625.7/8

А. В. Исаев, М. Г. Салихов

СТОЙКОСТЬ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ С ПРОТИВОМОРОЗНЫМИ ДОБАВКАМИ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

Путем изучения динамики изменения адгезии льда исследована долговечность (стойкость) щебеночно-мастичных асфальтобетонных с противоморозными добавками (антигололедных ЩМА) в агрессивной среде. Получен оптимальный состав смеси противоморозных добавок.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон, лед, адгезия, хлористый натрий, хлористый кальций.

Введение. Известно, что для уменьшения адгезии льда к поверхности в структуру асфальтобетонных вводят хлористые соли [1–7]. Авторами предложено вводить противоморозные соли в структуру щебеночно-мастичных асфальтобетонных (ЩМА). При этом требуется изучить длительность противоморозного эффекта данного мероприятия и изменение физико-механических свойств при длительном действии агрессивных сред, в частности воды.

В известных решениях [1–4] противоморозные соли – хлористый натрий и хлористый кальций – в состав асфальтобетонных обычно вводят в виде тонкоизмельченного порошка. Это позволяет распределить соль в объеме асфальтобетонного более равномерно. Однако одновременно с этим значительно повышаются себестоимость и энергоемкость мероприятия.

Проведенные далее исследования зависимости изменения адгезии льда и физико-механических свойств от крупности соли показали [8], что по мере повышения среднего размера частиц в начальный период эксплуатации возрастает коэффициент сцепления колес с поверхностью такого асфальтобетонного. Применение более крупнозернистых солей выгодно также с экономической точки зрения. В то же время возникает опасение вымываемости солей из структуры асфальтобетонных в большей степени, что чревато ускорением процессов старения и потерей антигололедных свойств материала в процессе эксплуатации. Кроме того, для более суровых условий Волго-Вятского региона, например, по сравнению с Белгородской и Воронежской областями, желательнее бы рассмотреть соли или их смеси, обеспечивающие большее пластическое состояние воды при отрицательных температурах.

Цель работы – установить фактическую стойкость антигололедных и динамику изменения физико-механических свойств щебеночно-мастичных асфальтобетонных с противоморозными добавками различной крупности в агрессивной среде.

Для опытов были сформированы стандартные цилиндрические образцы классического состава с содержанием хлористого натрия в количестве 1, 3, 5, 7, 9 % от массы минеральной части, а также смеси хлористого натрия и хлористого кальция с долей последнего 12,5; 25; 50; 75; 100%. При этом крупность соли NaCl составляла 0...0,63 мм («мелкая») и 0,63...2,5 мм («крупная»). Крупность соли CaCl₂ составляла 0...0,63 мм. Свойства образцов изучены после их вакуумирования и выдерживания в воде в течение 15, 30, 60 и 90 суток.

Выполнение работы и ее результаты. Сцепление льда к поверхности ЦМА образцов с различным содержанием и крупностью соли устанавливалось после их выдерживания при температуре -10°C , вакуумирования и выдерживания в агрессивной среде в течение расчетного времени. Результаты опытов представлены на графиках рис. 1–6.

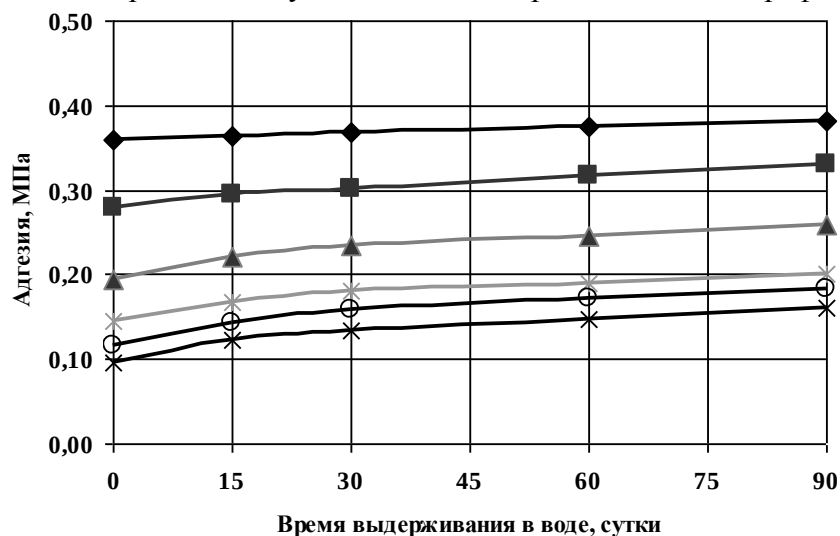


Рис. 1. Зависимость увеличения адгезии для ЦМА с добавкой NaCl различной крупности от времени выдерживания в воде:

—◆— 0 % NaCl; —■— 1 % NaCl; —▲— 3 % NaCl;
—*— 5 % NaCl; —○— 7 % NaCl; —×— 9 % NaCl

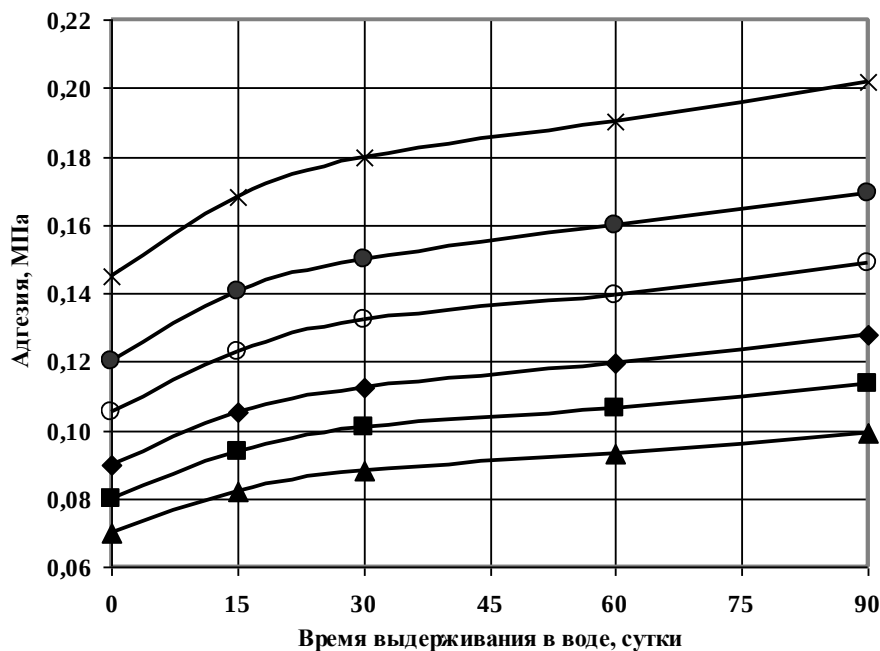


Рис. 2. Зависимость увеличения адгезии для ЦМА с комбинированной противогололедной добавкой (смесь NaCl и CaCl₂) от времени выдерживания в воде:

—●— 5 % соли (доля CaCl₂ 12,5 %); —○— 5 % соли (доля CaCl₂ 25 %);
—◆— 5 % соли (доля CaCl₂ 50 %); —■— 5 % соли (доля CaCl₂ 75 %);
—▲— 5 % соли (доля CaCl₂ 100 %); —×— 5 % соли (доля CaCl₂ 0 %)

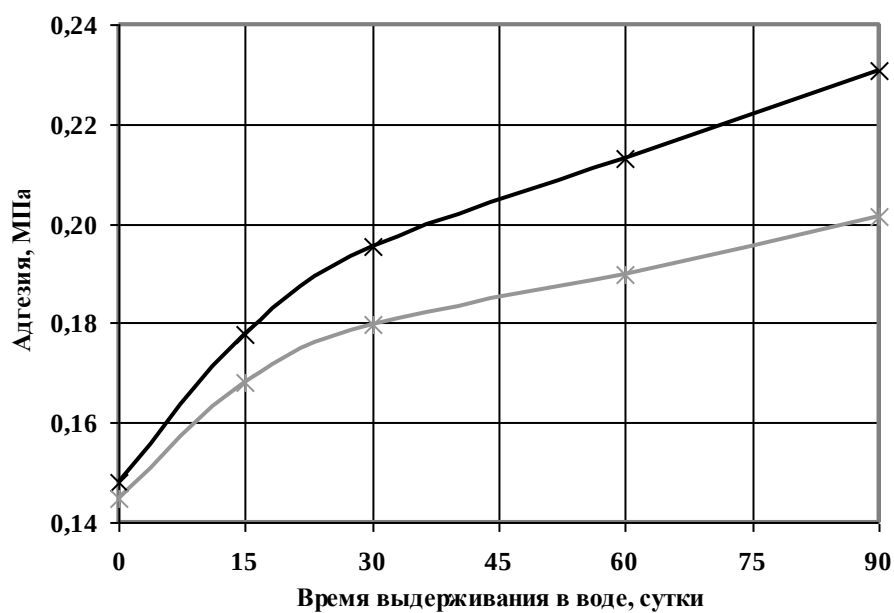


Рис. 3. Зависимость противогололедных свойств ЦМА с добавкой NaCl различной крупности от времени выдерживания в воде:

—×— 5 % NaCl крупная; —*— 5 % NaCl мелкая

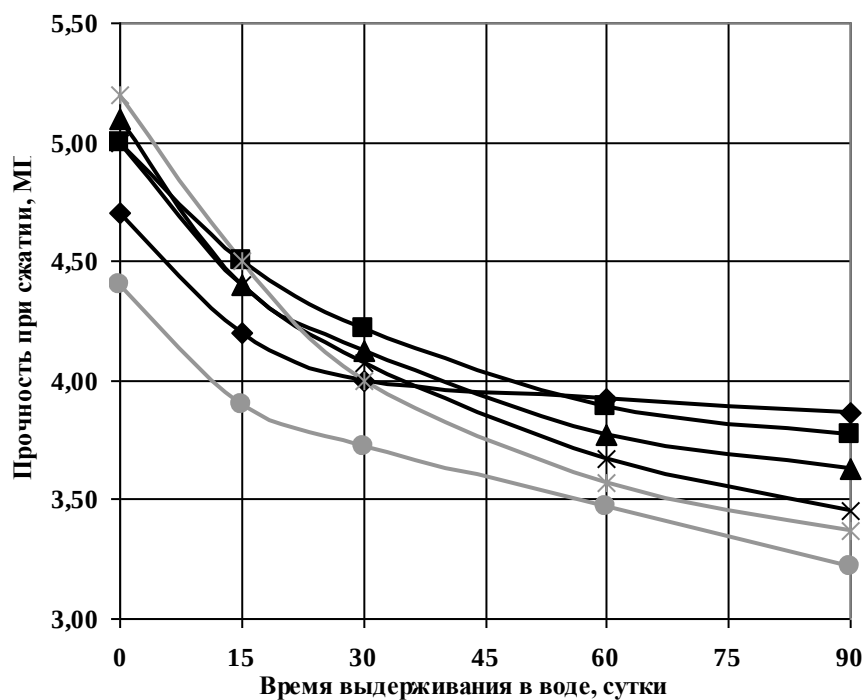


Рис. 4. Зависимость предела прочности при сжатии ЦМА с добавкой NaCl различной крупности от времени выдерживания в воде:

—◆— 0 % NaCl; —■— 1 % NaCl; —▲— 3 % NaCl;
—×— 5 % NaCl; —*— 7 % NaCl; —●— 9 % NaCl

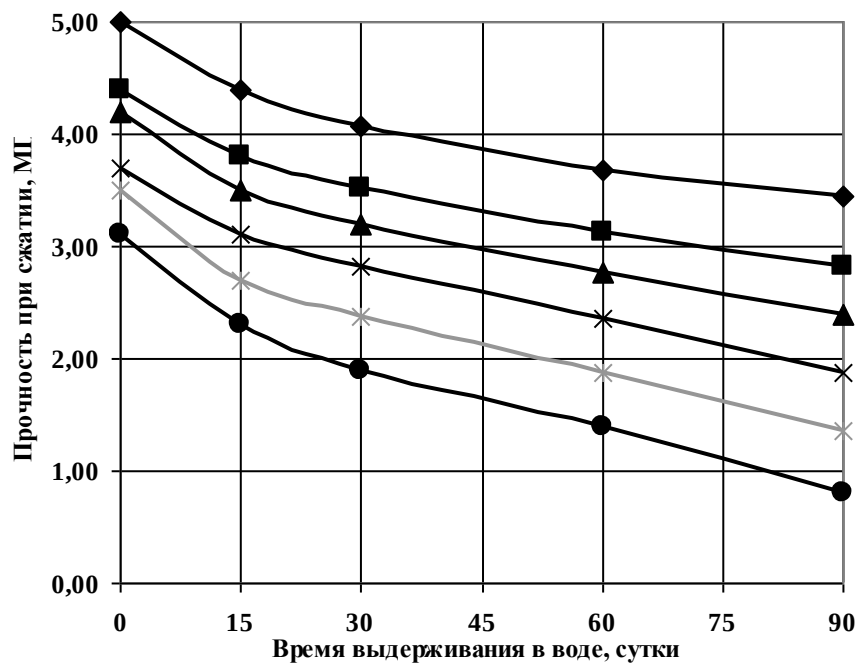


Рис. 5. Зависимость предела прочности при сжатии ЦМА с комбинированной противогололедной добавкой (смесь NaCl и CaCl₂) от времени выдерживания в воде:

- ◆— 5 % соли (доля CaCl₂ 0 %); —■— 5 % соли (доля CaCl₂ 12,5 %);
- ▲— 5 % соли (доля CaCl₂ 25 %); —×— 5 % соли (доля CaCl₂ 50 %);
- *— 5 % соли (доля CaCl₂ 75 %); —●— 5 % соли (доля CaCl₂ 100 %)

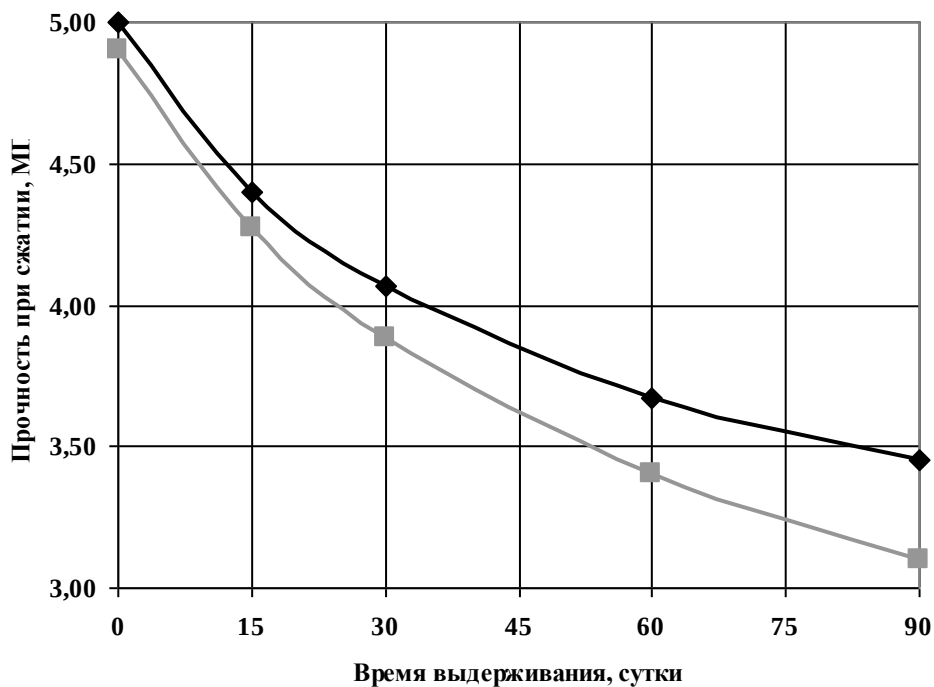


Рис. 6. Зависимость предела прочности при сжатии ЦМА с добавкой NaCl различной крупности от времени выдерживания в воде:

- ◆— 5 % NaCl мелкая; —■— 5 % NaCl крупная

Как видно из рис. 1 и 2, величины адгезии льда к поверхности образцов после выдерживания в воде для всех составов возрастают. Причем этот рост с различным содержанием соли протекает быстрее в первые 15 суток, затем скорость их роста для всех образцов несколько снижается. При этом величины адгезии льда к поверхности образцов остаются прямо пропорциональными первоначальному содержанию противоморозных солей – как отдельно хлористого натрия, так и при совместном содержании его с хлористым кальцием. Значения адгезии льда к поверхности образцов зависят и от крупности частиц противоморозных добавок. Например, такая зависимость в образцах с 5-процентным содержанием хлористого натрия наблюдается за весь период испытаний в течение 90 суток (рис. 3). При этом можно заметить, что мелкая соль из структуры образцов вымывается медленнее, чем крупная.

Из рис. 4–6 видно, что при введении хлористых солей прочность при сжатии при +20°C у щебеночно-мастичных асфальтобетонов снижается прямо пропорционально ее содержанию. Причем значения прочности образцов с любым содержанием соли также снижаются по мере выдерживания в воде. У образцов, содержащих более крупную соль, степень снижения прочности происходит с большей скоростью. У ЦМА с содержанием хлористых солей до 7% при выдерживании в воде до 30 суток значения прочности при сжатии выше, чем у образцов без добавок. Кроме того, при длительном выдерживании в воде снижение значений прочности при сжатии у образцов с солью большей крупности происходит интенсивнее.

Выводы.

1. Добавлением в щебеночно-мастичные асфальтобетоны до 5% от массы минеральной части хлористых солей обеспечиваются сравнительно низкие значения адгезии льда к их поверхности после длительного выдерживания в воде по сравнению с образцами без добавок. Это говорит об относительно большой стабильности антигололедных ЦМА в агрессивных средах.

2. По динамике изменений значений прочности при сжатии можно утверждать, что при совместном использовании солей NaCl и CaCl₂ их соотношение лучше принять (в % по массе): 87,5:12,5.

3. На основе анализа преимуществ и недостатков ЦМА с добавками различной крупности к практическому использованию можно рекомендовать неизмельченные соли.

Список литературы

1. Dupuis, I. Glatteishemmender Strassenbelag auf der Umfahrungsstrasse von Valangin / I. Dupuis, N. Hussain // Strasse und Verkehr. – 1977. – V. 63, №4. – С. 25.
2. Лысенко, В. Е. Антигололедное покрытие / В. Е. Лысенко // Автомобильные дороги. – 1996. – № 4. – С. 18.
3. Пат. 2167118 Российская Федерация МПК С 04 В 26/26, С 08 L 95/00, Е 01 С 7/18, 11/24. Битумо-минеральная смесь / Б. Ф. Соколов, Н. И. Сулин, В. А. Князев; № 97118713/04; заявлено 11.11.1997; опубл. 20.05.2001, Бюл. № 14.
4. Ковалев, Н. С. Снижение скользкости покрытий при зимнем содержании автомобильных дорог / Н. С. Ковалев, В. И. Ромасев, В. А. Князев // Материалы Международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение». Том 8. Технические науки. – Одесса, 2005. – С. 53–57.
5. Рыбьев, И. А. Асфальтовые бетоны: учебн. пособие для строительных вузов / И. А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 1969. – 399 с.
6. Салихов, М. Г. Влияние крупности зерен обработанной битумом противоморозной соли на ее растворимость и адгезию льда к поверхности асфальтобетона / М. Г. Салихов, Ю. Е. Щербаков, А. А. Федоров и др.: Актуальные проблемы строительного и дорожного комплексов. Межвузовский

сборник научных статей. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – С. 217–221.

7. Салихов, М. Г. О разработке составов, производстве и укладке асфальтобетонов с пониженной адгезией льда / М. Г. Салихов, М. Х. Хамзин, Ю. Е. Щербаков и др. // Современные научно-технические проблемы транспортного строительства: сб. научных трудов Всероссийской НПК. – Казань: КГАСУ, 2006. – С. 104–106.

8. Смирнов, Н. С. Конструирование лабораторной установки для исследования коэффициента сцепления / Н. С. Смирнов, А. В. Исаев, Ю. Е. Щербаков и др. // Наука в условиях современности: сборник статей студентов, аспирантов, докторантов и ППС по итогам научно-технической конференции МарГТУ в 2007 г. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2007. – С. 197–200.

Статья поступила в редакцию 26.02.10.

A. V. Isayev, M. G. Salikhov

DURABILITY OF RUBBLE AND MASTIC ASPHALT CONCRETES WITH ANTIFREEZING AGENTS IN CORROSIVE ENVIRONMENT

Durability (tenacity) of rubble and mastic asphalt concretes with antifreezing agents (antiice-forming rubble and mastic asphalt concretes) in the corrosive environment was examined by means of ice adhesion dynamics study. Tailored composition of the mixture of antifreezing agents was obtained.

Key words: rubble and mastic asphalt concrete, ice, adhesion, sodium chloride, calcium chloride.

ИСАЕВ Андрей Викторович – аспирант МарГТУ. Область научных интересов – разработка и исследование антигололедных асфальтобетонов для покрытий автомобильных дорог. Автор пяти работ, одного патента РФ на изобретение. E-mail: sf@marstu.net

САЛИХОВ Мухаммет Габдулхаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог МарГТУ. Область научных интересов – физико-химические процессы при производстве и применении дорожно-строительных материалов. Автор 154 работ, семи патентов РФ на изобретения. E-mail: Salichov@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 556.182 + 627.882 + 532.522

О. Г. Введенский

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РЫБОХОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЕЙ БЬЕФОВ ГИДРОУЗЛА

Обсуждается решение задач, связанных с повышением эффективности пропуска рыбы через гидроузлы с циклическими колебаниями уровней бьефов. Для этих целей внесены изменения в конструкции рыбоходов на основе технологии использования гидравлических струй. Представлено математическое обоснование различных вариантов работы предлагаемых конструкций рыбоходов в условиях циклического изменения уровней бьефов гидроузла. Приведены краткие результаты экспериментальных исследований.

Ключевые слова: гидроузел, циклическое колебание бьефов, рыбоход, повышение эффективности рыбопропуска, гидроструи, экологическая технология, природоохранные мероприятия, природопользование.

Введение. Для речных гидроузлов, как известно, характерны сезонные, недельные и суточные колебания бьефов. Это связано в первую очередь с изменением гидрологической обстановки на реках (паводок, обмеление в засуху, повышение горизонтов воды в период ливневых дождей и др.), а также с недельной и суточной выработкой (расходом) электроэнергии. Помимо того, существуют и приливные электростанции (ПЭС), которые вырабатывают электрическую энергию с использованием механической энергии морских приливов. С этой целью от моря плотиной отсекают залив, приливно-отливной водообмен в котором обеспечивают, пропуская воду через агрегаты ПЭС. Приливно-отливной характер морских течений в створе ПЭС и, собственно, принцип ее работы подразумевают то, что бьефы гидроузла периодически меняются местами, т.е. во время прилива уровень воды моря выше уровня воды бассейна и, наоборот, во время отлива уровень воды моря ниже уровня воды бассейна. Это обеспечивает периодичность течения воды через створ в противоположных направлениях, соответственно из моря в бассейн и, наоборот, из бассейна в море.

Такой режим работы гидроузлов с характерными циклическими изменениями уровней бьефов существенно сказывается на характере и возможностях обеспечения нагульных и нерестовых миграций водных биологических ресурсов речных бассейнов, рек, впадающих в бассейн (залив) ПЭС, а также прилегающей к ПЭС морской акватории.

Применяемые в практике отечественного и зарубежного гидростроительства для восстановления миграционных путей на реках и в заливах ПЭС рыбопропускные сооружения (рыбоходы и рыбопропускные шлюзы) при изменении уровней бьефов гидроузла неспособны сохранить эффективность рыбопропуска [1]. Так, например, при увеличении уровня верхнего бьефа или снижении уровня нижнего бьефа гидроузла увеличивается скорость в рыбоходном тракте, а также во вливных отверстиях рыбохода. Это резко снижает эффективность рыбопропуска вплоть до нулевого значения. При снижении же уровня верхнего бьефа гидроузла или же при увеличении уровня нижнего бьефа уменьшается уровень заполнения рыбохода водой и значительно убавляется выделение привлекающего рыбу шлейфа в нижнем бьефе. Данные обстоятельства очень негативно влияют на эффективность рыбопропуска [2]. В условиях же ПЭС, где колебания уровней бьефов (до 7 м), по сравнению с речными гидроузлами, гораздо значительнее, рыбоходы оборудуют дополнительными маневренными затворами. Но, несмотря на всю сложность эксплуатации таких рыбоходных сооружений и дороговизну их конструкций, эффективность рыбопропуска остается крайне низкой. Подобные сооружения эффективно работают лишь за сутки 3÷4 часа, остальное время рыбоход работает только на привлечение или же осуществляет пропуск в верхний бьеф накопившейся в рыбоходе рыбы.

Рыбопропускные шлюзы, более дорогие сооружения и имеющие ряд существенных недостатков по сравнению с рыбоходами, более или менее справляются с колебаниями речных гидроузлов [2]. Чего нельзя сказать об их работе в условиях приливных электростанций. Блоки питания рыбопропускных шлюзов эффективно работают по привлечению и пропуску рыбы в верхний бьеф также только лишь 3÷4 часа в сутки. Кроме того, в условиях морских приливо-отливных течений рыбы как проходных видов, так и морских жилых видов, должны мигрировать через створ ПЭС в обоих направлениях. В этом случае требуется строительство в створе плотины ПЭС двух рыбопропускных сооружений, ориентированных на пропуск по одному из двух направлений: из моря в бассейн ПЭС или из бассейна в море. Это ещё больше усложнит и удорожит технологию пропуска рыбы через плотину ПЭС.

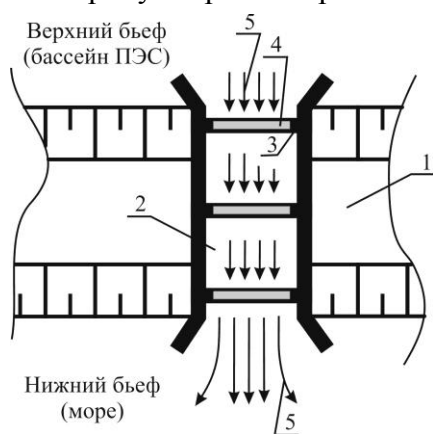


Рис. 1. Схема на виде в плане рыбохода на основе технологии гидравлических струй: 1 – плотина гидроузла; 2 – рыбоходный тракт; 3 – вертикальные поперечные разделительные стенки; 4 – вливающие отверстия; 5 – транзитный привлекающий рыбу поток

Цель работы – повышение эффективности пропуска рыбы через гидроузлы с циклическими колебаниями уровней бьефов путём внесения изменений в конструкции рыбоходных сооружений, использующих в своей работе гидравлические струи [3, 4]. Рыбоходы на основе технологии нейтрализации транзитного течения в рыбоходном тракте гидравлическими струями выполняют по типу классических рыбоходов [5–10]. Его размещают в створе плотины гидроузла и выполняют в виде наклонного или ступенчатого водосливного лотка – рыбоходного тракта – с поперечными вертикальными разделительными стенками, делящими рыбоход на камеры (рис. 1).

По периметру вливных отверстий со стороны верхнего бьефа устанавливают систему струеобразующих насадок, направленных так же в сторону верхнего бьефа. В отличие от предшествующих конструкций рыбоходов такого типа струеобразующие

насадки имеют независимый подвод питания, образуя многониточную систему струеобразующих насадок (рис. 2).

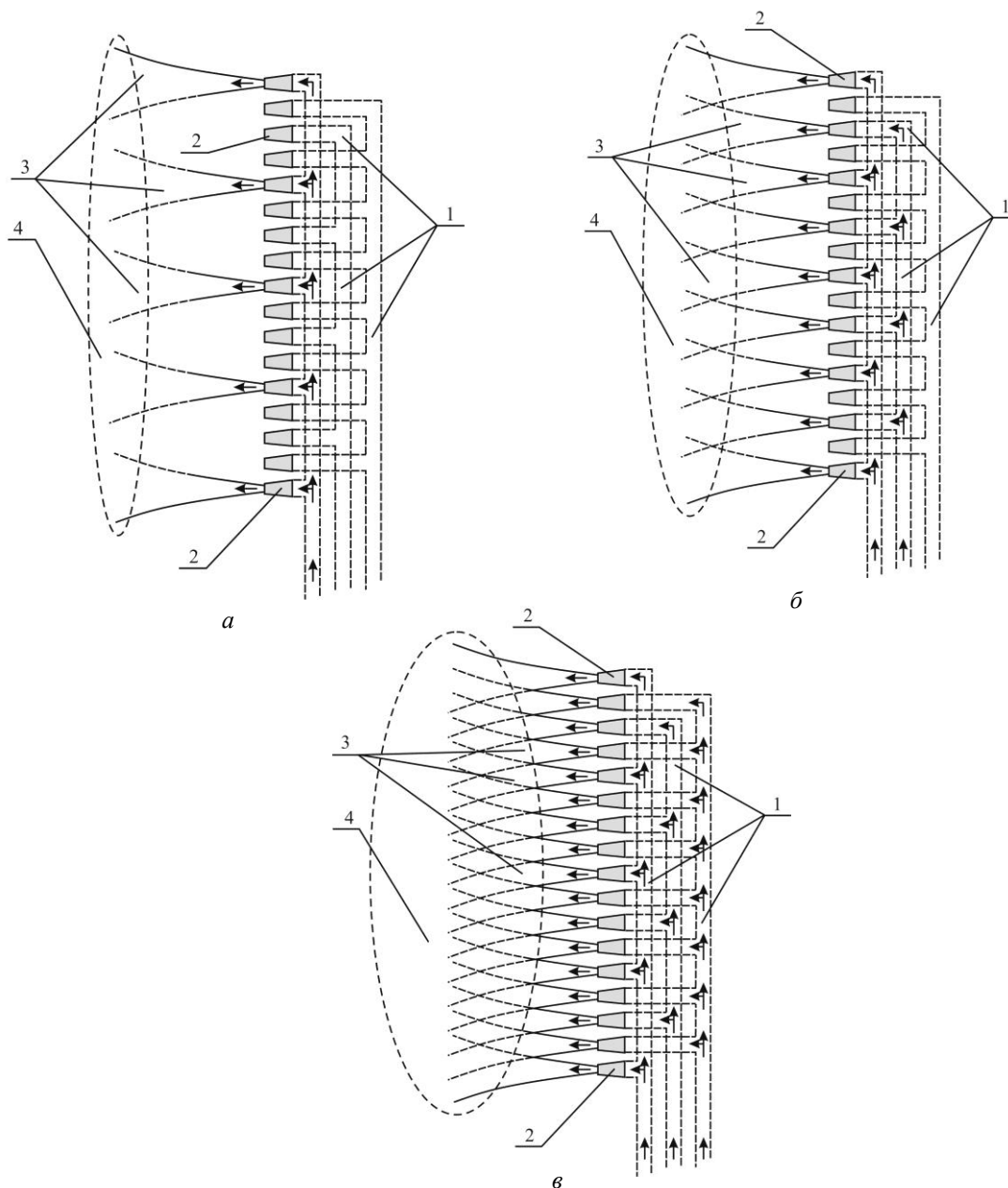


Рис. 2. Схема питания струеобразующих насадок: 1 – напорные коллекторы; 2 – струеобразующие насадки; 3 – суммарный поток; 4 – зона «частично равных давлений»; а – задействована одна нитка питания струеобразующих насадок; б – задействованы две нитки питания струеобразующих насадок; в – задействованы три нитки питания струеобразующих насадок

Помимо того, вливное отверстие обрамляют потокоформирующим фартуком (рис. 3). Под его прикрытием в галереях и размещают многониточную систему струеобразующих насадок. Потокоформирующий фартук позволит избежать контакта мигрантов с высокоскоростными участками гидравлических струй, проходящих через вливное отверстие.

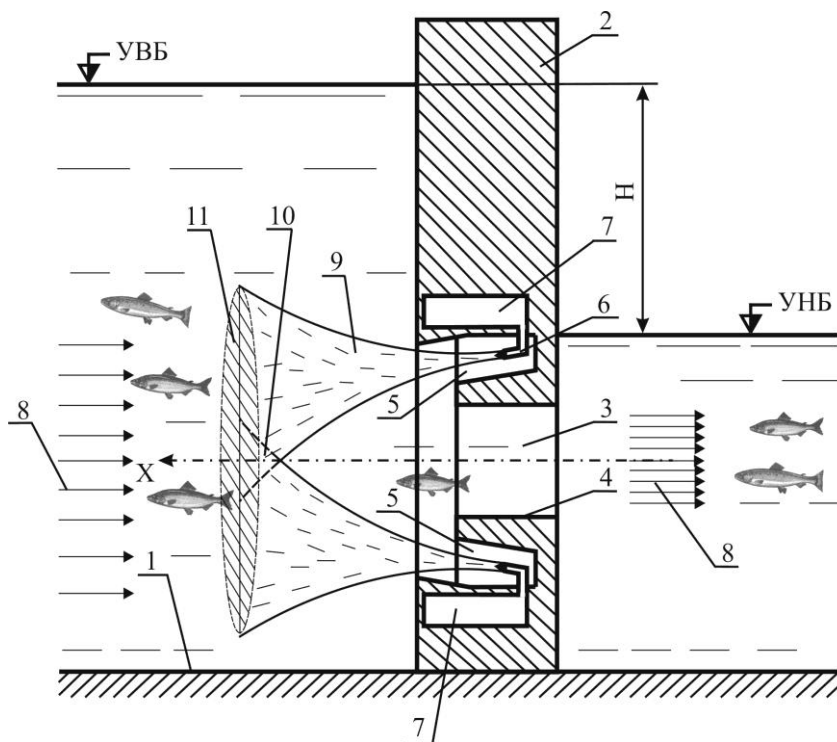


Рис. 3. Схема конструкции вливного отверстия с глухой галереей, продольный разрез:
 1 – рыбоходный тракт; 2 – вертикальная поперечная разделительная стенка;
 3 – вливное отверстие; 4 – потокоформирующий фартук; 5 – глухие галереи;
 6 – струеобразующие насадки; 7 – напорные коллекторы; 8 – привлекающий поток;
 9 – гидравлические струи; 10 – суммарный поток; 11 – зона «частично равных давлений»

Аналитическая модель предлагаемого технического решения. Гидравлические струи, истекая из струеобразующих насадок и взаимодействуя между собой, образуют суммарный поток. Суммарный поток создаёт перед вливым отверстием рыбохода зону частично равных давлений, которая делает проход рыбы и других водных обитателей в верхний бьеф беспрепятственным. Математическое условие образования зоны частично равных давлений записывается в следующем виде [3,4, 11]:

$$V_{U0} = \sqrt{gH}, \quad (1)$$

где V_{U0} – начальная осевая скорость суммарного потока;

g – ускорение свободного падения (м/с^2);

H – величина напора, приходящегося на поперечную разделительную стенку (м).

Саму начальную осевую скорость суммарного потока V_{U0} находят по формуле:

$$V_{U0} = \varphi \frac{V_0 d_{0n}^{\frac{2}{3}} b_3^{\frac{1}{3}} n}{9,514(h_3 - b_3)}, \quad (2)$$

где V_{U0} – начальная осевая скорость суммарного потока (м/с);

φ – безразмерный коэффициент, определяемый опытным путем;

V_0 – начальная скорость истечения гидравлических струй из струеобразующих насадок (м/с);

d_{0n} – диаметр струеобразующих насадок (м);

b_3 – расстояние между осями гидравлических струй (м);

n – число гидравлических струй в ряду;

h_3 – расстояние между плоскостями распространения гидравлических струй (м).

Величина безразмерного коэффициента φ зависит от множества факторов, основными из которых являются размеры вливающего отверстия и конфигурация расположения струеобразующих насадок. Как показывают экспериментальные исследования, значения безразмерного коэффициента φ в достаточной степени точности для решения большинства практических задач изменяются в диапазоне $0,001 \div 4,00$.

Для организации прохода рыбы по рыбопропускному тракту рыбхода необходимо наличие проходящего по нему транзитом стабильного привлекающего потока (см. рис. 1, 3). Для его формирования создают дополнительный напор ΔH , величина которого определяется из следующего выражения:

$$\Delta H = H - \frac{V_{U0}^2}{g}, \quad (3)$$

где ΔH – величина дополнительного напора;

g – ускорение свободного падения (м/с^2).

Таким образом, дополнительный напор ΔH является разницей между действительной величиной напора H , приходящегося на поперечную разделительную стенку, и напором, создаваемым суммарным потоком.

Величину ΔH необходимо устанавливать в зависимости от вида движущейся по рыбоходному тракту рыбы. В табл. представлены оптимальные значения величины ΔH в зависимости от требуемого привлекающего потока, рассчитанного по известным методикам [1,12].

Оптимальные значения величины ΔH в зависимости от вида движущейся рыбы

Вид рыбы	Оптимальные величины				Максимальные величины			
	привлекающая скорость, м/с		дополнительный напор ΔH , м		сносящая скорость, м/с		дополнительный напор ΔH , м	
	min	max	min	max	min	max	min	max
лососевые	0,90	1,40	0,26	0,63	1,10	1,60	0,39	0,82
осетровые	0,70	1,20	0,16	0,46	0,90	1,40	0,26	0,63
частиковые	0,50	0,80	0,08	0,20	0,90	1,20	0,26	0,46

Данные в табл. получены путем пересчета привлекающих и сносящих рыб скоростей по следующей формуле:

$$V_{\text{прив. ср.}} = \varphi_{\text{п.}} \sqrt{2g\Delta H}, \quad (4)$$

где $V_{\text{прив. ср.}}$ – средняя скорость привлекающего потока;

$\varphi_{\text{п.}}$ – коэффициент, устанавливаемый опытным путём (по результатам экспериментальных исследований рекомендуем $\varphi_{\text{п.}} = 0,5$);

g – ускорение свободного падения (м/с^2);

ΔH – величина дополнительного напора.

Формула (4) устанавливает связь между величиной ΔH и средней скоростью $V_{\text{прив. ср.}}$ привлекающего потока на входе во вливающее отверстие.

Техника эксперимента и результаты экспериментальных исследований. Анализ математических выражений (1) – (4) позволил предложить использовать данную

технологии гидравлических струй для компенсации циклических изменений уровней бьефов гидроузла путём изменения интенсивности подачи гидравлических струй. Наши предположения мы проверили и подтвердили экспериментально (рис. 4). При проведении лабораторных исследований за основной критерий гидродинамического подобия был принят критерий подобия Фруда. Кроме того, мы удостоверились в возможности использования предлагаемой технологии для пропуска рыбы, идущей на нерест через гидроузел, с использованием модельной рыбы. Эксперименты с использованием модельной рыбы основывались на методе биогидравлического моделирования [2]. В качестве модели объекта использовалась мелкая взрослая рыба или молодь. Подбор ее осуществлялся из условия подобия реакции модельной и натурной рыбы на привлекающий поток.

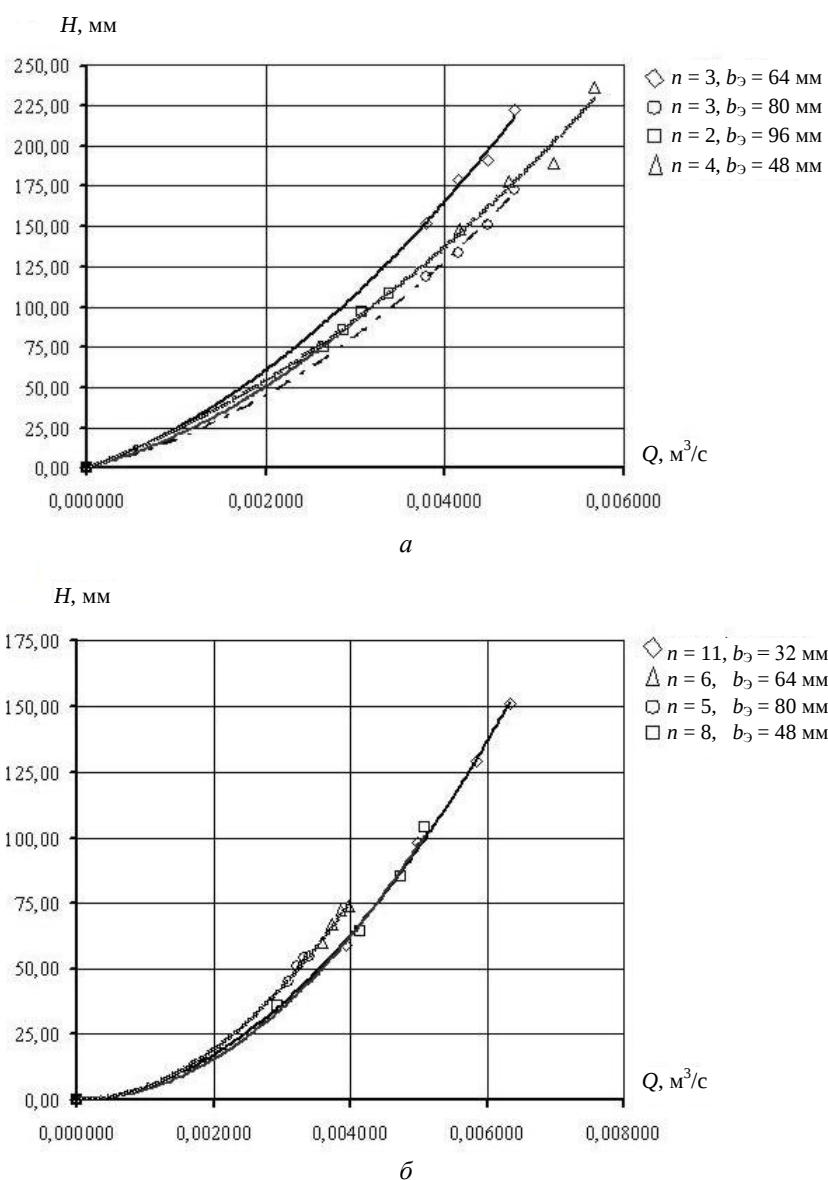


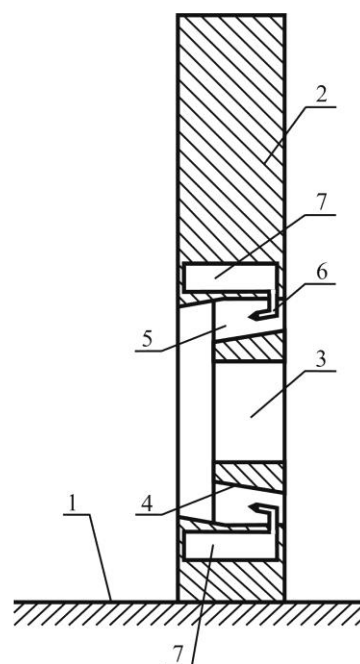
Рис. 4. Графическая кривая зависимости величины напора H , приходящегося на поперечную разделительную стенку, от расхода Q гидравлических струй, полученная на гидравлической модели с масштабом $\lambda_L = 10$: а) диаметр струеобразующего насадка $d_{0n} = 10$ мм; б) диаметр струеобразующего насадка $d_{0n} = 5$ мм

Регулировать интенсивность подачи гидравлических струй с целью компенсации влияния относительно небольших колебаний уровней бьефов гидроузла и установления оптимального скоростного режима привлекающего течения в рыбоходном тракте можно путём изменения начальной скорости V_0 истечения гидравлических струй в диапазоне $0 \div 10$ м/с. Такой диапазон скоростей истечения гидравлических струй позволит обеспечить полностью безопасные условия для прохождения рыбой вливного отверстия рыбохода. При этом необходимую величину начальной скорости V_0 , преобразовывая формулы (1) – (3), определяют из следующей зависимости:

$$V_0 = \frac{9,514 \cdot g^{\frac{1}{2}} H^{\frac{1}{2}} (h_3 - b_3)}{\varphi \cdot n \cdot d_{0n}^{\frac{2}{3}} b_3^{\frac{1}{3}}}. \quad (5)$$

Как показывают экспериментальные исследования, а также анализ выражения (2), увеличивая начальную скорость истечения гидравлических струй V_0 более 10 м/с, можно регулировать скоростной режим течения в рыбоходе при циклическом изменении уровней бьефов гидроузла с более большой амплитудой. При этом галереи вливного отверстия необходимо выполнить транзитными (рис. 5). По нашему мнению, такая конструкция вливного отверстия позволит использовать гидравлические струи с начальной скоростью V_0 истечения величиной до 30 м/с. В этом случае гидравлические струи на выходе из эжектора будут иметь осевую скорость V менее 10 м/с, что гарантирует полную безопасность прохождения рыбой вливного отверстия рыбопропускного тракта.

Рис. 5. Схема конструкции вливного отверстия с транзитной галереей, продольный разрез: 1 – рыбоходный тракт; 2 – вертикальная поперечная разделительная стенка; 3 – вливное отверстие; 4 – потокоформирующий фартук; 5 – транзитные галереи; 6 – струеобразующие насадки; 7 – напорные коллекторы



Кроме того, из выражений (1) и (2) и экспериментальных исследований видно, что на величину расхода гидравлических струй наряду с начальной скоростью истечения гидравлических струй V_0 и диаметра струеобразующих насадок d_{0n} самое существенное влияние оказывает число гидравлических струй в ряду n .

Поэтому в случае увеличения напора H , приходящегося на поперечную разделительную стенку, до таких значений, когда данное изменение H нельзя компенсировать

простым увеличением начальной скорости истечения гидравлических струй V_0 , включают в работу большее количество струеобразующих насадок многониточной системы струеобразующих насадок (см. рис. 2). Тем самым формируют новое число n гидравлических струй, необходимых для компенсации изменившегося напора на гидроузле. По мере дальнейшего увеличения напора H до порогового значения увеличивают и число n гидравлических струй 9, задействовав при этом еще одну нитку многониточной системы струеобразующих насадок. В этом случае необходимое число гидравлических струй n определяют по следующей зависимости:

$$n = \frac{g^{\frac{1}{2}} H^{\frac{1}{2}} (h_9 - b_9)}{\varphi' \cdot d_{0n}^{\frac{3}{2}} b_9^{\frac{1}{2}}}, \quad (6)$$

где φ' – скоростной коэффициент, определяемый опытным путем (м/с).

Величина скоростного коэффициента φ' зависит в основном от тех же факторов, что и безразмерный коэффициент φ из выражения (2). Как показывают экспериментальные исследования, значения скоростного коэффициента φ' в достаточной степени точности для решения большинства практических задач изменяются в диапазоне 0,001 – 4,00.

Формула (6) справедлива для случаев, когда величина начальной скорости V_0 истечения гидравлических струй из струеобразующих насадок не превышает 10 м/с, обеспечивая тем самым условия безопасности мигрантов. Помимо того, в данной зависимости используют пороговые значения величины напора H , приходящегося на поперечную разделительную стенку.

Предлагаемая технология использования гидравлических струй может быть успешно применена на гидроузлах ПЭС. Для этого струеобразующие насадки необходимо направить в противоположные стороны (рис. 6). Такая конструкция вливного отверстия позволит компенсировать не только циклически изменяющиеся с большой амплитудой колебания бьефов гидроузла, но и их смену местами.

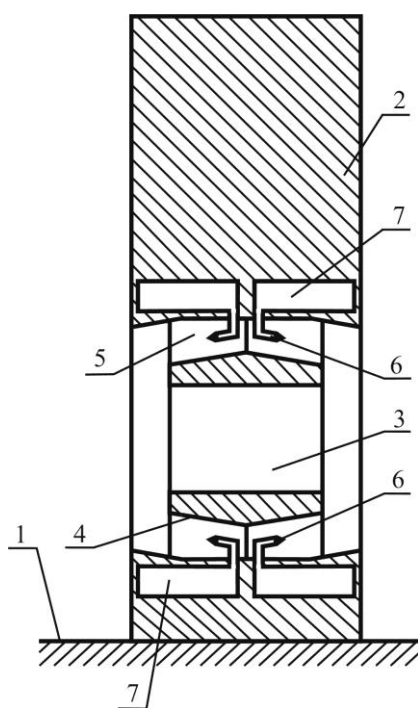


Рис. 6. Схема конструкции вливного отверстия с транзитной галереей для затвора ПЭС, продольный разрез: 1 – рыбоходный тракт; 2 – вертикальная поперечная разделительная стенка; 3 – вливное отверстие; 4 – потокоформирующий фартук; 5 – транзитные галереи; 6 – струеобразующие насадки; 7 – напорные коллекторы

Помимо того, данная конструкция вливного отверстия (см. рис. 6) сможет эффективно работать и в случае снижения перепада уровней между бьефами ПЭС до значения, не позволяющего создать привлекающее течение в рыбоходном тракте. В этом случае в работу включают струеобразующие насадки, направленные попутно транзитному потоку. При этом средняя скорость $V_{\text{прив. ср.}}$ привлекающего потока на входе во вливное отверстие будет равна начальной осевой скорости V_{U0} суммарного потока, определяемой из выражения (2). Исходя из этого и учитывая значения привлекающих и сносящих скоростей (см. табл.), необходимую для образования оптимального привлекающего потока начальную скорость истечения гидравлических струй из струеобразующих насадок, направленных по направлению течения транзитного потока, определяют из следующей зависимости:

$$V_0 = \varphi'' \frac{9,514(h_{\text{э}} - b_{\text{э}}) \cdot V_{\text{прив. ср.}}}{d_0^{\frac{2}{3}} b_{\text{э}}^{\frac{1}{3}} \cdot n}, \quad (7)$$

где φ'' – безразмерный коэффициент, определяемый опытным путем.

Величина безразмерного коэффициента φ'' зависит в основном от тех же факторов, что и коэффициенты φ и φ' из формул (2) и (6). Кроме того, здесь существенное влияние оказывает наличие и величина попутных или противоположно направленных с привлекающим потоком восьми течений. Как показывают экспериментальные исследования, значения безразмерного коэффициента φ'' в достаточной степени точности для решения большинства практических задач изменяются в диапазоне 0,25–10,0.

Заключение. Возможность с помощью гидравлических струй уже только в одном вливном отверстии компенсировать значительные колебания напоров на гидроузле позволит следующее:

- значительно сократить протяженность и материалоемкость рыбоходного тракта;
- обеспечить возможность прохода по новому рыбопропускному сооружению – рыбоходу не только лососевых, но и других проходных и полупроходных видов рыбы;
- полностью привязать работу рыбопропускного сооружения к особенностям гидроузла с циклической работой;
- использовать на гидроузлах ПЭС, где необходимо пропускать мигрантов через створ гидроузла в противоположных направлениях;
- сохранить естественность условий пропуска мигрантов и выполнить экологические требования.

Предлагаемые изменения конструкций рыбоходов на основе технологии гидравлических струй и режимы их работы для пропуска рыбы через гидроузлы позволяет создать управляемый скоростной режим течения в рыбоходном тракте, который в максимальной степени будет обеспечивать благоприятные условия для прохода различных видов проходной и полупроходной рыбы через створ плотины гидроузла при значительных колебаниях уровней бьефов.

Список литературы

1. Строительные нормы и правила: Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения: СНиП 2.06.07-87: Утв. Гос.строит. ком. СССР 14.04.87: Срок введ. в действие 01.01.88. Изд. офиц. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987.
2. Шкура, В. Н. Рыбопропускные сооружения: В 2-х ч. / В. Н. Шкура. – Новочеркасск: Новочеркасская гос. мелиоративная акад., 1998. – 728 с.
3. Введенский, О. Г. Движение воды в лотке через гидротехническое сооружение / О. Г. Введенский // Тез. докл. конф. по итогам науч.-исслед. работ МарГТУ (19–21 апр. 1999 г.). – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. – С. 53–56. – Деп. в ВИНТИ 25.08.99, №2712-В99.

4. Введенский, О. Г. Использование гидравлических струй для совершенствования технологии работы рыбоходных сооружений / О. Г. Введенский // Гидротехническое строительство. – 2009. – № 1. – С. 21–27.
5. Пат. 2178480 РФ, МПК⁷ E02B 8/08. Конструкция насосно-эжекторной установки для транспортировки жидкости с первого участка на второй, выше расположенный участок / О. Г. Введенский, А. Я. Полянин (РФ) – № 2000107451/13; Заявлено 27.03.2000; Опубл. 20.01.2002, Бюл. № 2. – 3 с.
6. Пат. 2335600 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Способ привлечения и пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф и рыбоход его осуществляющий / О. Г. Введенский (РФ). – №2006143890/03; Заявлено 11.12.2006; Опубл. 10.10.2008, Бюл. № 28. – 12 с.
7. Пат. 2337209 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Рыбоход для привлечения и пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф / О. Г. Введенский (РФ). – №2007105289/03; Заявлено 12.02.2007; Опубл. 27.10.2008, Бюл. № 30. – 11 с.
8. Пат. 2339761 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Способ привлечения рыбы в рыбоход и рыбоход его осуществляющий / О. Г. Введенский (РФ). – №2007110115/03; Заявлено 19.03.2007; Опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33. – 11 с.
9. Пат. 2339762 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Рыбоход для привлечения и пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф / О. Г. Введенский (РФ). – №2007110607/03; Заявлено 22.03.2007; Опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33. – 8 с.
10. Пат. 2342485 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Способ привлечения и пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф / О. Г. Введенский (РФ). – №2006141959/03; Заявлено 27.11.2006; Опубл. 27.12.2008, Бюл. № 36. – 14 с.
11. Введенский, О. Г. Теоретическая модель водного потока, образованного двумя параллельными рядами n параллельных гидравлических струй / О. Г. Введенский. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. – 16 с. – Деп. в ВИНТИ 22.01.99; №316-B99.
12. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / О. Л. Юшманов, В. В. Шабанов, И. Г. Галямина и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 303 с.

Статья поступила в редакцию 25.04.09.

O. G. Vvedensky

THE WAYS OF WORK EFFICIENCY GROWTH OF FISH-PASSING CONSTRUCTIONS IN THE CONDITIONS OF CYCLIC CHANGES OF HYDROELECTRIC COMPLEX REACHES LEVELS

The solving of the problems which are connected with increasing of the efficiency of fish passing through hydroelectric complexes with cyclic oscillation of the levels of the reaches is discussed. The changes in fish-passing constructions on the basis of technology of the hydraulic jets using have been included for these purposes. Mathematical justification of different variants of work of the offered fish-passing constructions in the condition of cyclic change of levels of the reaches of hydrosystem is presented. Short results of the experimental investigation are given.

Key words: hydroelectric complex, cyclic oscillation of the reaches, fish pass, raise of efficiency of fish-passing, hydraulic streams, ecological technology, environmental protection measures, nature management

ВВЕДЕНСКИЙ Олег Германович – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики, машиноведения и технологии Марийского государственного университета. Область научных интересов – гидравлика и её приложения, а именно: движение капельных жидкостей, способы создания и использования движущихся жидкостей в инженерной практике, в частности разработка технологий и создание технических устройств рыбозащиты и рыбопропуска через плотины гидроузлов. Автор 40 публикаций.

E-mail: vedo.67@mail.ru

УДК 712.423.002.8

Е. М. Романов, Д. И. Мухортов, А. Д. Средин

УТИЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ДЕРНИНЫ ДЛЯ ГАЗОНОВ

Приведены многолетние исследования по выращиванию дернины для газонов на компосте, изготовленном на основе таких органических отходов, как осадки сточных вод очистных сооружений канализации и опил хвойных пород древесины. Сделан вывод о том, что внедрение использования компостов на основе органических отходов в садово-парковое строительство будет способствовать ускорению решения одной из сложнейших проблем – утилизации данного вида отходов при озеленении городов и населенных мест. Это позволит ежегодно переводить десятки тысяч тонн осадков и других отходов из категории загрязнителей окружающей среды в питательные субстраты, а также получить при этом экологический и экономический эффект.

Ключевые слова: дернина, рулонный газон, органические отходы, опил, осадки сточных вод, компост, торф, питательный субстрат.

Введение. В настоящее время утилизация органических отходов является важной экологической проблемой. В целом по России таких отходов, как осадки сточных вод очистных сооружений канализации, ежегодно образуется около 3,5 млн т (по сухому веществу). Значительны и объемы других отходов – гидролизного лигнина, древесной коры, опилок, щепы. Так, например, в Республике Марий Эл в отвалах скопилось около миллиона тонн гидролизного лигнина. Вовлечение их в хозяйственный оборот имеет не только экономическое, но и большое природохозяйственное значение, так как позволяет включить в биологический круговорот огромное количество биогенных элементов [1].

На сегодняшний день существуют различные технологии по переработке органических отходов. Чаще всего их перерабатывают в органо-минеральные субстраты, компосты. В сравнении с традиционно используемым торфом и компостами на его основе они отличаются доступностью и дешевизной, так как залежи торфа расположены неравномерно и имеются не во всех регионах. По мнению российских и зарубежных ученых, подобные нетрадиционные органо-минеральные субстраты можно применять в городском зеленом строительстве как при посадке древесно-кустарниковых видов, так и при создании газонов [2, 3].

Газоны являются одним из важнейших средообразующих элементов в садово-парковом строительстве. Они выполняют важные экологические и эстетические функции. В последнее время в озеленении городов для создания декоративных газонов, задернения откосов железных и автодорог стали часто использовать готовую газонную дернину («рулонный газон»). Данный способ создания газонов очень удобен, позволяет значительно сократить период выполнения работ, и, кроме того, сразу получить резуль-

тат. Проблема более широкого его распространения состоит в высокой стоимости. В связи с этим возникает потребность в разработке новых технологий, позволяющих снизить себестоимость производства «рулонного газона» для его более широкого применения в озеленении городских территорий.

Существует много различных способов получения дернины. Их объединяет то, что обязательно должно присутствовать искусственное или естественное основание, препятствующее проникновению корней вглубь почвы. Таким основанием может служить плотно укатанный слой почвы, железобетонные плиты, асфальт, полиэтиленовая пленка и др. Поверх основания насыпается слой растительного грунта, в который производится посев семян газонных трав. По мере созревания дернины ее срезают с основы, сворачивают в рулоны и перевозят на объект озеленения [4, 5].

Цель работы – изучение возможности применения многотоннажных органических отходов при выращивании дернины для создания газона.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд **задач**:

- изучить основные агрохимические, физические и водно-воздушные свойства применяемых субстратов;
- подобрать наиболее отзывчивые виды газонных трав к субстрату, изготовленному на основе органических отходов и на основании этого составить травосмеси;
- заложить опытно-производственные площади газонов в полевых условиях с целью получения экспериментальных образцов дерна;
- исследовать качественные характеристики полученного дерна.

Методика исследований. В качестве основания и растительного грунта существует возможность использования органических отходов. При отработке технологии получения дернины в качестве основания были использованы опилки из древесины хвойных пород, в качестве растительного субстрата – компост на основе осадков сточных вод очистных сооружений канализации г. Йошкар-Олы в смеси с опилками в соотношении 1,4:1 по массе сухого вещества. Для сравнения результатов в качестве альтернативного растительного субстрата применялся низинный торф.

В первый год жизни особое значение для хорошего развития газонного травостоя имеет достаточная обеспеченность трав питательными веществами, что во многом определяет состояние травостоя в дальнейшем [4, 5]. В ходе исследования были проведены агрохимические анализы с целью определения количественного содержания основных элементов питания в исследуемых субстратах, реакции среды, зольности и содержания агрономически ценных водопрочных агрегатов.

Агрохимические свойства субстратов определялись по общепринятым методикам: структурно-агрегатный состав – по методике Н. А. Качинского, подвижный фосфор и обменный калий по Кирсанову, азот аммонийный по ГОСТ 26716–85. Удобрения органические. Методы определения аммонийного азота, реакции среды pH_{KCl} по ГОСТ 27979–88. Удобрения органические. Метод определения pH , зольность – по ГОСТ 26714–85. Удобрения органические. Метод определения золы. Основные агрохимические показатели исследуемых субстратов представлены в табл. 1.

Полученные **результаты** свидетельствуют о том, что в компостах по сравнению с традиционно используемым торфом содержание подвижного калия выше в 16 раз, аммонийного азота – в 1,2 раза. По содержанию фосфора существенных различий в вариантах выявлено не было. Показатель зольности у компоста ниже, чем у торфа, в 5,3 раза, что свидетельствует о том, что в компосте выше содержание органического вещества.

По содержанию агрономически ценных водопрочных агрегатов и компост из органических отходов, и низинный торф соответствуют оптимальным параметрам субстрата. При этом существенности различий по их содержанию у испытываемых субстратов на 5% уровне значимости не доказано.

Т а б л и ц а 1

Агрохимические показатели используемых питательных субстратов

Вид субстрата	Зольность, %	Содержание водопрочных агрегатов (0,25 – 10 мм), %	Содержание, мг/100 г		
			Азота (NH ₄)	Фосфора (P ₂ O ₅)	Калия (K ₂ O)
Компост	16,56	72,95	7,32	70,00	16,70
Низинный торф	88,00	80,14	6,39	53,30	0,10
HCP ₀₅	3,41	*	0,70	*	4,63

Примечание: * – различие на 5% уровне значимости не существенно ($F_{\text{факт}} < F_{\text{табл}}$).

Большое значение для растений и живущих в почве микроорганизмов имеет реакция почвенного раствора. Кислая и щелочная среда является для них губительной, наиболее благоприятная нейтральная и слабокислая реакция. У исследуемых субстратов были установлены следующие показатели: низинный торф $pH_{\text{kcl}} - 6,7$; компост на основе органических отходов $pH_{\text{kcl}} - 6,5$, что соответствует нейтральной реакции среды.

Формирование газонов в значительной степени определяют физические свойства и водно-воздушный режим почвы. Компост на основе органических отходов по показателям порозности и объемной массы соответствует оптимальным параметрам (табл. 2). По показателю общей влагоемкости у исследуемых субстратов достоверных различий выявлено не было.

Т а б л и ц а 2

Физические и водно-воздушные свойства используемых питательных субстратов

Наименование субстрата	Объемная масса, г/см ³	Удельная масса, г/см ³	Порозность, %	Общая влагоемкость, %
Компост	1,10	2,33	50,4	93,05
Низинный торф	0,75	2,08	62,5	123,41
Оптимум	1,0...1,3	–	45...65	*

Примечание: * – различие на 5% уровне значимости не существенно ($F_{\text{факт}} < F_{\text{табл}}$).

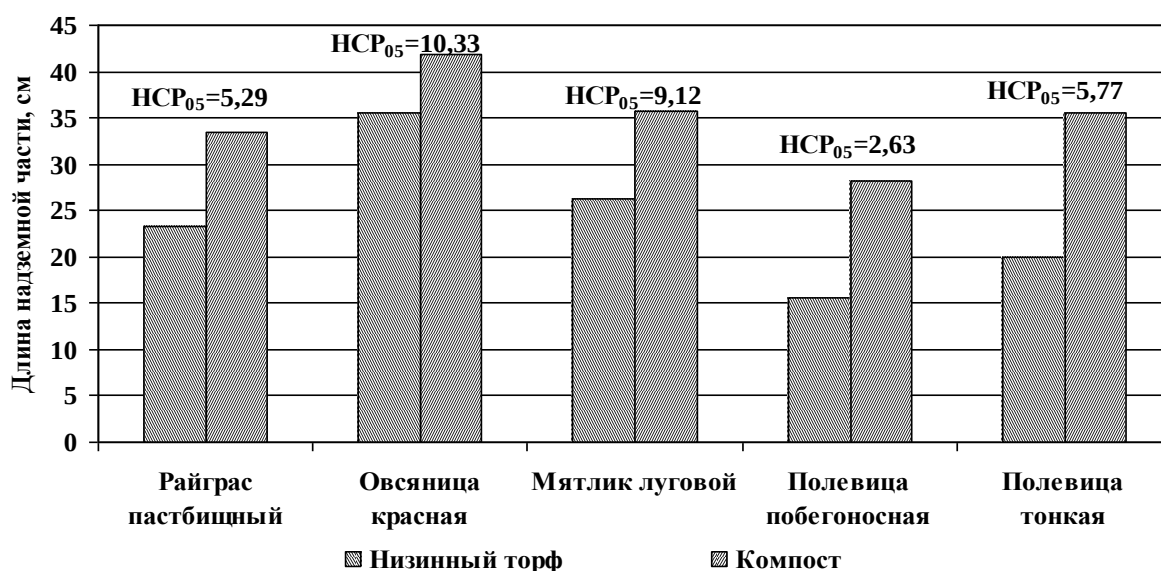
Необходимым условием для получения качественного, здорового и красивого газона является правильный подбор видов трав с учетом конкретных почвенно-климатических условий. В связи с этим было проведено исследование по оптимальному подбору видов газонных трав, наилучшим образом произрастающих на компостах из органических отходов.

Объектом исследования являлись посевы семян следующих видов газонных трав: райграс пастбищный, овсяница красная «ЭХО», мятлик луговой «Балин», полевица побегоносная «Кроми», полевица тонкая «Хайлэнд». Эти виды трав были выбраны для проведения эксперимента, так как они наиболее часто используются при составлении травосмесей для создания газонов в условиях г. Йошкар-Олы. Все эти травы, кроме райграса пастбищного, относятся к медленно развивающимся видам с корневищно-кустовым типом побегообразования, которые, как правило, являются постоянными доминантами и наиболее долголетними компонентами газонных культурфитоценозов, что позволяет создавать качественный многолетний газон [4, 5].

Семена каждого вида газонных трав высевались в исследуемые субстраты. Предварительно проверялись посевные качества семян в соответствии с ГОСТ 12038–84.

В соответствии с этим рассчитывалась норма посева семян по опытно-расчетным нормам для газонных трав [4]. Посев производился в последней декаде апреля. Полив осуществлялся по мере подсыхания верхнего слоя субстрата. Длительность эксперимента составляла три месяца. Каждый вариант опыта был заложен в трехкратной повторности.

Оценку основных параметров роста газонных трав в зависимости от применяемых субстратов проводили путем измерения линейных размеров и подсчета количества побегов растений на единицу площади. Во всех случаях длина надземной части газонных трав, выращенных на субстрате из органических отходов, превосходила данный показатель трав, выращенных на низинном торфе (см. рис.). По длине корневой системы и количеству побегов на единицу площади достоверных различий выявлено не было. Для оценки отзывчивости различных видов газонных трав на использование компоста методом дисперсионного анализа была вычислена сила влияния фактора и составлен ряд распределения видов газонных трав по мере увеличения отзывчивости: овсяница красная < мятлик луговой < райграс пастбищный < полевица тонкая < полевица побегоносная.



Длина надземной части газонных трав при использовании различных субстратов

На основании полученных данных и эколого-биологических особенностей исследуемых газонообразующих трав были составлены травосмеси для применения на различных классах газонов:

травосмесь №1 – мятлик луговой – 35%; овсяница красная «ЭХО» – 35%; райграс пастбищный – 30%;

травосмесь №2 – овсяница красная «ЭХО» – 50%; райграс пастбищный – 50%;

травосмесь №3 – мятлик луговой – 35%; овсяница красная «ЭХО» – 35%; полевица побегоносная – 30%.

Травосмесь №1 предназначена для восстановления поврежденных газонов, задернения склонов дорог и специальных площадок. Травосмесь №2 подходит для создания партерных, спортивных и обыкновенных садово-парковых газонов. Травосмесь №3 наилучшим образом подходит для создания высокодекоративных долговечных газонных покрытий различного назначения.

В поле экспериментальные участки закладывались следующим образом. На плотно укатанное основание насыпался слой опилок толщиной 5–6 см, а затем выравнивался и прикатывался катком до плотного состояния. Поверх слоя основания (подложки) из опилок укладывался слой компоста на основе органических отходов толщиной 4 см и тоже плотно прикатывался. На подготовленные площади, размер одного участка 5 м², производился посев трех различных травосмесей, составленных из семян тех видов трав, которые специально были отобраны для данного питательного субстрата. Каждый вариант закладывался в трехкратной повторности. После посева в течение двух вегетационных сезонов производился полив по мере подсыхания верхнего слоя, прополка сорняков и скашивание травостоя. Качество дернины оценивали по следующим параметрам: плотность травостоя (количество побегов на единицу площади), выдерживание нагрузки на разрыв и продавливание, в качестве контроля использовалась дернина, выращенная с использованием низинного торфа [6]. Полученные данные представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Определение показателей качества газонной дернины

Вариант	Плотность травостоя, шт./м ² по травосмесям			Нагрузка, кг/см ²					
				на разрыв по травосмесям			на продавливание по травосмесям		
	№1	№2	№3	№1	№2	№3	№1	№2	№3
Компост	21500	19100	19200	0,37	0,37	0,39	12,87	15,30	8,20
Низинный торф	13800	16900	13200	0,15	0,22	0,30	6,20	4,77	10,70
НСР ₀₅	2359,25	*	5744,34	0,069	0,095	0,066	4,42	7,51	*

Примечание: * – различие на 5% уровне значимости не существенно ($F_{\text{факт}} < F_{\text{табл}}$).

Выводы. Дернина, выращенная с использованием компоста на основе органических отходов, по всем качественным показателям значительно превосходит дернину, выращенную с использованием низинного торфа.

Плотность травостоя у травосмесей №1 и 3, выращенных в вариантах с использованием компоста, выше на 35,8 и 31,3% соответственно по сравнению с вариантами, на которых использовался низинный торф. Выдерживание нагрузки на разрыв у дернины, выращенной с использованием компоста, выше у всех трех травосмесей в 2,5; 1,7 и 1,3 раза соответственно. В испытании на продавливание наилучшие результаты показали травосмеси №1 и 2. Данный показатель превышает показатели, полученные с использованием торфа в 2,1 и 3,2 раза соответственно, что объясняется более развитой корневой системой у испытываемых образцов.

Таким образом, можно сделать вывод, что по основным показателям наилучшее влияние на произрастание газонных трав оказывает компост.

Внедрение использования компостов на основе органических отходов в садово-парковое строительство будет способствовать ускорению решения одной из сложнейших проблем – утилизации данного вида отходов при озеленении городов и населенных мест. Это позволит ежегодно переводить десятки тысяч тонн осадков и других отходов из категории загрязнителей окружающей среды в питательные субстраты, а также получить при этом экологический и экономический эффект.

Список литературы

1. Романов, Е. М. Лесные культуры. Производство и применение нетрадиционных органических удобрений в лесных питомниках: Учебное пособие / Е. М. Романов, Т. В. Нуреева, Д. И. Мухортов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 156 с.
2. Теодоронский, В. С. Садово-парковое хозяйство с основами механизации работ / В. С. Теодоронский, А. А. Золотаревский. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 336 с.
3. Merwe-Botha, M. Sustainable use of sewage sludge for cultivating instant lawns / M. Merwe-Botha // International water and irrigation. – 2003. – Vol. 23, № 3. – P. 16–19.
4. Лаптев, А. А. Газоны: монография / А. А. Лаптев. – Киев: Наукова думка, 1983. – 176 с.
5. Тюльдюков, В. А. Газоноведение и озеленение населенных территорий: Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / В. А. Тюльдюков, И. В. Кобозев, Н. В. Парахин. – М.: КолосС, 2002. – 264 с., ил.
6. Кобозев, И. В. Проведение полевых опытов по формированию газонов и оценка их качества: уч. пособие / И. В. Кобозев, Н. Л. Латифов, З. М. Урзабахтин. – М.: Изд. МСХА, 2002. – 82 с.

Статья поступила в редакцию 01.03.10.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (государственный контракт № П208 от 22 июля 2009) и при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (государственный контракт № 7054р/9596 от 01 июля 2009).

E. M. Romanov, D. I. Mukhortov, A. D. Sredin

ORGANIC WASTE UTILIZATION AT THE TURF CULTIVATION FOR THE LAWNS

A long-term research on turf cultivation for the lawns on the compost, made on the basis of organic wastes, such as drain treatment facilities sewage sludges and sawdust of coniferous wood, is carried out. It is concluded that introduction of composts usage on the basis of organic waste in landscape construction will promote the decision acceleration of one of the most complicated problems – recycling of the given waste kinds when planting of greenery in the cities and other populated areas. It will allow to transform dozens of thousands of tons of sediments and other types of the wastes, which belong to the category of environment contaminants, to nutritious substrates annually, and at the same time some ecological and economic effect will be achieved.

Key words: turf, roll lawn, organic waste, sawdust, sewage sludges, compost, peat, nutritious substrate.

РОМАНОВ Евгений Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ, ректор МарГТУ. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление. Автор более 160 научных работ. E-mail: rector@marstu.net

МУХОРТОВ Дмитрий Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ МарГТУ. Область научных интересов – переработка и применение органических отходов в лесном хозяйстве. Автор 50 научных и учебно-методических работ. E-mail: MuchortovDI@marstu.net

СРЕДИН Алексей Дмитриевич – аспирант кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ МарГТУ. Область научных интересов – переработка и применение органических отходов в садово-парковом и ландшафтном строительстве. Автор 12 публикаций. E-mail: sredin_alexey@mail.ru

УДК 630*27:630*181.28

**О. С. Соловьева, Н. А. Соколова,
О. Н. Бажин, А. Р. Гусейнова**

ЗЕЛЕННЫЕ НАСАЖДЕНИЯ КАК СРЕДСТВО УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИИ ГОРОДА

Приводится анализ состояния зеленых насаждений, произрастающих в г. Йошкар-Оле. На основе проведенной инвентаризации древесно-кустарниковых насаждений, согласно принятым методикам, анализируются ассортимент древесных растений, их биометрические показатели, санитарное состояние и декоративность. На основе проведенного анализа даются рекомендации по реконструкции насаждений.

Ключевые слова: зеленые насаждения, инвентаризация, биометрические показатели, декоративность, категории состояния.

Введение. Создание зеленых насаждений занимает важное место в системе мероприятий по улучшению окружающей среды в городе. Растения играют значительную роль в формировании среды человека, так как они обогащают воздух кислородом, поглощают углекислый газ, выделяют фитонциды. Насаждения могут быть надежным средством защиты от шума, пыли, загрязняющих атмосферу отходов промышленного производства.

Зеленые насаждения при озеленении населенных мест осуществляют многие функции, улучшающие среду проживания людей:

- санитарно-гигиенические, очищая воздух от пыли и газов, выделяя фитонциды, которые подавляют или губят болезнетворные микроорганизмы;
- защитные, являясь барьером между проезжей частью и тротуарами, защищают пешеходов от действия ветра, перегрева, снижают уровень шума;
- способствуют благоприятному психологическому воздействию, влияя на органы чувств человека окраской листьев, цветков, плодов древесных растений, их ароматом.

Озеленение улиц, как объектов общего пользования, при рациональной организации оказывает существенное влияние на важнейшие показатели качества окружающей среды.

Целью работы явилось изучение состояния зеленых насаждений, произрастающих на улице Первомайской города Йошкар-Олы в рамках инвентаризации и проекта реконструкции зеленых насаждений, благоустройства центральных улиц города Йошкар-Олы, выявление факторов, обуславливающих необходимость реконструкции зеленых насаждений.

Методика исследования. Инвентаризация насаждений проводилась в 2008 году. Для анализа состояния существующих древесно-кустарниковых насаждений была проведена детальная инвентаризация методом сплошного их перечета с характеристикой каждого растения [1, 2].

Исходным чертежом для проведения инвентаризации объекта являлась выкопировка с планшетов в М 1:500, выполненная МУП «Архитектор». В целях удобства прове-

дения учета озелененная территория разделялась на условные учетные участки, ограниченные дорожками или другими постоянными контурами внутренней ситуации. Учетным участкам присваивались порядковые номера (проставленные в кружках). При проведении инвентаризации каждое растение было нанесено на план инвентаризации древесно-кустарниковых насаждений и ему был присвоен свой порядковый номер в границах учетного участка. Деревья и одиночно растущие кустарники нанесены на план графически в виде точки, которая определяет место ствола растения. Группы кустарников отмечены соответствующим контуром по занимаемой их кронами площади. Привязка растений в натуре осуществлялась при помощи рулетки к элементам планировки: к дорожкам с твердым покрытием, отмосткам зданий. Результаты инвентаризации заносились в инвентаризационную ведомость, в которую включены следующие показатели: номер учетного участка, номер растения по плану, видовое название растения, количество растений в посадочном месте, если растут групповые посадки кустарников, куртины или живые изгороди, то протяженность живой изгороди в погонных метрах либо площадь в метрах квадратных, указывается наличие обрезки растений, характеристика ствола и кроны, высота растения и высота штамба, диаметр ствола на высоте 1,3 м, декоративная оценка, категория состояния, в примечании – рекомендуемые мероприятия.

Биометрические показатели (высота, диаметр кроны и ствола) определялись при помощи лесотаксационных измерительных инструментов.

Газоны и цветники учитывались по площади (многолетние цветы, кроме того, учитываются по количеству кустов на учетном участке).

Состояние насаждений определялось по следующим признакам:

1 – «хорошее»:

- древесные и кустарниковые растения здоровые с правильной, хорошо развитой кроной, без существенных повреждений;
- газоны без пролысин и с хорошо развитым травостоем – стриженным или луговым;
- цветники без увядших растений и их частей.

2 – «удовлетворительное»:

- древесные и кустарниковые растения здоровые, но с неправильно развитой кроной, со значительными, но не угрожающими их жизни ранениями или повреждениями, с дуплами и др.; кустарник с наличием поросли; газон с небольшими пролысинами, малоухаживаемым травостоем;
- цветники с наличием увядших частей растений.

3 – «неудовлетворительное»:

- растения с неправильно и слабо развитой кроной, со значительными повреждениями и ранениями, с зараженностью болезнями или вредителями, угрожающими их жизни; кустарники с наличием поросли и отмерших частей;
- газоны с редким, вымирающим травостоем;
- цветники с большими выппадами цветов, увядших растений и их частей.

Декоративность определялась эстетическими качествами растения: габитус, архитектура кроны, характер облиствения, форма и окраска листьев. Декоративность оценивалась по следующей четырехбалльной шкале:

4 балла – растение имеет хороший прирост, хорошо сформированную и развитую крону, яркую окраску листьев и цветков;

3 балла – растение сохраняет свой габитус, имеет хорошо сформированный ствол;

2 балла – растение угнетено в росте, имеет деформированные крону и ствол, имеются морозные трещины и сухие ветви;

1 балл – крона деформирована, растение не может восстановить свою жизнедеятельность.

Результаты исследований. Улица Первомайская является магистральной улицей общегородского назначения, которая обеспечивает связь между транспортными, промышленными районами и общественным центром, а также магистральными улицами непрерывного движения с устройством пересечений с другими улицами в одном уровне. Улица Первомайская обеспечивает транспортную связь между районами города и с местами массового посещения общегородского значения, такими, как Дворец имени XXX-летия Победы, Парк культуры и отдыха имени XXX-летия ВЛКСМ, Центральный рынок и т.д. Улица проходит через весь город, ориентирована с северо-востока на юго-запад. С севера ограничена улицей Некрасова, с юга – улицей Панфилова.

К основным особенностям улицы Первомайской как магистральной улицы общегородского значения относятся:

- высокая напряженность движения;
- разнообразие транспортных средств, так как наряду с автомобильным транспортом осуществляется движение троллейбусов, автобусов, маршрутных такси, велосипедов, мотоциклов, транспорта специального назначения (аварийный, пожарный, скорая помощь);
- разнообразный режим движения транспорта, предусматривающий наряду с непрерывным движением и саморегулирующее движение, размещение остановочных пунктов массового общественного транспорта, обеспечение подъездов для обеспечения различной по назначению городской застройки, пропуск транзитного движения, частое расположение перекрестков и пересечений городских улиц и дорог между собой;
- пешеходное движение весьма высокой интенсивности в сочетании с высокой интенсивностью движения транспорта;
- размещение автостоянок различного типа: от кратковременных вдоль бортов проезжей части до стоянок длительного хранения автомобилей;
- система водоотвода в виде бортовых лотков и закрытой системы водостоков, состоящей из водоприемных и смотровых колодцев, трубопроводов, начиная от малых соединительных веток, заканчивая магистральными водоотводящими коллекторами;
- подземные и надземные инженерные сети со специальными сооружениями (колодцы, камеры и т.д.).

Жилая застройка по маршруту обследования зеленых насаждений представлена частными и многоэтажными домами. Инвентаризация насаждений проводилась в пределах «красных» линий.

Длина улицы составляет 2800 м. Ширина улицы устанавливается пространством между «красными» линиями. Она варьирует от 25 м в частном секторе (от улицы Серова до улицы Пролетарской) до 50 м на остальном ее протяжении. Общая площадь улицы составляет 16,8 га, площадь зеленых насаждений – 3,7 га. По существующим нормам удельный вес зеленых насаждений на магистралях шириной более 40 м должен быть равен 25%. Удельный вес зеленых насаждений по улице Первомайской несколько ниже принятых норм и равен 22%.

Насаждения на улице представлены в виде одно- или двухрядной посадки, изредка встречается трехрядная посадка. Посадки произведены между проезжей и пешеходной частями улицы. В образовании рядов используются как деревья, так и кустарники.

Распределение древесных растений по группам показано в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Распределение древесных растений по группам

Группа древесных растений	Количество видов, шт.
Хвойные деревья	4
Хвойные кустарники	2
Лиственные деревья	19
Лиственные кустарники	24
Всего видов:	49

На обследуемой территории отмечено 49 видов древесно-кустарниковых растений [3]. Основная часть из них – лиственные деревья и кустарники. Хвойные растения представлены четырьмя аборигенными видами деревьев: елью европейской (*Picea abies* (L.) Karst.), пихтой сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) и сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Хвойных кустарников на объекте обследования – два вида: туя западная (кустовидной жизненной формы) (*Thuja occidentalis* L.) и можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.). Видовой состав лиственных растений более богат и разнообразен. Зафиксировано 29 видов деревьев и 28 видов кустарников. Здесь произрастают как коренные виды, так и интродуценты. Коренные виды: липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), вяз голый (*Ulmus glabra* Huds.), ива белая (*Salix alba* L.) и ива ломкая (*Salix fragilis* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), осина (*Populus tremula* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), яблоня лесная (*Malus silvestris* Mill.), жимолость обыкновенная (*Lonicera xylosteum* L.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.). Интродуценты представлены тополем бальзамическим (*Populus balsamifera* L.), тополем советским пирамидальным (*Populus sowietica pyramidalis* Jabl.), кленом американским (*Acer negundo* L.), черемухой Маака (*Padus maackii* (Rupr.) Kom.), яблоней ягодной (*Malus baccata* (L.) Borkh.), снежноягодником белым (*Symphoricarpos albus* (L.) Blake), смородиной золотистой (*Ribes aureum* Pursch.), розой майской (*Rosa majalis* Herrm.) и розой морщинистой (*Rosa rugosa* Thunb.), пузыреплодником калинолистным (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.), сиренью обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.), караганой древовидной (*Caragana arborescens* Lam.) и некоторыми другими видами. Общее количество деревьев, обследованных на улице Первомайской, равно 1996 шт., кустарников свободно растущих – 174 шт. Помимо этого отмечено 850,6 м живых изгородей из кустарников разных видов, 45 м куртин, состоящих из кустарников.

В количественном отношении на долю хвойных растений приходится лишь незначительная часть – 0,5% от общего числа деревьев (всего 12 шт.) и 4,1% кустарников (87 шт.). Из деревьев лиственных видов преобладающим является один вид – липа мелколистная – в количестве 1499 растений (табл. 2), что составляет 70% от общего количества деревьев. Другой вид, часто встречающийся в озеленении нашего города, – береза повислая – уступает лидеру почти в 10 раз и насчитывает 165 стволов, что составляет 7,7% от общего количества растений. Рябина обыкновенная, произрастающая в виде дерева, занимает третье место в этом списке и насчитывает 108 деревьев, или 5%. Остальные лиственные деревья представлены незначительно. Число их колеблется от 44 шт. (клен американский) до 1 шт. (вяз голый). Красивоцветущие виды, такие, как черемуха обыкновенная, черемуха Маака, яблоня лесная и яблоня ягодная, произрастают в не больших количествах: порядка двадцати растений каждого рода.

Распределение деревьев и кустарников по категориям состояния отражено в табл. 2 и 3 соответственно.

Т а б л и ц а 2

Распределение деревьев по категориям состояния

Наименование вида	Категория состояния					
	1		2		3	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Хвойные растения						
Ель европейская	-	-	3	0,1	-	-
Лиственница сибирская	-	-	3	0,1	1	0,1
Пихта сибирская	-	-	3	0,1	-	-
Сосна обыкновенная	-	-	2	0,1	-	-
Всего			11		1	
Лиственные деревья						
Береза повислая	5	0,3	156	7,9	4	0,2
Береза повислая + клен американский	-	-	-	-	4	0,2
Береза повислая + рябина обыкновенная	-	-	3	0,1	-	-
Береза повислая + тополь советский пирамидальный + яблоня лесная	-	-	3	0,1	-	-
Вяз голый	-	-	1	0,1	-	-
Дуб черешчатый	-	-	4	0,2	-	-
Ива белая	-	-	3	0,1	-	-
Ива ломкая	-	-	7	0,4	-	-
Клен американский	-	-	15	0,8	29	1,5
Клен американский + вишня обыкновенная	-	-	3	0,1	-	-
Клен остролистный	-	-	6	0,3	-	-
Липа мелколистная	1	0,1	1421	72,2	77	3,8
Липа мелколистная + пузыреплодник калинолистный	-	-	2	0,1	-	-
Липа мелколистная + рябина обыкновенная	-	-	4	0,2	-	-
Липа мелколистная + тополь бальзамический	-	-	2	0,1	-	-
Липа мелколистная + черемуха обыкновенная	-	-	2	0,1	-	-
Липа мелколистная + яблоня лесная	-	-	2	0,1	-	-
Осина	-	-	2	0,1	-	-
Рябина обыкновенная	-	-	72	3,7	36	1,8
Рябина обыкновенная + липа мелколистная	-	-	5	0,3	-	-
Тополь бальзамический	-	-	5	0,3	4	0,2
Тополь советский пирамидальный	-	-	5	0,3	-	-
Черемуха Маака	-	-	10	0,5	1	0,1
Черемуха обыкновенная	-	-	6	0,3	1	0,1
Яблоня домашняя	-	-	2	0,1	-	-
Яблоня лесная	-	-	16	0,8	-	-
Яблоня лесная + клен американский	-	-	3	0,1	-	-
Яблоня ягодная	-	-	36	1,8	2	0,1
Сухостой	-	-	-	-	-	-
Всего: 1960	6		1785		157	
Итого: 1972	6	0,4	1796	91,6	158	8

Свободно растущих кустарников лиственных видов немного (табл. 3). Они единично произрастают, как правило, в жилой застройке частных домов. Большее количество одного вида – вишни кустарниковой (13 шт.). Другие виды насчитывают от одного до девяти растений.

Лиственные кустарники, формирующие живые изгороди, представлены пузыреплодником калинолистным, образующим как чистые живые изгороди, так и смешанные с самосевом клена американского. Другим образователем чистых и смешанных живых изгородей является карагана древовидная, или желтая акация.

Т а б л и ц а 3

Распределение свободно растущих кустарников по категориям состояния

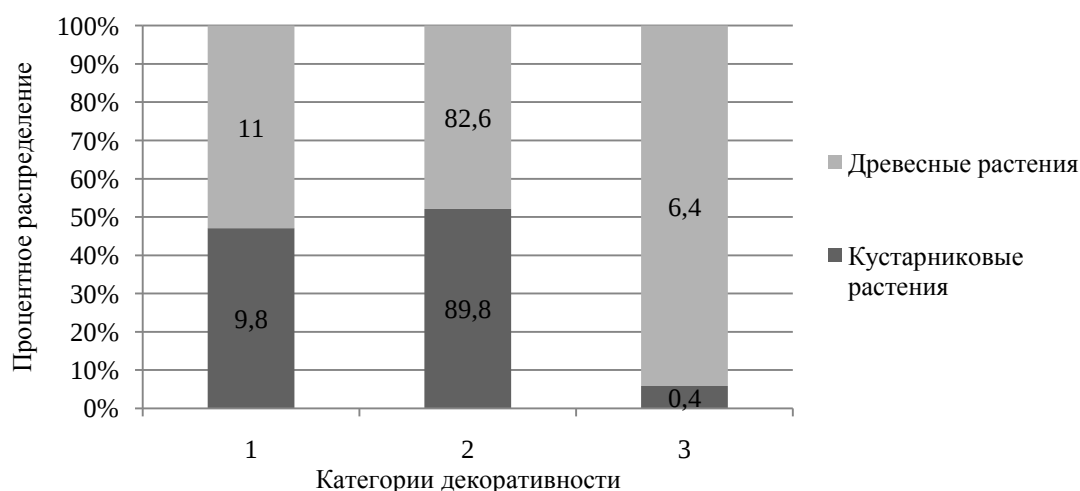
Наименование вида	Категория состояния					
	1		2		3	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Отдельно растущие хвойные кустарники						
Можжевельник обыкновенный	-	-	1	0,5	-	-
Туя западная	-	-	77	42,6	7	3,9
Туя западная + клен американский	-	-	2	1,1	-	-
Отдельно растущие лиственные кустарники						
Вишня обыкновенная	-	-	9	4,9	4	2,2
Дерен белый	-	-	6	3,3	-	-
Жимолость обыкновенная	-	-	1	0,5	-	-
Ива ломкая	-	-	1	0,5	-	-
Ива прутовидная	-	-	1	0,5	-	-
Ива серая + клен американский	-	-	2	1,1	-	-
Калина обыкновенная	-	-			1	0,5
Карагана древовидная	-	-	4	2,2	-	-
Карагана древовидная + клен американский	-	-	2	1,1	-	-
Клен американский	-	-	1	0,5	1	0,5
Клен американский + арония черноплодная	-	-	2	1,1	-	-
Клен американский + ива	-	-	2	1,1	-	-
Лещина + клен остролистный	-	-	2	1,1	-	-
Облепиха жостеролистная	-	-	1	0,5	-	-
Пузыреплодник калинолистный	-	-	2	1,1	-	-
Роза майская	-	-	4	2,2	-	-
Роза морщинистая	-	-	2	1,1	-	-
Рябина обыкновенная	-	-	3	1,6	-	-
Рябина обыкновенная + вишня обыкновенная	-	-	6	3,3	-	-
Сирень обыкновенная	-	-	5	2,9	-	-
Смородина	-	-	2	1,1	-	-
Снежнаягодник белый	-	-	7	3,9	-	-
Терн	-	-	3	1,6	-	-
Черемуха обыкновенная	-	-	9	4,9	-	-
Яблоня домашняя	-	-	4	2,2	-	-
Яблоня ягодная	-	-	3	1,6	-	-
Всего:	-	-	164	92,4	13	7,6

Большинство экземпляров деревьев и кустарников имеют вторую категорию состояния (см. табл. 2, 3). Это 1807 экземпляров деревьев (91,6% от общего количества растений), 164 свободно растущих кустарника (92,4%), все кустарники в живой изгороди и большинство кустарников в куртинах.

Единично встречаются деревья, имеющие первую категорию состояния. Среди них 5 шт. березы повислой и одна липа мелколистная.

Третью категорию состояния имеют 171 дерево и кустарник, 7,5 м живой изгороди и 5,5 м куртин. Среди лиственных видов, имеющих третью категорию состояния, большинство липы мелколистной (около 50% деревьев этой категории). Но удельный вес деревьев липы мелколистной этой категории в сравнении с общим количеством растений липы, участвующей в озеленении улицы Первомайской, небольшой. От общего количества липы всех категорий третья составляет около 6%. Одной из причин плохого состояния липы, на наш взгляд, является сильная обрезка крон деревьев, выполняемая с некоторыми нарушениями. Важной причиной является тот стресс, который получают деревья на этой магистральной улице. Рябина обыкновенная, являясь недол-

говечным видом в естественных условиях, так же страдает на магистральных улицах. Поэтому более половины ее, растущей в древовидной форме, отнесено к третьей категории состояния. Более 70% клена американского, как недолговечного вида, имеющего все признаки угнетенного состояния, отнесены к третьей категории состояния. Среди кустарников в третью категорию состояния отнесены несколько экземпляров клена американского, произрастающего в кустовой форме, единично карагана древовидная, вишня кустарниковая и туя западная, также произрастающая в кустовой форме.



Распределение древесных и кустарниковых растений по категориям декоративности

На рис. представлено распределение древесных и кустарниковых растений по категориям декоративности. Преобладают в основном растения второй категории декоративности, на втором месте располагаются деревья и кустарники первой категории декоративности и незначительный процент имеет третья категория декоративности. Это говорит о том, что насаждения на ул. Первомайской находятся в удовлетворительном состоянии, с точки зрения декоративного ухода за ними.

В связи с загущенностью посадок и нарушением режима инсоляции на всей территории произрастает естественный травяной покров. Напочвенный покров требует полной реконструкции, так как 15% его площади представляют вытопанные участки, видовой состав трав в основном представлен сорной широколиственной растительностью: одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), подорожник большой (*Plantago major* L.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.). Говоря о качественных характеристиках, следует заметить, что газоны не созданы вообще, хотя многими специалистами отмечено, что отсутствие ухоженного газона под деревьями значительно снижает осаждение пыли зелеными насаждениями, уменьшая их пылезащитную функцию в несколько раз.

На основании тщательно проведенного анализа составлена достаточно полная характеристика ландшафтной организации территории улицы Первомайской.

Структура насаждений претерпела изменения в сторону постепенной деградации. В связи с переуплотненным размещением растительности произошла деформация крон, вытягивание и искривление стволов, отмирание ветвей, появление сухих сучьев и полное отмирание. На состояние насаждений существенное влияние оказали рекреационные нагрузки из-за стихийно проложенных пешеходных дорожек, а также отрицательное воздействие окружающей городской среды, интенсивность использования улицы. Немаловажным фактором является отсутствие систематического ухода за насаждениями.

ми: подкормок, обрезки, формирования крон деревьев, омолаживания кустарников, устранения механических повреждений, борьбы с вредителями и болезнями. Ошибки, допущенные при проектировании, такие, как посадка растений под линиями электропередач, что привело к вынужденной обрезке крон, также сказались на состоянии насаждений в настоящее время. Все вышесказанное привело насаждения к потере их декоративности и жизнеспособности и уменьшению их функциональной эффективности. Насаждения перестали в полном объеме выполнять санитарно-гигиеническую, рекреационную и архитектурно-художественную функции в результате их бессистемного размещения, монотонности, однообразия и отсутствия зонирования территории.

Выводы. На улице Первомайской выявлены следующие факторы, обуславливающие необходимость реконструкции зеленых насаждений:

- наличие сухостойных, старовозрастных и необратимо поврежденных болезнями и вредителями деревьев, которые следует удалять прежде всего из-за потери декоративности и снижения газо- и шумозащитных свойств. Также имеется опасность их падения и заражения соседних деревьев;
- разреженные вследствие выпадения деревьев и кустарников насаждения имеют недостаточную микроклиматическую, шумо-, ветро- и пылезащитную способность, теряют свою декоративность;
- наличие деревьев, не соответствующих экологическим условиям произрастания, например, сосны обыкновенной, которая является видом, не устойчивым к загазованности, в результате чего находится в угнетенном состоянии и декоративные качества её снижены.

Зеленые насаждения нуждаются в полной реконструкции, для чего на территории улицы необходимо проведение реконструктивных, восстановительных рубок, рубок формирования с целью улучшения качества древостоев и пространственного размещения деревьев.

Требуется проведение работ по формированию оптимального состояния типа пространственной структуры зеленых насаждений и их чередования друг с другом. При реконструкции насаждений следует стремиться к рациональному чередованию открытых, полуоткрытых и закрытых пространств, с тем, чтобы обеспечить освещенность территории, ее проветриваемость, эстетическую привлекательность.

Для получения максимального эстетического эффекта необходим комплексный подход к подбору ассортимента, устойчивого в городских условиях, выполняющего при этом средозащитные функции и имеющего высокую эстетическую ценность. К таким растениям можно отнести: тополь советский пирамидальный, липу мелколистную, конский каштан обыкновенный, ель колючую, пихту одноцветную, лиственницу сибирскую, тую западную, сосну кедровую сибирскую, кизильник блестящий, пузыреплодник калинолистный, жимолость татарскую, сирень обыкновенную, сирень венгерскую, магонию падуболистную, можжевельник казацкий.

Необходимо обогатить видовое разнообразие насаждений, используя видовое и сортовое разнообразие как местных, так и интродуцированных видов растений. При озеленении части улицы под воздушными линиями электропередач лучше высаживать невысокие древесные растения, которые при эксплуатации не будут нуждаться в сильной обрезке, такие, как: рябина обыкновенная, боярышник кроваво-красный, яблоня ягодная, сирени и другие виды, которые к тому же являются достаточно устойчивыми к негативному воздействию автотранспорта.

Благодаря проведению реконструктивных работ повысится привлекательность улицы, улучшится структура насаждений, их микроклиматическая эффективность.

Список литературы

1. Правила проведения инвентаризации и паспортизации озелененных территорий в городах Российской Федерации / ГУП Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова. – М., 2004. – 40 с.
2. Правила благоустройства территорий городского округа «Город Йошкар-Ола». Утверждены Собранием депутатов городского округа «Город Йошкар-Ола» 14.07.2009, №752-IV. – 20 с.
3. Пчелин, В. И. Дендрология. Учебник / В. И. Пчелин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 520 с.

Статья поступила в редакцию 20.04.09.

**O. S. Solovyova, N. A. Sokolova,
O. N. Bazhin, A. P. Gusseinova**

GREEN PLANTINGS AS A MEANS OF CITY ECOLOGY IMPROVEMENT

The analysis of the condition of the green plantings, growing in Yoshkar-Ola is presented. On the basis of the taken inventory of the tree and shrubbery plantings, and according to the accepted techniques, the assortment of the wood plants, its biometric parameters, sanitary state and decorative effect are analyzed. On the basis of the analysis some recommendations on plantings reconstruction are given.

Key words: green plantings, inventory, biometric parameters, decorative effect, category of state.

СОЛОВЬЕВА Оксана Сергеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии МарГТУ, главный специалист – ландшафтный архитектор Управления архитектуры и градостроительства администрации городского округа «Город Йошкар-Ола». Область научных интересов – физиология растений, экология городских насаждений; ландшафтное проектирование, ландшафтная архитектура. Автор 32 публикаций. E-mail: sol-oxana@yandex.ru

СОКОЛОВА Надежда Анатольевна – старший преподаватель кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии МарГТУ. Область научных интересов – интродукция древесных растений. Автор 37 публикаций. E-mail: SokolovaNA@marstu.net

БАЖИН Олег Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства МарГТУ. Область научных интересов – лесная таксация, моделирование лесотаксационных показателей, продуктивность искусственных древостоев. Автор 22 публикаций. E-mail: strannic8@mgs.ru

ГУСЕЙНОВА Афсана Рамизовна – студентка МарГТУ. Область научных интересов – озеленение населенных мест. E-mail: gusenesh87@rambler.ru

УДК 631.559:582.971.1(470.343)

Н. А. Разумников, М. И. Рябинин, Е. Н. Соломина**УРОЖАЙНОСТЬ И СВОЙСТВА ПЛОДОВ СОРТООБРАЗЦОВ
ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ**

Представлены результаты многолетних работ в Республике Марий Эл по отбору сортобразцов жимолости синей, характеризующихся комплексом хозяйственно значимых свойств и превосходящих аналогичные признаки районированных сортов. Корреляционный анализ биометрических и биохимических параметров сортобразцов жимолости синей выявил тесную корреляционную связь между средней массой плода и урожайностью растения, индексом сладости и содержанием сахаров в ягодах; значительную связь – между содержанием сахаров и массой плода и умеренную связь – между кислотностью и индексом сладости плода. Приведены данные по содержанию некоторых металлов (Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Co, Cd) в плодах сортобразца Р 51.

Ключевые слова: жимолость синяя, урожайность, сахара, кислотность, индекс сладости, корреляционная связь, металлы.

Введение. Жимолость синяя (*Lonicera caerulea* L.) – ягодная культура, получившая широкую популярность ввиду скороплодности, раннего срока созревания, пищевых и целебных свойств плодов. Ценность ягод жимолости определяется содержанием в них многих витаминов, пектина, сахаров и микроэлементов. Однако в Волго-Вятском регионе ограниченного плодоводства, к числу которых относится и Республика Марий Эл, характеризующаяся сложными почвенно-климатическими условиями, количество районированных сортов жимолости синей, сочетающих комплекс хозяйственно значимых свойств, крайне мало [1, 2].

Увеличение спроса населения на культуру в любительском садоводстве и перспективы выращивания на плантации побуждают решать задачи получения новых сортов. Основными направлениями селекции жимолости синей являются: устойчивость к неблагоприятным факторам среды, крупноплодность, урожайность, вкусовые качества, сроки созревания и осыпаемость плодов [3].

В решении задачи привлечения новых перспективных сортов жимолости синей немаловажную роль выполняет Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (МарНИИСХ). С 2000 года в опытно-производственном саду МарНИИСХ производится сравнительная оценка около 20 сортов жимолости синей, выведенных в различных селекционных центрах России. Среди изучаемых сортов жимолости по комплексу хозяйственно ценных признаков (крупноплодности, вкусовым качествам) перспективными для производства выделяются элитная форма № 39, «Синяя птица», «Поздняя из Павловска», «Голубое веретено» [4]. Однако проблема полного удовлетворения потребностей населения сортовым разнообразием жимолости синей, отвечающим современным требованиям плодоводства, остается актуальной.

Цель настоящего исследования – обобщение результатов многолетних работ по гибридизации, отбору сортообразцов жимолости синей, адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона и характеризующихся хорошей, стабильной урожайностью и малой осыпаемостью, высокими товарными и потребительскими качествами плодов.

Решаемые задачи:

- 1) изучение урожайности, товарных и потребительских качеств отселектированных форм (сортообразцов) жимолости синей;
- 2) выявление взаимосвязи между биометрическими и биохимическими признаками плодов;
- 3) определение содержания микроэлементов в ягодах жимолости синей.

Объекты и методики исследований. Объектом исследований явилось семенное потомство от свободного опыления интродуцированных видов жимолости алтайской и жимолости камчатской, из которых во втором поколении производили поэтапный отбор перспективных образцов. Маточная база расположена в пригороде г. Йошкар-Олы и Ботаническом саду-институте Марийского государственного технического университета. В работе руководствовались положениями «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [3]. В результате 20-летней работы отобраны более десяти образцов, из которых в 2006 году один сортообразец Р 51 представлен на Госсортоиспытание и семь форм выделены в качестве сортообразцов [5, 6].

Исследования зрелых плодов проводили в 2005, 2007–2009 гг. Содержание сахаров в плодах определяли антроновым методом [7], титруемых кислот (общей кислотности) – по Б. А. Ягодину и др. [8]. Сахарокислотный коэффициент (или индекс сладости) рассчитывали как отношение содержания сахаров к титруемым кислотам [9]. Содержание металлов в плодах сортообразца Р 51 устанавливали методом атомно-абсорбционной спектроскопии [10]. Подготовку образцов для анализа на содержание микроэлементов осуществляли по [11]. Определение влажности осуществляли высушиванием навески при температуре $105 \pm 2^\circ\text{C}$ до абсолютно сухого состояния.

Результаты исследований. Многолетними наблюдениями за отселектированными образцами растений жимолости синей и их вегетативным потомством 5–6-летнего возраста установлены их достаточно высокая зимостойкость и морозоустойчивость. На растениях образцов Р 38, Р 23, Р 37, Ф 48 в отдельные годы после продолжительной тёплой осени, ввиду пробуждения отдельных верхушечных почек, отмечали их гибель от подмерзания. Большинство изученных образцов (Р 21, Р 23, Р 37, Р 45) характеризовались средним плодоношением (3 балла), Ф 48, Р 107 – хорошим (4 балла), сортообразец Р 51 – преимущественно обильным (5 баллов) и лишь форма Р 38 отличалась слабым плодоношением. Кусты жимолости синей в 13–17-летнем возрасте характеризовались средней урожайностью от 1,0 до 2,2 кг плодов (табл. 1). Наибольший урожай (2,2...2,5 кг с куста) отмечали у сортообразца Р 51.

Ягоды сортообразца Р 51 характеризовались средним, растянутым на две недели сроком созревания, при этом они опадали лишь единично. Самым ранним сроком массового созревания ягод, приходящимся на конец первой декады июня, отличался образец Р 21. Растения образцов Р 21 и Р 23 по осыпаемости плодов оценены 2 баллами, Р 37 – 3 баллами, с учетом дружного созревания плодов возможно их использование для механизированной уборки. Для образца Р 38 характерна отрываемость ягоды с разрывом кожицы у плодоножки. У образцов Р 45 и Ф 48 осыпание ягод отсутствует либо очень слабое.

Т а б л и ц а 1

**Урожайность и характеристика плодов сортообразцов жимолости синей
в Республике Марий Эл за период 2005, 2007–2009 гг. (* – контроль)**

Наименование сортообразцов	Средний урожай плодов с одного куста, кг	Балл плодородности	Средняя масса плода, г $M \pm m$	Изменчивость признака, V , %	t_{ϕ}	Содержание, % на сырую массу, $M \pm m$		Индекс сладости
						сахара	кислот	
Р 21	1,7	3	$1,1 \pm 0,06$	9,1	4,92	$9,8 \pm 1,0$	$2,1 \pm 0,02$	4,8
Р 23	1,5	3	$0,9 \pm 0,06$	11,1	1,64	$8,9 \pm 0,3$	$2,3 \pm 0,04$	3,8
Р 37	1,4	3	$1,0 \pm 0,08$	13,0	2,47	$9,9 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,17$	5,0
Р 38	1,0	2	$1,1 \pm 0,07$	12,9	2,82	$11,4 \pm 0,9$	$2,1 \pm 0,19$	5,5
Р 45	1,3	3	$1,0 \pm 0,06$	10,2	3,28	$8,7 \pm 0,8$	$2,1 \pm 0,01$	4,1
Ф 48	1,9	4	$0,8 \pm 0,04$	7,9	3,12	$8,6 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,01$	4,6
Р 51*	2,2	5	$0,8 \pm 0,01$	0,8	–	$9,8 \pm 1,2$	$2,1 \pm 0,10$	4,6
Р 107	1,0	4	$1,2 \pm 0,10$	16,6	–	9,8	1,97	5,0

Примечание: t_{ϕ} – фактическая величина критерия различия массы плодов сортообразцов с контролем (Р 51); стандартное значение $t_{0,05} = 3,18$.

Изученные сортообразцы формировали плоды средней массой от 0,8 до 1,1 г. Ранжированием по показателю массы выделены средние по величине ягоды (0,7–0,9 г) у образцов Ф 48, Р 51 и Р 23 и крупные плоды (1,0–1,2 г) – у остальных образцов. Изученный признак у сортообразца Р 51 характеризовался слабой изменчивостью ($V = 0,8\%$), образцов Р 21, Р 45 и Ф 48 – умеренной ($V = 7,9...10,2\%$), у остальных – значительной изменчивостью ($V = 11,1...16,6\%$). Различие по средней массе плодов между образцом Р 21 и представленным на Госсортоиспытание сортообразцом Р 51 (контроль) достоверно ($t_{\phi} = 4,92 > t_{0,05} = 3,18$). Достоверно различаются по анализируемому признаку плоды сортообразца Р 51 и Ф 48 ($t_{0,05} = 3,18 > t_{\phi} = 3,12$). Отмечается существенность к различию между средней массой плодов сортообразца Р 51 и образцами Р 37, Р 38, Ф 48.

Ценность культуры жимолости во многом определяется вкусовыми качествами ягод, которые обусловлены содержанием сахаров и органических кислот. Зрелые плоды полученных сортообразцов характеризовались средним содержанием сахаров от 8,6 до 11,4 % и органических кислот – от 1,9 до 2,3%. Сахарокислотный коэффициент, или индекс сладости плодов тестируемых форм, колебался от 3,8 до 5,5.

Плоды образца Р 38 отличал сладкий, десертный вкус, вкусовые качества оценивались в 4,8–5 баллов, кисло-сладкие плоды с ароматом образца Р 23 заслуживали 4,6–4,8 балла. Плоды образца Р 37 имеют кисло-сладкий вкус, практически без горечи (4,3 балла). Для плодов образца Ф 48 характерен вкус черники (4 балла). Плоды сортообразцов Р 21, 45, 51, 107 характеризовались кисловато-сладким вкусом, оценивались по вкусовым качествам от 4,0 до 4,4 балла.

При сравнении показателей урожайности и характеристик плодов полученных сортообразцов в сравнении с исходными видами [12] и испытываемыми в Республике Марий Эл и рекомендуемыми для внедрения в производство сортами жимолости [4] можно видеть, что большинство тестируемых сортообразцов урожайнее контрольного сорта, отличаются крупностью и лучшими биохимическими параметрами плодов. По содержанию сахаров сортообразцы в 1,1...1,4 раза выше в сравнении с контрольным сортом «Голубое веретено» и значительно (в 1,4... 1,7 раза) превосходят и исходные виды. В итоге сахарокислотный коэффициент плодов тестируемых форм в 1,3...1,4 раза выше аналогичных показателей жимолости алтайской и камчатской и в 1,4...2,0 раза превосходит показатель контрольного сорта (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Урожайность и параметры плодов видов и сортов жимолости

Наименование видов и сортов	Средний уро- жай плодов с одного куста, кг	Средняя масса плода, г	Содержание, %		Индекс сла- дости
			сахара	кислот	
Виды по [12]					
Жимолость алтайская	До 2,5	–	6,2	2,1	3,0
Жимолость камчатская	До 1,0	0,8	6,5	1,7	3,8
Сорта по [4]					
«Голубое веретено» (контроль)	1,0	0,9	8,2	2,9	2,8
«Колокольчик»	0,8	0,9	6,6	2,8	2,4
«Павловская»	1,0	1,1	9,4	3,2	2,9
«Поздняя из Павловска»	0,7	1,1	9,5	3,0	3,2
«Синяя птица»	1,0	0,8	9,3	2,9	3,2
«Элитная форма № 39»	1,4	1,1	8,0	2,5	3,2

При проведении корреляционного анализа между биометрическими и биохимическими параметрами изученных сортообразцов жимолости синей выявлен ряд взаимосвязей (табл. 3). Тесная отрицательная корреляционная связь ($r = -0,81$) отмечается между урожайностью растений и массой плода, что вполне объяснимо: при формировании высоких урожаев, как правило, ягоды мельчают. Для сравнения, Т. В. Жидёхина у жимолости сорта «Лазурная» в условиях Центрально-Чернозёмной зоны выявила между урожаем плодов и его средней массой лишь умеренную корреляционную связь ($r = 0,31$) [13].

Т а б л и ц а 3

**Матрица коэффициентов корреляции между
биометрическими и биохимическими параметрами
сортообразцов жимолости синей**

Параметр	Значения коэффициентов корреляции			
	1	2	3	4
1. Урожайность растения	1,00			
2. Средняя масса плода	-0,81	1,00		
3. Содержание сахара	-0,40	0,51	1,00	
4. Содержание кислот	-0,06	-0,02	0,02	1,00
5. Индекс сладости	-0,33	0,46	0,87	-0,48

Между урожайностью и содержанием сахаров в плодах изученных сортообразцов растений выявлена умеренная корреляционная связь ($r = -0,40$), а между средней массой плода и изменением содержания сахаров установлена значительная корреляционная связь ($r = 0,51$), что в итоге отражается и на индексе сладости. Отмечаемая тесная корреляционная связь ($r = 0,87$) между содержанием сахаров и индексом сладости, а также умеренная обратная корреляционная связь ($r = -0,48$) между кислотностью и индексом сладости указывают на влияние биохимических признаков на вкусовые качества ягод.

Пищевые и лечебные свойства ягод жимолости связывают в том числе и с содержанием в них различных микроэлементов. Известно, что в растительных организмах ряд микроэлементов (марганец, железо, медь, кобальт, цинк и др.) играют важную физиологическую роль.

В табл. 4 приводятся данные о содержании некоторых металлов в плодах сортообразца Р 51. Видно, что в плодах жимолости сортообразца Р 51 исследуемые микроэлементы в убывающем порядке ранжируются следующим образом: Fe – Mn – Zn – Cu – Pb – Co – Cd.

Т а б л и ц а 4

Содержание металлов в плодах жимолости синей

Наименование сорта	Влажность плодов, %	Содержание металлов в пересчете на высушенный образец, мг/кг								
		Mg	Ca	Mn	Fe	Co	Cu	Zn	Cd	Pb
Р 51	26,71	–	–	13,15	48,85	1,80	6,99	10,0	0,47	1,87
«Голубое веретено»*	–	1,03	2,40	14,17	160,00	–	18,56	14,68	–	0,25

Примечание: * – данные в контроле по [14].

В плодах сортообразца Р 51 содержание большинства изученных металлов оказалось ниже в сравнении с данными Г. Г. Чепелевой, А. В. Тимошина, изучавших в Красноярском крае состав и содержание микроэлементов в сорте «Голубое веретено» [14], что, видимо, связано с минералогическим и химическим составом почв, а также наличием на участке произрастания растений в Республике Марий Эл достаточного количества изученных элементов в усвояемой форме.

Выводы.

1. Гибридные формы жимолости синей характеризуются высокими потребительскими и товарными качествами плодов. Пищевые и лечебные свойства ягод с учетом их раннего созревания в начале июня позволяют рекомендовать жимолость синюю для широкого внедрения в плодоводство.

2. Отселектированные образцы жимолости синей, адаптированные к почвенно-климатическим условиям Республики Марий Эл и обладающие комплексом хозяйственно значимых свойств (зимостойкостью и хорошей урожайностью растений, неосыпаемостью, крупноплодностью и десертным вкусом плодов), не уступают, а по отдельным параметрам превосходят аналогичные признаки ряда районированных сортов, что дает основание их рассматривать в качестве сортообразцов для представления на Госсортоиспытание и дальнейшего использования в любительском и промышленном плодоводстве.

3. Корреляционный анализ биометрических и биохимических параметров сортообразцов жимолости синей выявил тесную связь между средней массой плода и урожайностью растения, индексом сладости и содержанием сахаров в ягодах; значительную связь – между содержанием сахаров и массой плода и умеренную связь – между кислотностью и индексом сладости плода.

Список литературы

1. Плодовые и ягодные культуры России. Каталог. – Воронеж: Кварта, 2001. – С. 127–137.
2. *Ракитин, А. Ю.* Приусадебное хозяйство. Плодоводство / А. Ю. Ракитин. – М.: ЭКСМО-Пресс, Лик Пресс, 2001. – С. 243–248.
3. *Плеханова, М. Н.* Жимолость: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культурЗр / М. Н. Плеханова; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел, 1999. – С. 444–457.
4. *Головунин, В. П.* Интродукция жимолости синей в условиях Республики Марий Эл / В. П. Головунин // Состояние и перспективы развития культуры жимолости в современных условиях: матер. I Междунар. науч.-метод. дистанционной конф. – Мичуринск, 2009. – С. 152–155.

5. Разумников, Н. А. Некоторые итоги селекции жимолости синей в Республике Марий Эл / Н. А. Разумников, М. И. Рябинин, Е. Н. Разумникова // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: Матер. Четвертой Междунар. науч. конф. – СПб., 2007. – С. 341–342.
6. Разумников, Н. А. Селекция жимолости синей в Ботаническом саду-институте Республики Марий Эл / Н. А. Разумников, М. И. Рябинин, Е. В. Николаева, Е. Н. Соломина // Состояние и перспективы развития культуры жимолости в современных условиях. – Мичуринск, 2009. – С. 122–123.
7. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1972. – С. 143–145.
8. Ягодин, Б. А. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков и др.; под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
9. Плешков, Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б. П. Плешков. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1980. – С. 460–470.
10. Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля, марганца, кобальта, хрома методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – М.: Изд. ФГУ «ФЦАО», 2007. – 20 с.
11. Журавлева, Е. Г. Подготовка почвенных и растительных образцов для анализа на содержание микроэлементов / Е. Г. Журавлева // Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах: под ред. И. Г. Вазенина. – М.: Колос, 1974. – С. 7–24.
12. Петрова, В. П. Дикорастущие плоды и ягоды / В. П. Петрова. – М.: Лесная промышленность, 1987. – С. 54–56.
13. Жидёхина, Т. В. Методика оценки фотосинтетической деятельности листьев жимолости в период формирования урожая / Т. В. Жидёхина // Состояние и перспективы развития культуры жимолости в современных условиях. – Мичуринск, 2009. – С. 31–36.
14. Чепелева, Г. Г. Потребительские и физико-химические характеристики различных видов жимолости / Г. Г. Чепелева, А. В. Тимошин // Химия растительного сырья. – 2007. – № 4. – С. 125–126.

Статья поступила в редакцию 23.12.09.

N. A. Rasumnikov, M. I. Ryabinin, E. N. Solomina

CROP CAPACITY AND QUALITIES OF LONICERA CAERULEA BREED SAMPLES IN MARI EL REPUBLIC

The results of a longstanding work in Mari El Republic on the selection of Lonicera caerulea breed samples, described by a complex of farm meaningful qualities and excelling in similar qualities of the recognized varieties are given. Correlation analysis of biometric and biochemical parameters of Lonicera caerulea breed samples revealed a close correlation relationship between the average fruit weight and crop capacity, sweet index and sugar content in the berries; considerable link – between sugar content and fruit weight, and moderate link – between acidity and sweet index of fruit. Some data on the metal content (Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Co, Cd) in the fruits of the breed sample P51 are given.

Key words: *Lonicera caerulea*, crop capacity, sugars, acidity, sweet index, correlation relationship, metals.

РАЗУМНИКОВ Николай Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии МарГТУ. Область научных интересов – интродукция и биологические ресурсы (рациональное использование биоресурсного потенциала дальневосточных древесных растений в условиях интродукции). Автор более 90 публикаций. E-mail: RazumnikovNA@marstu.net

РЯБИНИН Михаил Иванович – учебный мастер Ботанического сада-института МарГТУ. Область научных интересов – интродукция и плодородство. Автор 13 публикаций, в том числе одного изобретения. E-mail: mihailryab@yandex.ru

СОЛОМИНА Елена Николаевна – магистр лесного дела МарГТУ. Область научных интересов – интродукция и плодородство. Автор шести публикаций. E-mail: kls@marstu.net

ДАТЫ. СОБЫТИЯ. КОММЕНТАРИИ

УДК 630*2(092)

**К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ЛЕОНИДА ИВАНОВИЧА ЯШНОВА
(1860–1936)**

*Как можно больше пользы сделать для
своего государства и остаться с наименьшими
долгами перед лесным хозяйством.*

Л. И. Яшнов

Исполнилось 150 лет корифею отечественного лесоводства Леониду Ивановичу Яшнову, которого знали в научном мире как человека, обладающего большой эрудицией, талантливого по натуре. Его коллега, выдающийся ученый-лесовод профессор Г. Ф. Морозов называл Яшнова «одной из восходящих звезд и одним из любимых имен среди русских ученых лесного дела».



Леонид Иванович Яшнов родился 19-го января 1860 года в Нижнем Новгороде, где окончил гимназию, а затем по окончании лесного факультета Петровской земледельческой и лесной академии в 1881 году был оставлен ассистентом у проф. М. К. Турского.

В период обучения в Академии Леонид Иванович больше всего увлекался ботаническими науками, серьезно занимался философией, а также музыкой, которой уделял много внимания еще с гимназического периода. Став ассистентом М. К. Турского, Леонид Иванович почти ежедневно сопровождал его в лес. Именно М. К. Турский, один из классиков русского лесоводства, оказал решающее влияние на формирование Леонида Ивановича как лесовода и ученого.

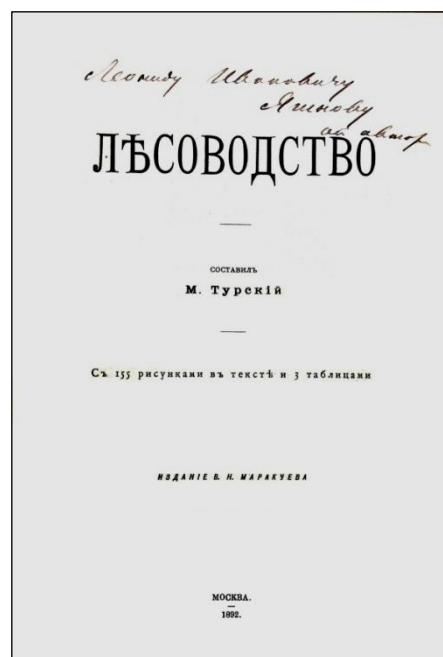
Первая самостоятельная работа «О влиянии температуры на прорастание семян некоторых хвойных древесных пород» вышла в «Известиях Петровской земледельческой и лесной академии» в 1884 году. В это же время Л. И. Яшнов опубликовал «Таблицы для определения главнейших древесных и кустарниковых пород по листьям». Ботаническое направление было поддержано профессором М. К. Турским, и с участием Л. И. Яшнова вышла книга «Определитель древесины, ветвей и семян». Интерес Леонида Ивановича к биологии и экологии древесных пород отразился в статье «О видах ильмовых пород» (Лесной журнал, 1887). Л. И. Яшнов принимал участие в формировании уникальной коллекции образцов древесины, семян древесных пород и кустарников в Тимирязевской сельскохозяйственной академии.

Как подающий большие надежды, Л. И. Яшнов был направлен на зарубежную стажировку в Европу. В период с 1886 по 1888 гг. Леонид Иванович слушал лекции крупных ученых: К. Гайера и Р. Гартига – в Германии, Л. Боппа – во Франции, стажировался и изучал постановку дела более чем в 30 лучших лесничествах Германии и Франции. Активная переписка Л. И. Яшнова с М. К. Турским и поддержка учителя позволила стажеру глубоко изучить и сопоставить ключевые проблемы лесного хозяйства Европы и России. В это время Леонид Иванович обогащается опытом зарубежного лесоводства, прикидывает применимость выработанных там правил к условиям России. Как и его учителя, Леонид Иванович считал необходимым разработать свои отечественные основы ведения лесного хозяйства соответственно специфике природных и социально-экономических условий своей страны. Позже письма М. К. Турского к Леониду Ивановичу были опубликованы по инициативе Г. Ф. Морозова в «Лесном журнале» (1909, вып. 8–9). Общение со своим учителем Л. И. Яшнов поддерживал до кончины Митрофана Кузмича.

Разносторонне подготовленному ученому не пришлось продолжать педагогическую деятельность в Петровской земледельческой академии. К его возвращению на родину лесной факультет, как один из активных вольнодумских центров молодежи, был закрыт.

Широта знаний и интересов Л. И. Яшнова в сочетании со знанием передового опыта лесного хозяйства европейских лесных государств определили его приглашение на практическую работу ученым-лесничим в Главное управление уделов. (*Главное управление уделов создано в 1797 для управления имениями, принадлежащими Императорской фамилии. В 1917 Управление было передано в Министерство земледелия*). В этот период Леонид Иванович много ездил с обследованиями и инспекциями по лесным хозяйствам, что расширило его знания практического отечественного лесоводства. Работа в Управлении уделов дала Леониду Ивановичу возможность глубоко изучить леса Севера, Крыма, Белоруссии, Беловежской Пуши, Поволжья. Его оценка усыхания ельников и ведения лесного хозяйства в Вологодской и Архангельской губерниях в 1901 году явилась основой для проведения одного из особых Совещаний лесных техников при Главном управлении уделов.

Будучи ученым-лесничим, Л. И. Яшнов активно знакомил российских лесоводов с европейским ведением лесного хозяйства. Результаты своей стажировки во Франции и Германии Леонид Иванович опубликовал в Приложении к «Лесному журналу» за 1889 год. Зная немецкий и английский языки, Леонид Иванович периодически публиковал статьи-рефераты по отдельным вопросам европейского лесного хозяйства. Так, его статьи «О смешанных лесах», «О Саксонском методе лесоустройства», «Леса и водные источники» появляются в «Лесном журнале» после стажировки Леонида Ивановича во Франции и Германии. Эту работу Леонид Иванович считал важной с точки зрения информирования широкого круга русских лесоводов о наиболее значимых зарубежных достижениях и публикациях. Библиографические очерки Л. И. Яшнов публиковал



в дальнейшем регулярно на протяжении всей своей жизни не только в «Лесном журнале» (1889–1911), но и в журналах Белоруссии, «Записках Горецкого сельскохозяйственного института» (1922–1925), журнале «Лесовод» (1924–1929), «Известиях Казанского института сельского хозяйства и лесоводства» в Казани (1925–1932), «Известиях Поволжского лесотехнического института» в Йошкар-Оле (1932–1936).

Широта интересов Леонида Ивановича выражалась в темах его работ – от дендрологии и ботаники, технологий проведения рубок леса и сохранения подроста на вырубках до вопросов типологии лесов, экономики и лесоустройства, древесиноведения и защиты леса. Именно ему была поручена работа по подготовке толкового каталога к Всемирной парижской выставке 1900 года на русском и французском языках.

Л. И. Яшнов с 1901 по 1903 год был редактором «Лесного журнала», издававшегося Санкт-Петербургским Лесным Обществом. Затем в 1904 редактирование журнала принял профессор Лесного института Г. Ф. Морозов. На протяжении многих лет журнал был средоточием русской лесоводственной мысли, боролся за дальнейшее развитие отечественного лесоводства, внедрение в практику достижений передовой науки, поднимал престиж лесничего. Он пользовался популярностью не только в России, но и за границей.

Леонид Иванович редактировал перевод крупной работы М. Бюссена «Строение и жизнь наших лесных деревьев». Он является автором глав и статей в комплексных изданиях, содержащих обстоятельное описание лесного хозяйства в России: «Русский лес», «Энциклопедия лесного хозяйства», «История Уделов». Многие работы Л. И. Яшнова переведены на другие языки: литовский, белорусский, французский.

Об особенностях публикаций Л. И. Яшнова Г. Ф. Морозов в 1916 году писал: «На пороге самостоятельной лесоводственной деятельности, еще на студенческой скамье, мы были уже знакомы и любили читать обвеянные особой поэзией леса статьи молодого тогда Леонида Ивановича Яшнова... Мы хорошо знали «Определитель древесных пород» Турского и Яшнова, но милее были нам его изящные статьи о подросте, о проходных рубках, об учении Гайера, о смешанных и разновозрастных насаждениях. К сожалению, Леонид Иванович скупно проявлял свое литературное дарование. Скромный, донельзя, скромный к своей невыгоде, Леонид Иванович, по-видимому, не решался проявлять себя на этом поприще с большею активностью». Отмечая любовь Леонида Ивановича к музыке, он спрашивал: «Не от того ли и статьи Леонида Ивановича так красивы?».

В период с 1917 по 1921 годы Леонид Иванович работал в Среднем Поволжье начальником Симбирского удельного округа. С 1921 по 1925 годы Л. И. Яшнов возглавлял кафедру общего лесоводства, организованную в 1921 году в Горецком сельскохозяйственном институте Белоруссии. В это время при институте планировалось создание лесной опытной станции (ЛОС), план и направление работ которой разрабатывались Леонидом Ивановичем (1922–1923). С 1924 года работа в ЛОС осуществлялась с участием видного ученого-лесоведа Г. Н. Высоцкого. О работе Белорусской лесной опытной станции в последующие годы велась переписка между Г. Н. Высоцким и Л. И. Яшновым.

В этот же период под руководством профессора А. Д. Дубаха в 1921 году была организована и работала при Горецком сельскохозяйственном институте первая и крупнейшая в Западном регионе Западная опытно-мелиоративная организация, сыгравшая важную роль в развитии отечественной мелиорации. В работе ЗапОМО в 1922–1924 годах участвовал и Леонид Иванович.

Осенью 1924 года Л. И. Яшнов был приглашен заведующим кафедрой лесоводства в Казанский институт сельского хозяйства и лесоводства. Организация лесного образования в Казани и близость к родине определили решение Л. И. Яшнова принять при-

глашение. Уже 1 января 1925 года он вошел в «новое, третье Правление Института» в составе пяти человек. В это же время Институт принимает три лесничества: Можгинское (Вотская обл., ныне Удмуртия), Березниковское (Ульяновская обл.), Сретенское (Марийская автономная область, ныне Республика Марий Эл). Председателем комиссии для управления принятыми лесничествами был назначен Л. И. Яшнов, инспектором лесов – преподаватель Ф. Ф. Симон, членом правления – студент Н. А. Блинов, управляющим делами – профессор Д. И. Морохин.

Леонид Иванович всегда уделял большое внимание вопросам подготовки специалистов. В 1922 году вышел из печати «Краткий курс лесоведения и общего лесоводства», адресованный студентам лесного факультета Горьковского сельскохозяйственного института. По сути сам автор считал это издание конспектом лекций, который не заменяет сами лекции, живое общение с преподавателем. «Краткий курс лесоведения и общего лесоводства» неоднократно переиздавался уже в Казани (1926, 1928) и в 1929 году в Ленинграде. Дважды издавался «Курс лесной статистики» (1923, 1928). В 1924 и 1929 годах была переиздана и переведена на белорусский язык работа «Технические свойства древесины». Курс дендрологии Леонид Иванович подготовил в 1921 году, а в 1928 переиздал уже в Казани. При этом при подготовке второго издания в корректуре, изготовлении клише оказали значительную помощь ассистенты М. В. Колпиков, М. Л. Стельмахович, студенты-выдвиженцы, в том числе Б. М. Алимбек.

Б. М. Алимбек вспоминал, что лекции Леонида Ивановича по лесоводству и дендрологии отличались насыщенностью фактическим материалом, новейшими данными отечественной и зарубежной науки, широтой охвата и глубиной анализа освещаемых вопросов. Обязательным элементом лекции по рассматриваемым вопросам являлась их лесоводственная и практическая оценка, давались технические рекомендации. При всей глубине содержания лекции Леонида Ивановича излагались в сжатой форме богатым и в то же время понятным всем языком.



Л. И. Яшнов (в центре) с сотрудниками (первый справа сидит А. Р. Чистяков, третий справа сидит ассистент М. В. Колпиков, второй справа стоит Б. М. Алимбек, 1931 год)

Серьезный интерес к философии не покидал его до конца жизни. Одним из первых в институте он просматривал теоретические журналы, что позволяло ему ориентироваться как в текущих событиях, так и видеть перспективы развития лесного хозяйства и лесной науки.

Будучи новатором по своей натуре, Леонид Иванович прививал это качество своим слушателям и ученикам. Высоко ценя чувство нового, прогрессивного, он критиковал всякие проявления косности и консерватизма в науке и практике, предостерегал от шаблонности. Так, в комментарии к работе Мёллера (*Идея непрерывно производительного леса, её смысл и значение*) Леонид Иванович отмечал: «Образцы хозяйства Ф. Калиша и Вибекке весьма хороши и ценны, но иностранным образцам следует подражать не по внешности и форме, а по существу».

Особенно замечательной разносторонней школой для его учеников была работа со студентами-выдвиженцами. В то время партийная, комсомольская и профсоюзная организации, а также лесной кружок выдвигали наиболее успевающих и активных в общественной жизни института студентов для научной работы при избранных ими кафедрах. В дальнейшем некоторых из них оставляли при тех же кафедрах для обучения в аспирантуре.

На кафедре Леонид Иванович организовал работу студентов-выдвиженцев под руководством ассистентов М. Л. Стельмахович и М. В. Колпикова. Студентов привлекали к инвентаризации и систематизации научного и учебного оборудования кафедры – коллекции семян и древесины, таблиц, диапозитивов, библиотеки и т. д.

Затем между членами кафедры и выдвиженцами закреплялись специальные журналы, с тем, чтобы каждый просматривал закрепленный за ним журнал или сборник и за определенный период составлял аннотации или рефераты статей по вопросам лесоводства и дендрологии. Аннотации и рефераты докладывались на заседаниях кафедры и помещались в библиографическую картотеку кафедры.

Эти семинары, на которые Леонид Иванович всегда приходил с солидным запасом новинок из иностранной и отечественной литературы, были хорошей школой для его учеников. Сотрудники кафедры, знакомясь с новейшими литературными данными, вовлекались в критический анализ реферируемых статей, начиная от методики исследования, кончая выводами и оценкой их практической значимости. Оживленные обсуждения заканчивались обобщением Леонида Ивановича, который выделял актуальные вопросы для дальнейших исследований. Такие обсуждения прочитанных статей расширяли кругозор, давали представление о глубине и сложности природных явлений, вырабатывали навык диалектического подхода к их изучению, приучали к обоснованности и чёткости формулирования выводов.

Логическим продолжением зимних семинаров были летние исследовательские работы, которые распределялись Леонидом Ивановичем с учетом индивидуальных наклонностей и способностей выдвиженцев. Получая приглашения организовать исследования разных лесоводственных вопросов в Татарской, Марийской, Чувашской АССР и других областях Поволжья, Леонид Иванович распределял работу между своими сотрудниками и выдвиженцами, определял их задачи и вместе с ними тщательно разрабатывал методику исследования. Предоставляя максимум самостоятельности в период полевых работ и камеральной обработки собранного материала, Леонид Иванович незаметно для исполнителей направлял их работу, одновременно изучая их самих.

Исходя из актуальных запросов производства, Леонид Иванович участвовал в многочисленных экспедициях, изучал вопросы восстановления леса на гарях 1921 года в Марийской автономной области и смежных областях, возобновления сосны, ели, дуба

в лесах Татарии, Чувашии и т. д., разрабатывал вопросы рубок главного пользования и ухода, руководил опытными работами, участвовал в организации Раифского дендрариума, вошедшего в состав Волжско-Камского заповедника.

Прививая своим ученикам вкус к исследовательской работе и вырабатывая исследовательские навыки, Леонид Иванович готовил их также к педагогической деятельности. Так, студентов-выдвиженцев привлекали к проведению учебных занятий-семинаров, учебной практики по дендрологии и лесоводству. В конечном итоге к окончанию института они оказывались достаточно подготовленными как для практической, так и научно-исследовательской и педагогической работы.

«Чтобы научить делу, нужно самому быть мастером! Чтобы воспитать гражданина, нужно самому быть гражданином!» – этому правилу Л. И. Яшнов следовал всю свою жизнь.

Уже на 76-м году жизни, когда здоровье его сильно пошатнулось, Л. И. Яшнов все еще был поглощен заботами о том, чтобы «как можно больше пользы сделать для своего государства и остаться с наименьшими долгами перед лесным хозяйством». Леонид Иванович скончался 8 сентября 1936 года. Однако время не изгладило в памяти замечательные черты этого человека большой души и высокой культуры.

С. А. Денисов

Статья поступила в редакцию 10.03.10.

S. A. Denisov

**To the 150th Anniversary from the Birthday
of Leonid Ivanovich Yashnov (1860–1936)**

It's the 150th anniversary from the birthday of a native forestry corephaeus Yashnov Leonid Ivanovich, known in the scientific community as a person of great erudition and of considerable talent. His colleague, an outstanding research forester, professor Morozov G. F., called Yashnov L. I. «one of a rising stars and one of the most favorite names among Russian scientists of forestry».

ДЕНИСОВ Сергей Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой лесоводства МарГТУ. Область научных интересов – лесоведение и лесоводство, биология и экология леса, закономерности естественного возобновления леса. Автор более 130 публикаций. E-mail: DenisovSA@marstu.net

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С ЭЛЕМЕНТАМИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ДЛЯ МОЛОДЕЖИ
«Лесные экосистемы в условиях изменения климата:
биологическая продуктивность, мониторинг и технологии по адаптации»
28 июня – 2 июля 2010 г.
Йошкар-Ола**

Пригласительное письмо

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в работе Международной конференции с элементами научной школы для молодежи по проблеме «Лес и изменение климата».



Программный комитет конференции

Проф. Е. М. Романов (ректор МарГТУ, Россия)
Проф. Свен Вагнер (Дрезденский технический университет, Германия)
Проф. Андреас Биттер (Дрезденский технический университет, Германия)
Проф. Э. А. Курбанов (МарГТУ, Россия)
Проф. Маркус Линднер (ЕИЛ, Финляндия)
Проф. О. Н. Кранкина (Орегонский университет, США)
Проф. В. С. Шалаев (МГУЛ, Россия)
Проф. С. А. Денисов (МарГТУ, Россия)
Проф. В. А. Усольцев (Уральский государственный лесотехнический университет, Россия)
Г. А. Дворецкий (министр лесного хозяйства Республики Марий Эл, Россия)
Проф. И. И. Васенев (Российский государственный аграрный университет, Россия)
Д-р С. Конийнендик (WoodScape, Дания)
Доц. И. И. Тюхов (Всероссийский институт электрификации сельского хозяйства, Россия)

Во время работы конференции предусматриваются следующие направления:

Секция 1. Продолженное и дистанционное обучение: видеоконференции, e-learning и web.

Секция 2. Фундаментальные исследования в области современного лесоводства и экологии в условиях изменения климата.

Секция 3. Дистанционное зондирование земли.

Секция 4. Технологии по снижению последствий и адаптации к меняющемуся климату.

Секция 5. Лингвистическое образование.

В рамках конференции планируется семинар участников проекта «Региональная оценка методов картирования растительного покрова по спутниковым снимкам» федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

Программа конференции включает: пленарные доклады продолжительностью до 40 мин., выступления – до 10 мин., сообщения – до 5 мин.

В работе конференции могут принять участие ученые, преподаватели вузов, аспиранты, студенты, работники государственных служб и специалисты. Приветствуется участие молодых ученых. Организационный взнос с участников конференции не предусмотрен.

Заявка на участие в конференции принимается по эл. почте: lejninsa@marstu.net или kurbanovea@marstu.net по следующей форме:

ФИО, ученая степень, звание

Наименование организации

Должность

Название доклада

Секция №

E-mail, телефоны

Планируете ли приехать на конференцию (да, нет)

Нужна ли гостиница (да, нет)

Нужно ли выслать сборник материалов (да, нет)

Полный почтовый домашний адрес с указанием индексов для рассылки сборника

Требования по оформлению материалов докладов и статей – на сайте конференции: <http://tempus.marstu.net/conference>

По результатам конференции планируется издание специального выпуска журнала «Вестник МарГТУ», в который войдут статьи, прошедшие обязательное рецензирование. Тезисы докладов, принятые организационным комитетом и прошедшие экспертную оценку, планируется опубликовать после конференции.

Журнал «Вестник Марийского государственного технического университета. Серия «Лес. Экология. Природопользование» включен в **ПЕРЕЧЕНЬ** ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (решение Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 19 февраля 2010 г. №6/6)

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция журнала «Вестник Марийского государственного технического университета» принимает к публикации статьи, соответствующие профилю издания, объемом не более 15 страниц, включая рисунки.

Статья должна содержать только оригинальный материал, отражающий результаты завершенных исследований автора, ранее не публиковавшихся. К печати принимаются материалы, которые не опубликованы и не переданы в другие редакции. Рукописи проходят обязательное рецензирование. В «Вестнике ...» печатаются только статьи, получившие положительные рецензии.

Отклоненные в результате рецензирования материалы возвращаются в одном экземпляре (с приложением копии рецензии).

Требования к оригиналам предоставляемых работ

Структура научной статьи

1. Аннотация (3-4 предложения), ключевые слова.
2. Введение (оценка состояния вопроса, основанная на обзоре литературы с мотивацией актуальности; выявленное противоречие, позволяющее сформулировать проблемную ситуацию).
3. Цель работы, направленная на преодоление проблемной ситуации (1-2 предложения).
4. Решаемые задачи, направленные на достижение цели.
5. Математическое, аналитическое или иное моделирование.
6. Техника эксперимента и методика обработки или изложение иных полученных результатов.
7. Интерпретация результатов или их анализ.
8. Выводы, отражающие новизну полученных результатов, показывающих, что цель, поставленная в работе, достигнута.

Требования к оформлению статьи

Статья должна быть предоставлена в электронном виде и компьютерной распечатке (2 экз.) на бумаге формата А4. Размер шрифта 12 пт, межстрочный интервал одинарный. Поля: справа – 2 см, слева, сверху и снизу – 3 см., отступ первой строки на 0,75 см.

На первой странице статьи слева печатается УДК (размер шрифта 12 пт, прямой, светлый). Ниже, справа – инициалы, фамилия автора (размер шрифта 14 пт, курсив, жирный). Ниже, по центру – название статьи (размер шрифта 14 пт, прямой, полужирный, прописью).

Далее размещается аннотация. Аннотация статьи – на **русском и английском языках**.

Рисунки, графики, таблицы должны иметь нумерационный и тематический заголовки (размер шрифта 10 пт, заголовки полужирный).

Таблицы и рисунки должны быть вставлены в текст после абзацев, содержащих ссылку на них.

Размеры иллюстраций не должны превышать размеров текстового поля (не более 15 см).

Список литературы оформляется согласно порядку ссылок в тексте (где они указываются в квадратных скобках) и обязательно в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Авторы несут полную ответственность за точность приводимой информации, цитат, ссылок и библиографических списков.

Авторы должны определить **рубрику**, в которой следует поместить статью.

Статья должна быть подписана авторами. После подписи автора и даты указываются его фамилия, имя, отчество (полностью), место работы, ученая степень, должность, область научных интересов, количество опубликованных работ, телефон, e-mail, домашний адрес.

К статье прилагаются следующие **документы**:

- рекомендация кафедры;
 - экспертное заключение о возможности опубликования.
- Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Подробнее – на сайте МарГТУ: <http://www.marstu.net>

Подписка на журнал осуществляется по объединенному каталогу «Пресса России. Газеты и журналы» (подписной индекс **42920**, тематический указатель: Научно-технические издания. Известия РАН. Известия вузов).

Следующий номер журнала выйдет в сентябре 2010 года.