

ВЕСТНИК 1(2) 2008

МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научно-прикладной 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) 68-68-99, 68-68-28

Факс (8362) 41-08-72

e-mail: vestnik@marstu.net

Редактор *Т. А. Рыбалка*
Дизайн обложки *Л. Г. Маланкина*
Компьютерная верстка *Д. Н. Симонов*
Перевод на английский язык
О. В. Филиппук

Подписано в печать 23.05.08.
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Усл. п. л. 11,04. Уч.-изд. л. 7,2.
Заказ № 63/08. Тираж 500 экз.

Марийский государственный
технический университет
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ООО «Реклайн»
424007 Йошкар-Ола,
ул. Машиностроителей, 117

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)

С. Я. Алибеков, д-р техн. наук, профессор

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

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

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

Л. А. Жукова, д-р биол. наук, профессор

А. С. Исаев, академик РАН (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

© Марийский государственный технический университет
Вестник Марийского государственного
технического университета, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ю. П. Демаков, А. Е. Смыков, С. А. Денисов. Пространственная структура лесного фонда Республики Марий Эл

К. К. Калинин. Сукцессии растительного покрова на крупных гарях Среднего Заволжья

А. А. Берзегова. Дикоплодовые леса Адыгеи, перспективность их использования

А. М. Невидомов, Н. В. Петухов,

В. Л. Черных. Типологическая схема черноольховых лесов Нижегородского Поволжья

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО ДЕЛА

Ю. А. Ширнин, Н. И. Рожнецова. Технологические параметры лесосек с границами, полученными на основе ГИС

В. И. Мелехов, В. Е. Бызов. Приведение результатов производственного контроля прочности и упругости пиломатериалов к нормализованной влажности

А. В. Егоров, В. Н. Сергеев, К. Н. Сергеев. Совершенствование конструктивных и эксплуатационных характеристик силовых установок лесотранспортных машин

В. А. Грязин, А. В. Егоров. Повышение эффективности применения лесозаготовительных машин с системой рекуперации энергии

Е. М. Царев, М. Н. Волдаев. Расчет усилия сопротивления продольному перемещению бревен в пачке при торцевывравнивании поворотными щитами

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Ю. Н. Сидыганов, Д. И. Мухортов, Д. Н. Шамшуров. Пути применения биогазовых технологий в агропромышленном комплексе Республики Марий Эл

О. В. Малюта, Е. А. Гончаров. Биоиндикация в условиях радиоактивного загрязнения

ДАТЫ. СОБЫТИЯ. КОММЕНТАРИИ

В. И. Сухих, А. В. Попова, В. Л. Черных. Павлу Владимировичу Алексееву – 90 лет

В. И. Сухих, В. Л. Черных, М. А. Ануфриев. Всероссийский учебный семинар по дистанционным методам и ГИС-технологиям

Э. А. Курбанов. МарГТУ в гостях у старейшего университета Европы

Информация для авторов

CONTENTS

FORESTRY

Yu. P. Demakov, A. Ye. Smykov, S. A. Denisov. Spatial structure of the forest fund of the Republic of Mari El

K. K. Kalinin. Successions of vegetation cover on large fire-sites of the Sredneye Zavolzhye region

A. A. Berzegova. Wild-fruit forests of the Adygeya region, the prospects of their utilisation

A. M. Nevidomov, N. V. Petoukhov,

V. L. Chernykh. Typological scheme of black alder forests of the Nizhegorodskoye Povolzhye region

FORESTRY TECHNOLOGIES AND MACHINES

Yu. A. Shirnin, N. I. Rozhentsova. Technological parameters of cutting area borders obtained on the basis of GIS

V. I. Melekhov, V. Ye. Byzov. Bringing the results of manufacturing supervision for strength and elasticity of lumber to normalised humidity

A. V. Yegorov, V. N. Sergeyev, K. N. Sergeyev. Improvement of design and performance characteristics of timber hauling truck propulsors

V. A. Gryazin, A. V. Yegorov. Upgrading the efficiency of harvesting machinery with the system of energy recuperation

Ye. M. Tzarev, M. N. Voldayev. Calculation of the effort of resistance to longitudinal travel of logs in a bundle at bumping by hinged gates

PROBLEMS IN ECOLOGY AND RATIONAL NATURE EXPLOITATION

Yu. N. Sidyganov, D. I. Mukhortov, D. N. Shamshurov. Ways of using biogas technologies in the farming sector of the Republic of Mari El

O. V. Malyuta, E. A. Goncharov. Bioindication in conditions of radioactive pollution

DATES. EVENTS. COMMENTS

V. I. Sukhikh, A. V. Popova, V. L. Chernykh. 90th anniversary of Pavel Vladimirovich Alekseyev

V. I. Sukhikh, V. L. Chernykh, M. A. Anufriyev. All-Russia educational seminar on distant methods and GIS-technologies

E. A. Kurbanov. MarSTU as a guests of the oldest university in Europe

Information for the authors

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 502.3:630*1

Ю. П. Демаков, А. Е. Смыков, С. А. Денисов

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЛЕСНОГО ФОНДА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Проведен анализ пространственной структуры лесного фонда Республики Марий Эл, выделены однородные территориальные лесохозяйственные страты различного ранга, даны предложения по совершенствованию лесопользования.

Введение. Структура (лат. *structura* «строение») – неотъемлемый атрибут систем, отражающий все их индивидуальные качества, позволяющий идентифицировать и классифицировать объекты, характеризующий степень упорядоченности элементов в системе и определяющий их внутренние и внешние связи, а, следовательно, и закономерности функционирования [1]. Преобразование или разрушение структуры ведет к существенной перестройке или гибели системы – пока сохраняется структура, сохраняется и система в целом. Структурность – всеобщее фундаментальное свойство материи [2, 3]. Познание структуры – есть способ познания системы [4].

Познание закономерностей пространственной структуры лесного фонда территориальных систем различного уровня (государство, его субъект, административный район, участковое лесничество) необходимо для эффективного и устойчивого управления лесным хозяйством. Леса, при этом, нельзя рассматривать вне конкретной территории, так как они являются важными элементами территориальных природно-хозяйственных систем (ТПХС), представляющих собой неразрывную совокупность физико-географических условий, ландшафтов, биоты и человеческого общества, сформировавшуюся в основном исторически в пределах конкретного геопространства. ТПХС, как и природные геоэкосистемы, несмотря на их разнообразие и сложность, не представляют собой хаотического нагромождения различных элементов, а характеризуются четкой структурной организованностью, которая может быть количественно строгим образом описана. Познание закономерностей формирования пространственной структуры ТПХС и методов ее количественного описания – одна из центральных и нерешенных проблем современной экономической географии и природообустройства.

Устойчивое управление лесами в ТПХС возможно лишь при комплексном системном подходе [5, 6], предусматривающем сбалансированное развитие общества на основе неистощительного использования всех имеющихся природных ресурсов и сохранения благоприятной среды обитания. Человек в ТПХС, в зависимости от выбранной системы природопользования и поставленных целей, может выступать либо как системоразрушающий, либо как системосозидающий фактор [7–10]. При этом он, затрачивая одни и те же усилия, получает в разной эколого-ресурсной среде неодинаковый конеч-

ный результат. Отсюда ясно, что для повышения эффективности хозяйственной деятельности необходимо, прежде всего, провести комплексное ресурсно-хозяйственное районирование территории [6, 11], а также всесторонне изучить характер взаимодействия между собой различных частей ТПХС как объекта управления в процессе его динамического развития.

Цель работы заключалась в анализе пространственной структуры лесного фонда Республики Марий Эл и выделении на ее территории лесохозяйственных районов, однородных по экологическим условиям, природно-ресурсному потенциалу, структуре насаждений, их состоянию и целевому назначению, а также возможностям переработки и использования лесной продукции.

Данную проблему нельзя отнести к числу простых, так как территория Марий Эл, несмотря на небольшие размеры (23,2 тыс. км²), имеет достаточно неоднородное строение. В ее пределах выделено 14 административных, три агроклиматических [12], два флористических [13], шесть лесорастительных [14] районов, три геолого-геоморфологических области [15], 13 типов почвенного покрова [16] и 487 элементарных водосборных бассейнов. Леса республики до 2007 года были разделены между 21 лесхозом системы Рослесхоза, 12 лесхозами Минсельхоза, двумя лесхозами Минобороны, Учебно-опытным лесхозом МарГТУ Минобрнауки РФ, а также Национальным парком «Марий Чодра» и заповедником «Большая Кокшага» Министерства природных ресурсов РФ. При выделении пространственных однородных страт и ТПХС необходимо учитывать массу различных и часто несвязанных между собой факторов: 1) климат, 2) рельеф и почвы, 3) породную и возрастную структуру насаждений, 4) санитарное состояние лесов и общую экологическую обстановку, 5) плотность населения и степень развития инфраструктуры, 6) существующее административное и хозяйственное деление территории. Перед нами стояла задача учесть все разнообразие лесов и провести границы лесохозяйственных районов таким образом, чтобы не нарушить четко обозначенную в природе исторически сложившуюся квартальную сеть.

Объекты и методика исследований. В качестве объекта исследования была выбрана территория Республики Марий Эл и леса на ней, характеризующиеся различными параметрами (типами лесорастительных условий, породной, возрастной, бонитетной и полнотной структурой насаждений), для нахождения значений которых был использован программный пакет «Лесфонд» и данные Государственного учета лесного фонда по предприятиям. Кроме того, для оценки санитарного состояния лесов, их средоохранного значения и степени использования лесосечного фонда был использован следующий набор показателей:

1) интенсивность воздействия на леса неблагоприятных факторов – отношение суммы площади очагов вредителей и болезней леса, пожаров и других факторов ослабления (га) ко всей покрытой лесом площади (тыс. га), умноженное на 10;

2) степень нарушенности состояния лесов – отношение площади насаждений неудовлетворительного санитарного состояния (га) ко всей покрытой лесом площади (тыс.га), умноженное на 10;

3) интенсивность усыхания лесов – отношение площади погибших насаждений (га) ко всей покрытой лесом площади (тыс. га), умноженное на 100;

4) объем санитарно-оздоровительных мероприятий – сумма площадей сплошных и выборочных санитарных рубок (га);

5) средоохранное значение лесов – доля (%) лесов первой группы и особо охраняемых природных территорий от всей покрытой лесом площади;

6) степень использования расчетной лесосеки.

Решение поставленной задачи было осуществлено в три этапа. На первом из них с помощью методов описательной статистики нами была проведена оценка степени раз-

нообразия структуры и состояния насаждений между бывшими лесхозами республики и выделение на этой основе лесохозяйственных районов. На втором этапе на основе топографических карт масштаба 1:100000 были выделены однородные по почвенно-экологическим условиям и структуре насаждений лесохозяйственные ТПХС, оценена вариабельность характеризующих их параметров и проведена кластеризация (объединение в группы) по степени взаимного сходства. При выделении лесохозяйственных ТПХС мы опирались, прежде всего, на бассейновый принцип организации территории, который в последнее время завоевывает всё большую популярность при оптимизации системы природопользования [17–27], базируясь на структуре естественной гидрологической сети, являющейся экологическим каркасом прилегающих к ней территорий. Для характеристики лесного фонда ТПХС были выбраны наиболее репрезентативные ключевые участки, в качестве которых выступали чаще всего участковые лесничества. Объем матрицы исходных данных составил 400,4 тыс. га. На третьем этапе проведено сопоставление границ выделенных лесохозяйственных районов с границами других районов, осуществлена их окончательная коррекция и даны предложения по совершенствованию в них системы лесопользования.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенный нами анализ показал, что все бывшие лесхозы республики существенно различались между собой по породному составу насаждений (табл. 1), а значит и по особенностям ведения хозяйства. В лесах одних предприятий преобладали сосняки, в других ельники, березняки или даже дубравы (рис. 1, 2, 3). Так, по доле участия сосны доминировал Куярский лесхоз, ели – Сернурский, березы – Козиковский, осины – Оршанский, липы и дуба – Козьмодемьянский.

Таблица 1

Породная структура лесов бывших лесхозов Республики Марий Эл

Лесхоз	Распределение по доминирующим породам, %						
	Сосна	Ель	Дуб	Береза	Осина	Ольха (ч)	Липа
1. Алексеевский	39	9	2	26	8	2	14
2. Волжский	61	4	1	26	4	3	1
3. Звениговский	44	7	1	35	2	1	10
4. Зеленогорский	34	13	0	40	4	1	8
5. Килемарский	22	10	1	47	10	4	6
6. Козиковский	35	2	1	52	5	4	1
7. Козьмодемьянский	3	1	36	20	8	2	30
8. Кокшайский	61	1	1	27	5	2	3
9. Куженерский	23	33	0	25	6	1	12
10. Кужерский	53	4	0	29	6	1	7
11. Куярский	73	2	0	23	0	0	2
12. Мари-Турекский	16	19	0	32	11	0	22
13. Моркинский	25	19	0	32	9	0	15
14. Новоторъяльский	33	43	0	16	4	4	0
15. Оршанский	5	30	0	46	17	1	1
16. Параньгинский	16	17	0	44	7	0	16
17. Пригородный	39	7	1	38	9	2	4
18. Руткинский	60	3	0	32	1	3	1
19. Сернурский	30	54	0	8	6	1	1
20. Советский	24	33	0	31	6	3	3
21. Юринский	47	2	0	46	1	4	0

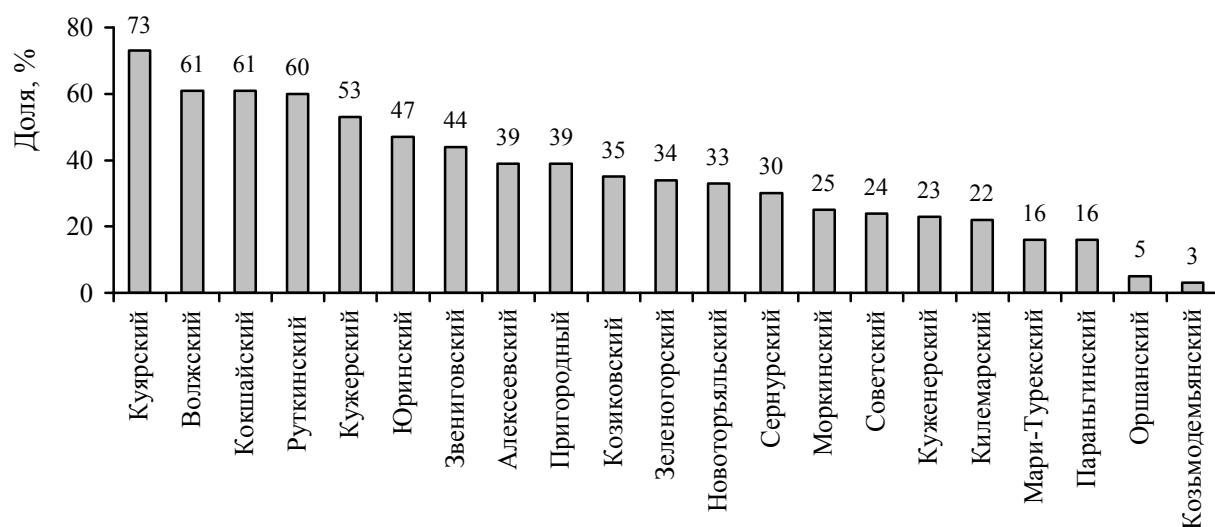


Рис. 1. Ранговое распределение бывших лесхозов Республики Марий Эл по доле сосняков

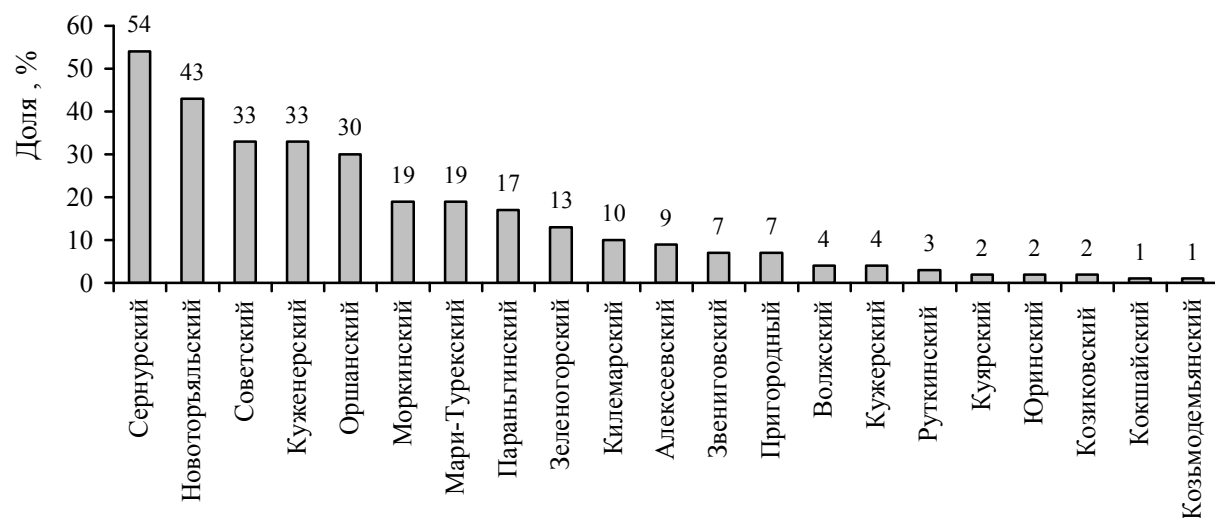


Рис. 2. Ранговое распределение бывших лесхозов Республики Марий Эл по доле ельников

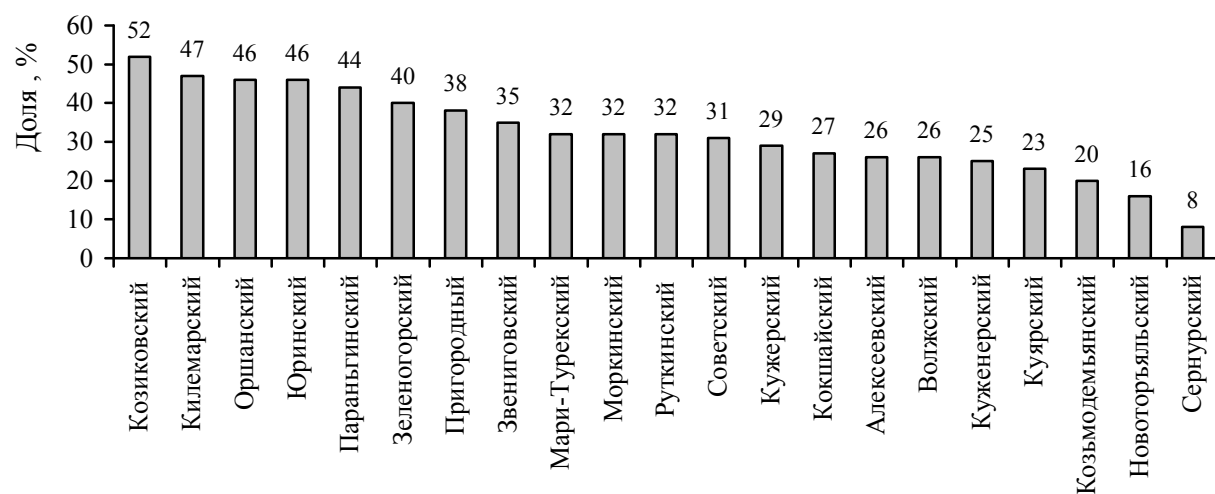


Рис. 3. Ранговое распределение бывших лесхозов Республики Марий Эл по доле березняков

Наибольшую изменчивость в лесном фонде предприятий, оцененную по размаху колебаний значений доли древесных пород и величине стандартного отклонения (S_x), имели насаждения с преобладанием сосны, ели, березы (табл. 2). По доле участия в составе насаждений этих пород, являющихся индикаторными, можно уверенно и объективно проводить пространственную стратификацию лесного фонда. Менее всего изменялась доля участия в насаждениях ольхи черной и осины. Все лесхозы по характеру породной структуры насаждений объединены между собой в три четко выраженных кластера (рис. 4). Один из них (Козьмодемьянский лесхоз) резко выделяется среди остальных по доле участия дуба, а остальные различаются по доле участия ели. Результаты кластерного анализа свидетельствуют о целесообразности выделения трех лесохозяйственных районов (одного в Предволжье и двух в Заволжье), границы которых (рис. 5) близки к выделенным Л.И. Севостьяновой [15] геолого-геоморфологическим областям.

Таблица 2

Изменчивость доли участия преобладающих пород в разрезе бывших лесхозов Марий Эл

Порода	Значения статистических показателей доли участия породы, %					
	Среднее	Минимум	Максимум	Размах	S_x	V
Сосна	36,0	3,0	73,0	70,0	18,8	52,1
Ель	14,5	1,0	54,0	53,0	15,1	104,4
Дуб	2,1	0,0	36,0	36,0	7,6	363,6
Береза	31,9	8,0	52,0	44,0	10,9	34,2
Осина	6,1	0,0	17,0	17,0	3,8	62,7
Ольха (ч)	1,9	0,0	4,0	4,0	1,4	73,9
Липа	7,5	0,0	30,0	30,0	7,9	105,9

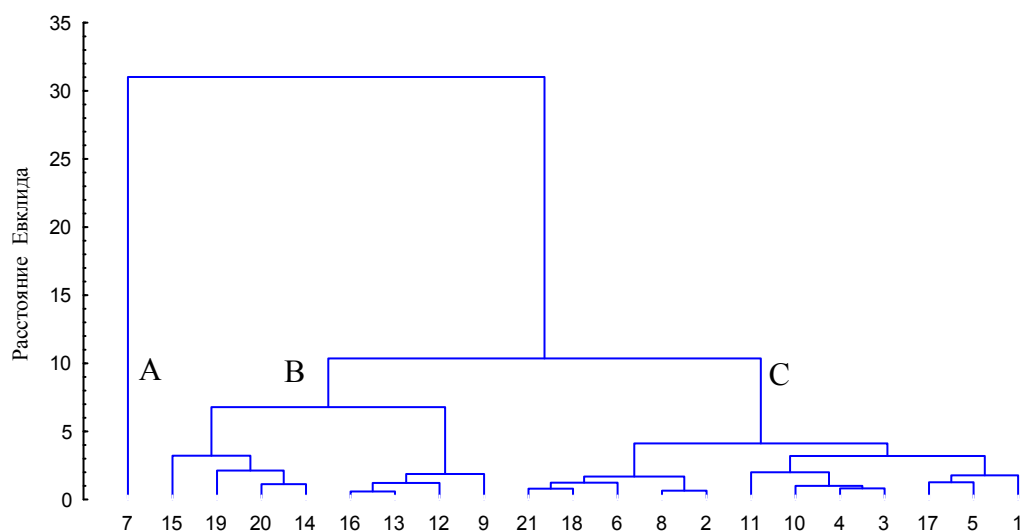


Рис. 4. Дендрограмма сходства бывших лесхозов Республики Марий Эл по породной структуре лесного фонда, построенная способом Варда на основе матрицы нормированных (приведенных к среднему значению по каждой породе) данных: цифры соответствуют номерам лесхозов в табл. 1, A, B, C – лесохозяйственные районы

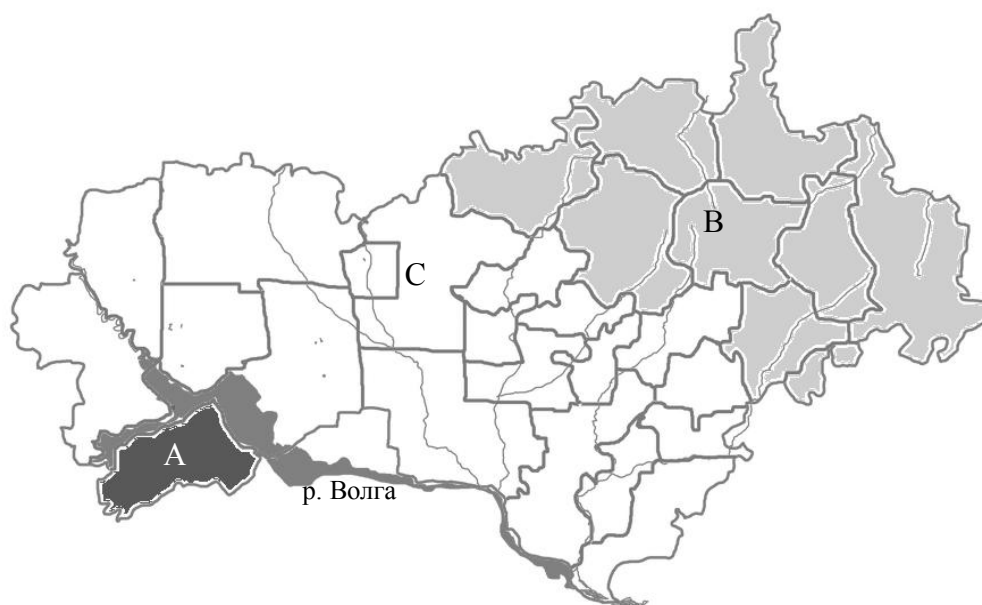


Рис. 5. Схема расположения лесохозяйственных районов (А, В, С) на территории Марий Эл, выделенных по породной структуре лесного фонда в границах бывших лесхозов

При лесохозяйственном районировании необходимо учитывать не только породную структуру древостоев, но и санитарное состояние лесов, их средоохранное значение и степень использования расчетной лесосеки. Статистический анализ цифрового материала, характеризующего данные черты лесов и особенностей ведения хозяйства, показал большую вариабельность отображающих их параметров (табл. 3). Наибольшую изменчивость в разрезе лесхозов имела интенсивность усыхания лесов, а наименьшую – степень использования расчетной лесосеки. Наиболее сильное негативное воздействие испытывали леса Козьмодемьянского лесхоза, расположенного в правобережной части республики, а наименьшее – Килемарского. Наибольшая же степень нарушенности насаждений отмечалась в Сернурском лесхозе, а наименьшая – в Руткинском. Связь между этими двумя параметрами, как показали расчеты (табл. 4), умеренная ($r = 0,41$). Интенсивность воздействия неблагоприятных для лесов факторов наиболее тесно связана с долей дубовых насаждений, которые часто повреждаются листогрызущими насекомыми, страдают от сильных морозов и неумеренного выпаса скота. Интенсивность усыхания лесов была наибольшей в Алексеевском лесхозе, а наименьшей – в Пригородном (рис. 6). Значение этого параметра еще слабее связано с интенсивностью воздействия на леса неблагоприятных факторов ($r = 0,19$). Этот факт свидетельствует, на наш взгляд, либо о недостаточно объективной оценке состояния насаждений работниками службы лесозащиты, либо о недостаточной информативной значимости данных показателей, либо о том и другом вместе, что указывает на необходимость совершенствования лесозащитных нормативов и качества надзора.

Наиболее сильными патогенными факторами в республике по площади действующих очагов являются в настоящее время восточный майский хрущ, сосновый подкорный клоп и корневая губка. Площадь очагов хруща с 1975 года неуклонно снижается и составляет в настоящее время около 15 тыс. га. Площадь очагов соснового подкорного клопа достигала в 1987 году 7,1 тыс. га, после чего пошла на спад, составляя сейчас около 1,1 тыс. га. Площадь очагов корневой губки неуклонно увеличивается, превышая уже 6 тыс. га.

Таблица 3

Изменчивость показателей санитарного состояния и средоохранного значения лесов, а также степени использования расчетной лесосеки в разрезе бывших лесхозов Республики Марий Эл

Показатель	Значения статистических показателей, %					
	Среднее	Минимум	Максимум	Размах	Sx	V
1. Интенсивность воздействия на леса неблагоприятных факторов	519,9	24,1	2955,7	2931,6	631,0	121,4
2. Степень нарушенности состояния лесов	983,1	22,3	4766,7	4744,4	1165,6	118,6
3. Интенсивность усыхания лесов	82,4	1,0	621,2	620,2	168,3	204,2
4. Объем санитарно-оздоровительных мероприятий	66,0	0,4	209,8	209,4	58,1	88,1
5. Средоохранное значение лесов	39,3	12,5	77,4	64,9	18,4	46,8
6. Степень использования расчетной лесосеки	63,5	37	100	63	17,9	28,2

Таблица 4

Матрица парных коэффициентов корреляции между объемом санитарно-оздоровительных мероприятий и параметрами состояния лесов в бывших лесхозах Марий Эл

Параметр	Значение коэффициента корреляции между параметрами						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Объем санитарно-оздоровительных мероприятий	1,00						
2. Интенсивность воздействия неблагоприятных факторов	0,31	1,00					
3. Степень нарушенности состояния лесов	0,29	0,41	1,00				
4. Интенсивность усыхания лесов	0,03	0,19	0,26	1,00			
5. Степень использования расчетной лесосеки	0,66	0,49	0,57	0,08	1,00		
6. Доля сосновых лесов	-0,36	-0,16	-0,34	0,08	-0,43	1,00	
7. Доля еловых лесов	0,41	-0,11	0,74	0,07	0,56	-0,46	1,00
8. Доля дубовых лесов	0,33	0,88	0,16	0,00	0,45	-0,37	-0,24

По объемам санитарно-оздоровительных мероприятий лидирующее положение занимает Куженерский лесхоз, а завершает список Юринский. Значение данного параметра слабо связано со значениями всех других показателей состояния лесов, особенно с интенсивностью их усыхания, что свидетельствует о низкой эффективности санитарно-оздоровительных мероприятий, проводимых без учета фактического состояния насаждений. Объем санитарно-оздоровительных мероприятий наиболее тесно связан с долей еловых лесов и степенью использования расчетной лесосеки, которая, в свою очередь, тесно связана со степенью нарушенности лесов. Наибольший отпуск древесины, выраженный в относительных показателях, приходится на еловые леса, площадь которых в республике неуклонно снижается [28]. Одним из основных вредителей, повреждающих ель, является короед-типограф, динамике площади очагов которого в Республике Марий Эл присущ перманентно-волновой характер [29, 30]. Наибольшая ин-

тенсивность отмирания ельников отмечалась в лесхозах, расположенных на северо-востоке республики в возвышенной части Марийско-Вятского увала (рис. 7), а наименьшая – на северо-западе в пределах Оршано-Кокшагской холмистой равнины. Этот факт свидетельствует о возможности выделения в районе еловых лесов дополнительных подрайонов.

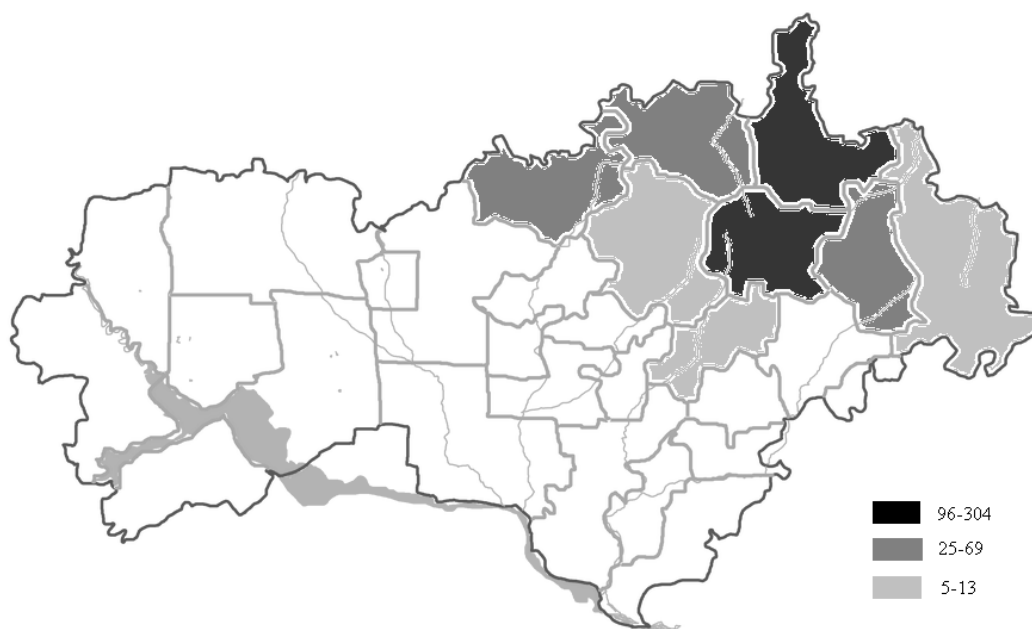


Рис. 7. Пространственная структура интенсивности отмирания ельников в бывших лесхозах Марий Эл

Все лесхозы по санитарному состоянию лесов, их средоохранному значению и степени использования расчетной лесосеки объединены между собой в три достаточно четко выраженных кластера (рис. 8), часто не связанных между собой территориально (рис. 9). Один из них резко выделяется среди остальных по интенсивности усыхания лесов (рис. 10), а два других различаются между собой по всем признакам, особенно по первым трем. Результаты кластеризации свидетельствуют о целесообразности выделения в лесохозяйственных районах дополнительных страт.

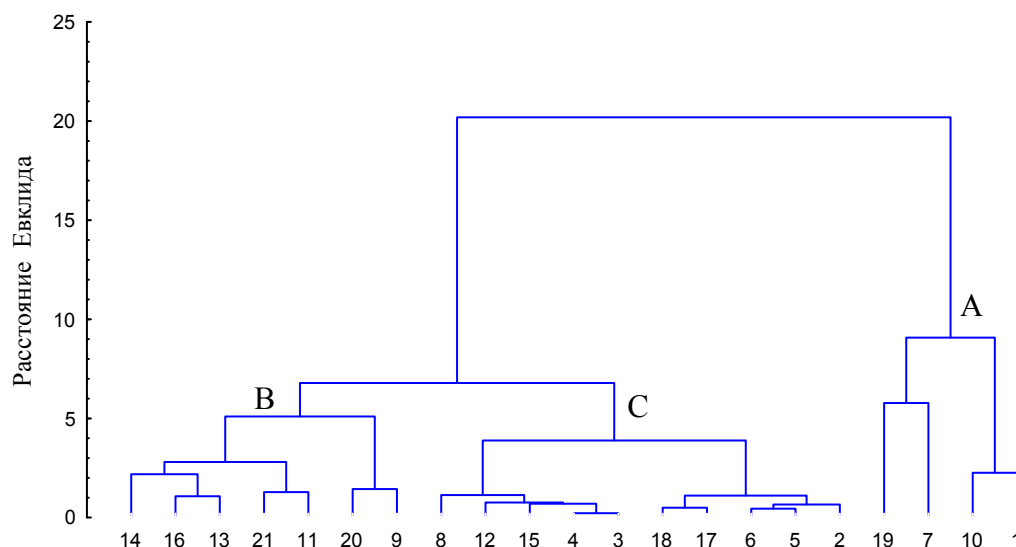


Рис. 8. Дендрограмма сходства бывших лесхозов Республики Марий Эл по санитарному состоянию, средоохранному значению и использованию лесов, построенная способом Варда на основе матрицы нормированных данных (цифры – номера лесхозов в табл. 1)



Рис. 9. Пространственное размещение бывших лесхозов Марий Эл по кластерам санитарного состояния, средоохранного значения и использования лесов

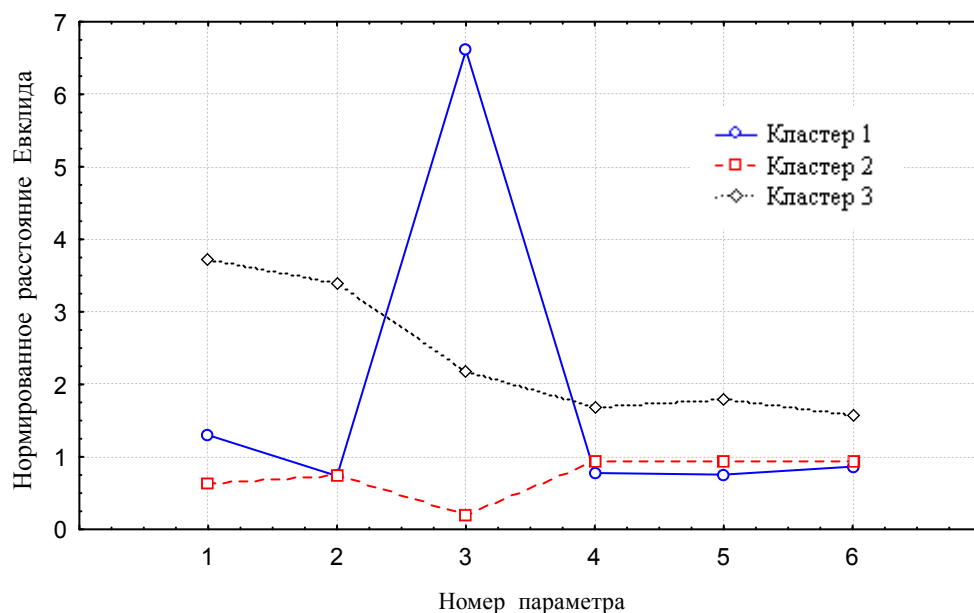


Рис. 10. Характер различий между кластерами по средним значениям нормированных показателей санитарного состояния, средоохранного значения и использования лесов

При стратификации геопространства по границам лесхозов, как элементарных ТПХС, не учитываются, однако, особенности геоморфологии и ландшафтов территории, уровень их лесистости и роли лесов в геосистемах. Для районирования целесообразнее использовать ландшафтно-бассейновый подход [17–27], который, как уже отмечалось выше, базируется на структуре естественной гидрологической сети, являющейся экологическим каркасом прилегающих к ней геосистем. На территории Марий Эл расположено 487 элементарных водосборных бассейнов, которые были объединены нами по взаимному сходству в 31 бассейновую геосистему (рис. 11). Все параметры, характеризующие состояние геосистем, изменяются в очень больших пределах (табл. 5), что свидетельствует об их высокой информативной значимости и возможности использования для стратификации.



Рис. 11. Схема расположения бассейновых геосистем на территории Марий Эл

Таблица 5

Показатели изменчивости параметров лесного фонда бассейновых геосистем

Параметр	Значения статистических показателей				
	M _x	Max	Min	S _x	V
Коэффициент эрозионности, км ⁻¹	0,35	1,76	0,00	0,53	151,3
Число населенных пунктов, шт.	61	360	2	89,1	146,0
Плотность сельского населения, чел./км ²	11,8	55,4	0,4	14,1	118,7
Лесистость геосистемы, %	61,5	96,6	3,4	28,0	45,5
Доля лесных культур, %	17,9	41,3	3,6	10,1	56,8
Доля участия различных ТЛУ, %					
A0-A2	20,9	64,9	0,0	21,0	100,2
A3	7,5	27,2	0,0	7,6	101,9
A4-A5	5,2	19,4	0,0	5,6	108,3
B2-B3	15,5	42,7	0,0	11,8	76,4
B4-B5	3,4	12,1	0,0	3,8	110,8
C2	27,2	98,4	0,0	29,5	108,5
C3-C4	5,0	13,5	0,0	3,8	74,9
C5	2,6	9,5	0,0	2,3	86,2
D2	12,6	99,1	0,0	33,1	262,3
Доля участия преобладающих пород, %					
Сосна	38,1	82,5	0,4	25,4	66,6
Ель	9,9	59,4	0,0	14,3	144,3
Дуб	4,1	55,7	0,0	11,4	276,1
Береза	33,4	74,8	0,8	16,9	50,4
Липа	2,5	22,0	0,0	4,5	179,7
Прочие	11,9	48,8	0,1	9,9	82,9
Доля участия древостоев различных классов возраста, %					
I	13,2	48,4	1,7	12,1	91,2
II	19,2	46,5	3,0	11,0	57,5
III	16,9	41,7	2,9	9,6	56,7
IV	15,2	33,7	1,9	8,6	56,1
V	13,8	54,4	2,9	11,6	83,6
VI и старше	21,6	63,8	2,1	16,1	74,4
Доля участия древостоев различных классов бонитета, %					
I-Ib	43,6	91,6	5,3	22,6	51,9
II-III	51,8	93,1	8,4	21,9	42,2
IV-Vb	4,6	26,4	0,0	5,7	125,4
Доля участия древостоев различной полноты, %					
высокополнотные (0,8-1,0)	34,7	69,6	11,3	14,7	42,2
среднеполнотные (0,6-0,7)	53,7	75,9	26,8	12,9	24,1
низкополнотные (0,4-0,5)	10,5	24,5	1,7	5,7	53,9
несомкнутые (0,3 и ниже)	1,1	17,7	0,0	3,1	283,2

На основе поэтапной кластеризации бассейновых систем по данным параметрам было проведено укрупнение геопространственных единиц и выделение относительно однородных лесохозяйственных районов (рис. 12), распределение новых лесничеств в пределах которых представлено в табл. 6.

Первый район включает в себя возвышенную часть Марийско-Вятского увала, Мари-Турекское плато и Оршано-Кокшагскую холмистую равнину. Леса, в составе которых преобладает ель, произрастают в основном на хорошо дренированных дерново-карбонатных суглинках. В пределах этого района нами выделено три пространственные страты (подрайона), которые различаются между собой по уровню эрозионности, плотности населения, санитарному состоянию лесов.

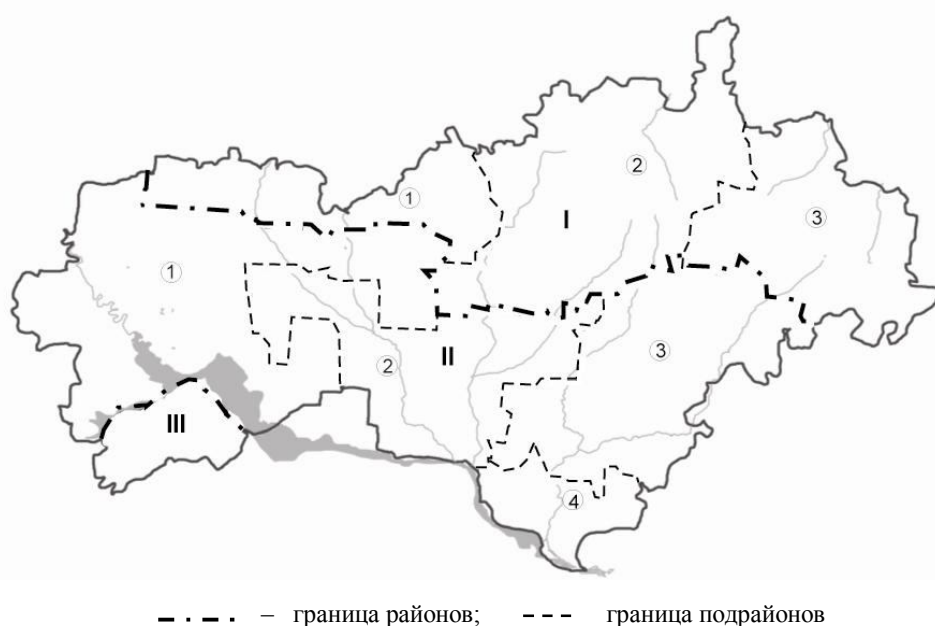


Рис. 12. Схема лесохозяйственной стратификации территории Марий Эл

Подрайон I.1 расположен в Оршано-Кокшагской низменности и северной части Марийского полесья. Представлен лесными массивами с преобладанием высокобонитетных довольно сомкнутых смешанных хвойно-лиственных приспевающих и спелых древостоев, достаточно устойчивых к дестабилизирующим факторам среды. Средний состав выражается формулой $6B2E2C+Oc$. Преобладают леса эксплуатационного назначения, инфраструктура развита слабо. Основное назначение лесов – выращивание древесины для промышленной заготовки и переработки. В лесах достаточно велики ресурсы промысловых видов животных, грибов и ягод, но используются они недостаточно эффективно.

Подрайон I.2 расположен в северной части Марийско-Вятского увала. Леса представлены высокобонитетными среднеполнотными смешанными насаждениями средних и старших возрастов с преобладанием ели (состав – $4E1C3B2Oc$), расположенными в основном колками среди безлесных пространств и достаточно интенсивно повреждаемыми стволовыми вредителями и корневыми гнилями. Дорожная сеть хорошо развита. Основное назначение лесов – средообразующее, средоохранное (заказники «Горное Заделье»), рекреационное.

Подрайон I.3 расположен в пределах Мари-Турекского плато. Леса представлены высокобонитетными среднеполнотными смешанными елово-лиственными насаждениями (состав $5E2C1Lp1B$) средних и старших возрастов, которые расположены на востоке и в центре сплошными массивами, а на западе и северо-западе – колками. Они довольно часто повреждаются стволовыми вредителями и корневыми гнилями. Дорожная сеть хорошо развита. Леса выполняют средоохранные и рекреационные функции, но в них возможна и промышленная заготовка древесины в сочетании с охотой и сбором грибов. В подрайонах I.2 и I.3 необходимо создавать противоэрозионные и водоохраные насаждения.

Второй лесохозяйственный район занимает широкую полосу левобережья Волги, где доминируют легкие песчаные почвы. Он разбит на четыре подрайона, которые различаются по структуре лесов, их целевому назначению и особенностям ведения хозяйства.

Таблица 6

**Распределение лесничеств и лесных участков по бассейновым системам
и сформированным районам**

Номер района	Номер подрайона	Бассейновая система	Лесничества (участковые лесничества, лесные участки), сформированные по приказу №325 от 04.07.2007 г.
I	1	10, 15, 18	Килемарское (Нежнурское, Килемарское, Удюрминское); Пригородное (Люльпанский лесной участок); Оршанское (Оршанский лесной участок).
	2	21, 28	Оршанское (Шулкинский лесной участок); Новоторьяльское (полностью); Сернурское (Сернурский лесной участок); Советское (полностью); Куженерское (Куженерский лесной участок); Куярское военное лесничество (полностью); Учебно-опытное (Кортинское, Нолькинское).
	3	29, 30	Сернурское (Бушковский лесной участок); Куженерское (Шойский лесной участок); Мари-Турекское (полностью); Параньгинское (полностью).
II	1	1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 14, 16, 19	Юринское (полностью); Козиковское (полностью); Руткинское (Шарское, Ардинское); Килемарское (Кумьинское, Кундышское); Волжское (Дубовское, Куплонгский лесной участок); Пригородное (Краснооктябрьское, Азяковское); ГПЗ «Большая Кокшага»
	2	13, 17, 20, 22, 23, 24	Пригородное (Старожильское); Волжское (Красномостовское, Визимьярское); Куярское (полностью); Кокшайское (полностью); Учебно-опытное (Чернушкинское); Суслонгерское военное лесничество
	3	25, 26, 31	Зеленогорское (полностью); Моркинское (полностью); Кужерское (полностью); Алексеевское (Сотнурский лесной участок); Звениговское (Суслонгерское, Шелангерский лесной участок); НП «Марий Чодра» (Кленовогорское, Лушмарское, Керебелякское).
	4	27	Алексеевское (Алексеевский лесной участок); Звениговское (Волжское, Нуктужский лесной участок); НП «Марий Чодра» (Яльчинское).
III		6, 7, 8, 9	Руткинское (Козьмодемьянское)

Подрайон II.1 расположен в западной наиболее заболоченной части Марийского полесья. Представлен в основном сосново-березовыми смешанными среднеполнотными насаждениями средней производительности самых разных возрастов, которые достаточно устойчивы к воздействию негативных факторов среды. Многие участки спелых насаждений находятся в труднодоступных заболоченных местах, инфраструктура недостаточно развита, особенно на севере. Леса выполняют важные средообразующие функции, поскольку в пределах подрайона расположен заповедник «Большая Кокша-

га», а также крупный массив верховых болот, являющийся местом обитания редких видов организмов, который нуждается в охране и может претендовать на статус водно-болотного угодья международного значения. Основное назначение – побочное пользование лесом (заготовка торфа, мха, клюквы, брусники, черники и грибов, любительская охота) и рекреация на многочисленных озерах; на ряде участков возможны промышленные лесозаготовки.

Подрайон II.2 находится в центральной части Марийского полесья. Представлен в основном постпирогенными чистыми или смешанными загущенными молодняками II класса возраста искусственного или естественного происхождения (средний состав 8С2Б), которые нуждаются в лесоводственном уходе, направленном на оптимизацию густоты древостоя. В лесах необходимо проведение лесозащитных мероприятий, поскольку в них широко распространены очаги восточного майского хруща, подкорного клопа и корневой губки, развитие сети дорог и противопожарного обустройства территории. Основное назначение – побочное пользование лесом и рекреация. На ряде участков возможны промышленные лесозаготовки.

Подрайон II.3 расположен в южной части Марийско-Вятского увала на песчаных и суглинистых лесных почвах, где сформировались смешанные сосново-березовые насаждения с примесью липы, осины и ели (состав 4С1Е2Б2Ос), имеющие достаточно высокую полноту и бонитет. В подрайоне довольно высок уровень биологического разнообразия, особенно в НП «Марий Чодра», и хорошо развита инфраструктура. Основное назначение лесов заключается в выполнении средообразующих, защитных и рекреационных функций.

Подрайон II.4 находится в юго-восточной части Марийского полесья, где преобладают свежие суглинистые почвы. Насаждения представлены в основном достаточно высокополнотными (0,7–0,8) припевающими, спелыми и перестойными смешанными сосново-лиственными древостоями (состав 3С1Е3Б3Ос) средних классов бонитета, выполняющими средообразующие и средоохранные функции. Леса предназначены главным образом для побочного пользования, рекреации и развития туризма.

Третий лесохозяйственный район, который расположен в правобережье Волги, является самым маленьким по площади и резко отличающимся от остальных по лесорастительным условиям и структуре лесного фонда. Леса здесь представлены нагорными среднеполнотными дубравами (как чистыми, так и с примесью березы, липы, вяза, клена и других пород; средний состав 3Д3Б1Лп1В), произрастающими на дерново-подзолистых легкосуглинистых серых лесных почвах, подстилаемых лессовидными суглинками. Многие насаждения сильно расстроены, так как часто повреждаются листогрызущими насекомыми и страдают от сильных морозов. Инфраструктура и дорожная сеть хорошо развиты. Основное назначение лесов – выполнение средозащитных и рекреационных функций.

Выводы.

1. Территория Республики Марий Эл, несмотря на небольшие размеры, довольно неоднородна по геоморфологии, лесорастительным условиям, структуре лесного фонда, его санитарному состоянию и экологическому значению, а также плотности населения и степени развития инфраструктуры. В ее пределах выделено восемь территориальных единиц, объединенных в три лесохозяйственных района, каждый из которых обладает сугубо специфической структурой лесного фонда, которую необходимо учитывать при ведении хозяйственной деятельности.

2. Проведенный анализ показал эффективность метода классического кластерного анализа, дополненного элементами картографии и ГИС-технологий для пространственной стратификации неоднородной в хозяйственном отношении территории.

3. Задача выделения конкретных территориальных лесохозяйственных единиц на уровне квартальной сети может быть решена только поэтапно с послойным наложением друг на друга тематических карт, отображающих пространственное распределение значений геоэкологических и таксационных показателей, и постоянной корректировкой границ.

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. Овчинников, Н. Ф. Принципы сохранения / Н. Ф. Овчинников. – М.: Наука, 1966. – 331 с.
3. Свидерский, В. И. О диалектике элементов и структуры в объективном мире и в познании / В. И. Свидерский. – М.: Соцэкгиз, 1962. – 275 с.
4. Фролов, И. Т. Жизнь и познание. О диалектике в современной биологии / И. Т. Фролов. – М.: Мысль, 1981. – 268 с.
5. Демаков, Ю. П. Системный подход в управлении лесами / Ю. П. Демаков // Восьмые Вавиловские чтения. Мировоззрение современного общества в фокусе научного знания и практики. – Йошкар-Ола, 2004. Ч. 2. С. 229–230.
6. Демаков, Ю. П. Теоретические и практические аспекты устойчивого природопользования: управление, принципы организации природно-хозяйственных систем, ландшафтное планирование / Ю. П. Демаков, Л. К. Казаков, В. П. Чинова, А. В. Колесов, Л. И. Севостьянова, Л. А. Терентьева. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2004. – 404 с.
7. Демаков, Ю. П. Проблемы лесного хозяйства в свете концепции устойчивого развития / Ю. П. Демаков, А. В. Колесов, И. А. Алексеев // Экология и леса Поволжья: Сб. науч. статей. Вып. 2. – Йошкар-Ола, 2002. – С. 34–47.
8. Демаков, Ю. П. Концепция устойчивого управления лесами Российской Федерации и современные реалии / Ю. П. Демаков, Г. М. Пурынычева, И. А. Алексеев // Исторический процесс: истоки, перспективы, перспективы. Межвуз. сб. ст. Вып. 5. – Йошкар-Ола, 2004. – С. 109–118.
9. Демаков, Ю. П. Социальные аспекты проблемы устойчивого развития лесного хозяйства России / Ю. П. Демаков, И. А. Алексеев, Г. М. Пурынычева, Р. Р. Иванова // Кадровое и научное сопровождение устойчивого управления лесами: состояние и перспективы: Материалы международ. конф. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – С. 45–54.
10. Демаков, Ю. П. Социально-экологическая безопасность государства: управленческий аспект: учеб. пособие / Ю. П. Демаков, В. П. Шалаев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 340 с.
11. Демаков, Ю. П. Комплексное эколого-ресурсное районирование – один из важнейших элементов системы национальной безопасности России / Ю. П. Демаков // Седьмые Вавиловские чтения. Глобализация и проблемы национальной безопасности России в XXI веке: Матер. Всерос. междисциплинарной науч. конф. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. Ч. 2. – С. 192–193.
12. Агроклиматические ресурсы Марийской АССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 107 с.
13. Абрамов, Н. В. Флора Республики Марий Эл / Н. В. Абрамов. – Йошкар-Ола, 2000. – 164 с.
14. Чистяков, А. Р. Типы леса Марийской АССР и сопредельных районов / А. Р. Чистяков, А. К. Денисов. – Йошкар-Ола: Марийское книжное изд-во, 1959. – 74 с.
15. Севостьянова, Л. И. Роль рельефа и поверхностных отложений в хозяйственном освоении территории Марий Эл / Л. И. Севостьянова. – Автореф. дис. ... канд. географ. наук. – Казань, 2000.
16. Смирнов, В. Н. Почвы Марийской АССР, их генезис, эволюция и пути улучшения / В. Н. Смирнов. – Йошкар-Ола: Мар. книжн. изд-во, 1968. – 531 с.
17. Мильков, Ф. И. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования / Ф. И. Мильков // География и природные ресурсы. – 1981. – № 4. – С. 11–18.
18. Чубатый, О. В. Ведение хозяйства по водосборам в горных лесах Карпат / О. В. Чубатый // Лесоведение. – 1981. – № 1. – С. 3–11.
19. Зотов, С. И. Бассейно-ландшафтная концепция природопользования / С. И. Зотов // Изв. РАН, сер. географ. – 1986. – № 1. – С. 133–136.

20. Фисков, А. П. К вопросу о бассейновом уровне организации в биосфере / А. П. Фисков // Общие проблемы биогеоценологии. – М., 1986. – С. 20–30.
21. Чуенков, В. С. Организация многоцелевого лесопользования по водосборам / В. С. Чуенков // Проблемы лесопользования в западном регионе СССР. – Гомель, 1990. – С. 142–145.
22. Лямеборшай, С. Х. Водосбор – объект комплексного природопользования / С. Х. Лямеборшай, В. Н. Гирячев // Лесное хозяйство. – 1991. – № 10. – С. 24–26.
23. Бабинцева, Р. М. Экологическая основа планирования лесопользования в бассейнах крупных рек / Р. М. Бабинцева, В. Н. Горбачев // Россия Азиатская. – 1996. – № 1. – С. 34–44.
24. Бабинцева, Р. М. Экологическое зонирование территорий речных бассейнов в системе устойчивого лесопользования / Р. М. Бабинцева, В. Н. Горбачев, В. Н. Марченко // Тр. XI съезда РГО. СПб., 2000. – Т. 8. – С. 5–18.
25. Демаков, Ю. П. Территориальные природно-хозяйственные системы: синергетический аспект / Ю. П. Демаков, А. В. Колесов, Л. И. Севостьянова // Социальная синергетика: предмет, актуальные проблемы, поиски, решения. – Йошкар-Ола, 2003. – С. 219–237.
26. Демаков, Ю. П. Бассейновый подход к организации систем природопользования и охраны природы / Ю. П. Демаков // Проблемы экологии и природопользования в бассейнах рек Республики Марий Эл и сопредельных регионов. – Йошкар-Ола, 2006. – С. 7–11.
27. Демаков, Ю. П. Параметры структуры лесного фонда бассейново-территориальных систем Республики Марий Эл / Ю. П. Демаков, А. Е. Смыков // Пути рационального воспроизводства, использования и охраны лесных экосистем в зоне хвойно-широколиственных лесов. – Чебоксары, 2005. – С. 100–105.
28. Демаков, Ю. П. Динамика структуры лесного фонда Марий Эл и пути ее оптимизации / Ю. П. Демаков, А. Е. Смыков // Лесное хозяйство. – 2008. – № 1. – С. 43–45.
29. Демаков, Ю. П. Современное состояние ельников Республики Марий Эл и пути его улучшения / Ю. П. Демаков, И. А. Алексеев, А. Е. Смыков, А. А. Симанова // Система мероприятий по улучшению лесопатологического состояния ельников европейской части России: Материалы научно-практ. конф. – Голицино: ВНИИЛМ, 2002. – С. 33–38.
30. Демаков, Ю. П. Динамика еловых лесов Республики Марий Эл за последние 50 лет / Ю. П. Демаков, И. А. Алексеев, А. Е. Смыков, А. А. Симанова // Проблемы государственного мониторинга природной среды на территории Республики Марий Эл: Матер. первой республ. научно-практ. конф. 25–26 июня 2002 г. – Йошкар-Ола, 2002. – С. 98–102.

Статья поступила в редакцию 14.02.08

Yu. P. Demakov, A. Ye. Smykov, S. A. Denisov

SPACIAL STRUCTURE OF THE FOREST FUND OF THE REPUBLIC OF MARI EL

The analysis of the special structure of the forest fund of the republic of Mari El is carried out, the homogeneous areas of forest strata of different ranks are singled out, the suggestions on forest usage improvement are given.

ДЕМАКОВ Юрий Петрович – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой управления природопользованием и лесозащиты МарГТУ. Область научных интересов – устойчивость лесных биогеоценозов, модели в фитоценологии. Автор более 140 публикаций.

СМЫКОВ Андрей Евгеньевич – инженер I категории Марийской экспедиции «Центрлеспроект» филиала ФГУ «Рослесинформ». Область научных интересов – устойчивость лесных биогеоценозов, модели в фитоценологии. Автор пяти публикаций.

ДЕНИСОВ Сергей Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой лесоводства МарГТУ. Область научных интересов – лесоведение и лесоводство, биология и экология леса, закономерности естественного возобновления. Автор более 120 публикаций.

УДК 630*4346: 582.475.4 (470.343)

К. К. Калинин

СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА КРУПНЫХ ГАРЯХ СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ

Рассмотрен процесс восстановления растительного покрова в боровых условиях различных типов сосняков за 33-летний период после низовых пожаров 1972 года в Республике Марий Эл. Установлено, что восстановление живого напочвенного покрова еще полностью не закончилось.

Введение. Изучение сукцессий растительного покрова на лесных гарях представляет значительный интерес для теории и практики лесовосстановления. В лесоводственной литературе послепожарным сменам растительного покрова посвящено значительное количество работ [1–13]. Установлено, что восстановление растительных сообществ на гарях представляет собой сложную картину и находится в тесной связи с ландшафтно-географической структурой территории, видом пожара и типом леса. Недостатком данных исследований являлась кратковременность наблюдений, в основном на временных пробных площадях.

Цель работы – установление динамики восстановления живого напочвенного покрова (ЖНП) после пожаров 1972 года за длительный период на стационарных пробных площадях.

Решаемые задачи: исследование влияния пожаров на количественные и качественные показатели живого напочвенного покрова за 33-летний период на крупных гарях 1972 года сосновых насаждений.

Техника эксперимента. Исследования проводились на стационарных пробных площадях в Старожильском лесничестве Пригородного лесхоза в сосняках лишайниково-мшистом (A_{1-2}), брусничном (A_2), бруснично-черничном (A_{2-3}), долгомошниковом (A_4) и кустарничково-сфагновом (A_5) после сильных низовых пожаров, а также в сосняке брусничном в ТЛУ (тип лесорастительных условий) A_2 и B_2 после пожара средней интенсивности. При сильных низовых пожарах ЖНП и подстилка сгорели полностью, погиб подлесок и подрост. Практически полностью погибли древостои. При пожарах средней интенсивности подстилка полностью не прогорела, древостои полностью не погибли. Древостои на пробных площадях до пожара представляли собой или чистые сосняки, или сосняки с небольшой примесью березы и осины. Возраст древостоев 70–80 лет, полнота 0,6–0,8. В качестве контрольных взяты негорелые участки леса с такой же таксационной характеристикой.

Учет ЖНП проводился на раункировских площадках размером 1х1м, размещенных равномерно-принудительно в количестве 25 шт. на пробной площади. На них определялся видовой состав ЖНП по П. Ф. Маевскому [14], а также степень проективного покрытия – общая и каждого вида, %. Лесовозобновительный процесс на гарях изучен с применением методики А. В. Побединского [15] с нашими дополнениями. В исследованиях в разные годы принимали участие В. А. Крейер, Ю. П. Демаков, А. В. Иванов, студенты МарГУ и МарГТУ.

Интерпретация результатов. Влияние пожаров на растительность разнообразно как по своему непосредственному воздействию на допожарные фитоценозы, так и по результатам послепожарного формирования сообществ. Как следствие различной интенсивности огневого воздействия, после пожара может восстанавливаться либо прежний материнский древостой, либо формируются сообщества совершенно иного видового состава и структуры. Послепожарные фитоценозы в процессе своего восстановительного и возрастного развития чаще всего постепенно возвращаются к коренным типам сообществ. Однако полное восстановление наблюдается не всегда. Одна из причин этого заключается в определенной цикличности возникновения пожаров, свойственной как биогеоценозам, так и природным территориальным комплексам.

Пожары оказывают очень сильное влияние на живой напочвенный покров и значительно изменяют характер его послепожарного восстановления. Характер и степень послепожарного изменения растительности зависят: от силы огня, от различия климатических условий и исходной структуры самой растительности.

Чаще всего огневое воздействие пожара не приводит к полному отмиранию растений. Они успешно размножаются и восстанавливают свою численность после пожара даже при полном уничтожении наземных органов за счет корневищ, придаточных почек на корнях и т.д.

Изменение живого напочвенного покрова на гарях тесно связано с физическими, химическими и биологическими свойствами почвы после пожаров.

Динамика живого напочвенного покрова после сильного низового пожара

В результате полного разрушения лесной ассоциации в первые годы после пожаров лесные виды в составе растительности исчезают.

Пожары влияют на структуру и характер развития живого напочвенного покрова, его биоразнообразие, при этом характер изменений видовой структуры растительности зависит от вида и силы пожара, а также типа леса (рис. 1). Оно различно в суходольных и в переувлажненных (сырых и заболоченных) типах леса.

В суходольных типах леса (лишайниково-мшистых, брусничных, бруснично-черничных) уже вскоре после пожара (на 2-й год) формируется ЖНП с преобладанием в нем иван-чая. ЖНП по видовому обилию значительно (в 2–3,3 раза) превосходит негорелые участки леса. Высокое видовое разнообразие покрова сохранялось до 23 года наблюдений. К 33-му году после пожара наблюдается выравнивание видового обилия по отношению к контролю. С возрастом гари в напочвенном покрове увеличивается участие вейников и условия для лесовозобновления ухудшаются.

В соответствии с увеличением видового обилия изменялась и видовая плотность (среднее число видов на 1 м²). К 33-му году оно стало меньше по сравнению с контролем.

Проективное покрытие ЖНП в лишайниково-мшистом и брусничном типах леса также значительно возросло на второй год после пожара: в сосняке лишайниково-мшистом в 6 раз и в 1,6 раза – в сосняке брусничном. На 33-м году после пожара проективное покрытие в этих типах леса несколько превышало контроль. В сосняке бруснично-черничном наблюдалось снижение проективного покрытия за все годы наблюдений.

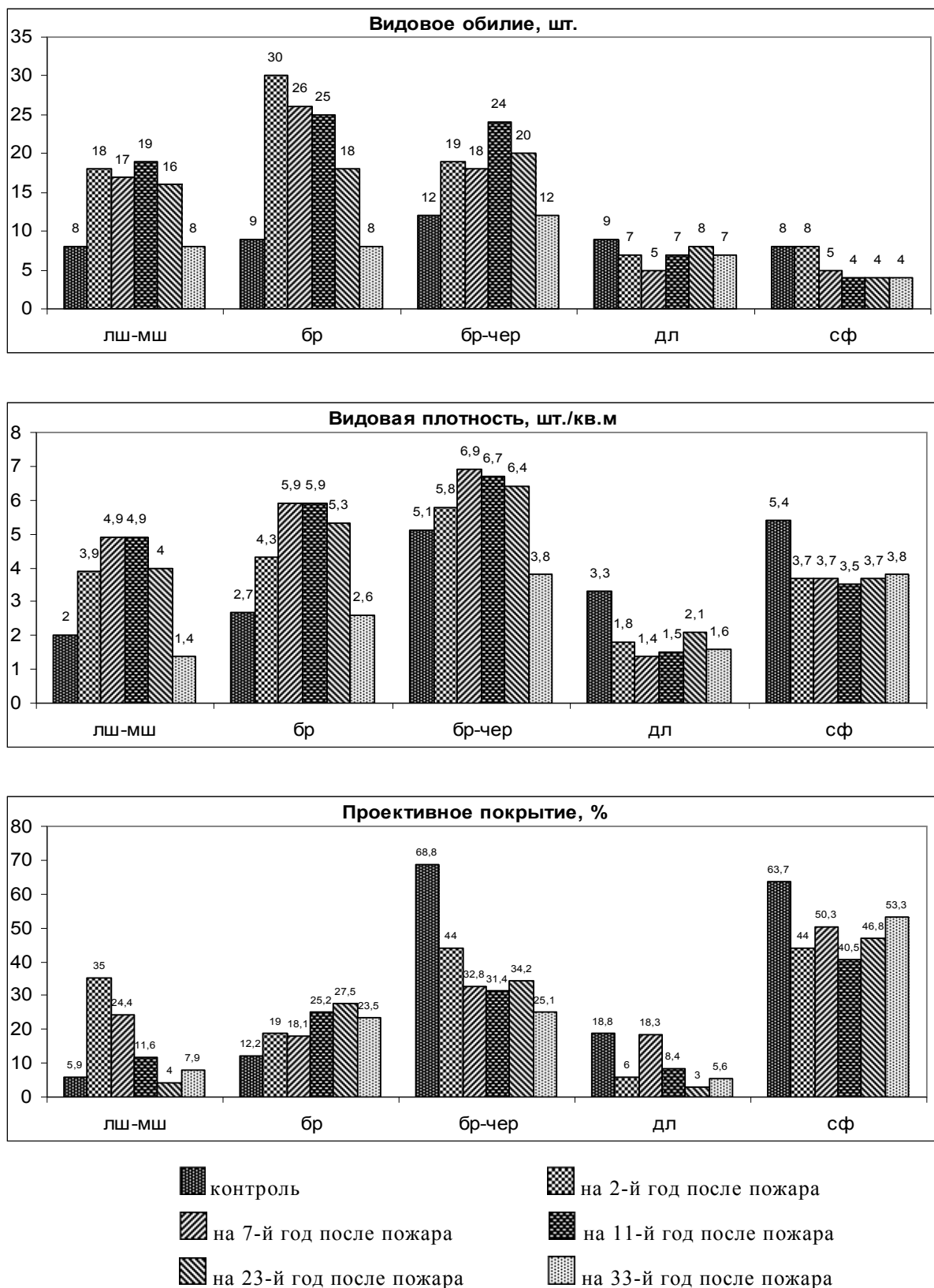


Рис. 1. Динамика живого напочвенного покрова на гарях сосновых насаждений после сильных низовых пожаров (лш-мш. – лишайниково-миштый; бр. – брусничный; бр-чр. – бруснично-черничный; дл. – долгомошный; сф. – сфагновый)

В переувлажненных типах леса (сосняки долгомошные и сфагновые) ЖНП значительно беднее по видовому составу. Он за период наблюдений после пожара или не изменил своего видового обилия, или даже снизил (сосняк сфагновый). Восстановление видовой плотности и проективного покрытия идет медленно.

Представляет интерес оценка сходства формирующихся фитоценозов на гарях по отношению к контролю (негорелому участку леса) – табл. 1. Восстановление исходной структуры растительности происходило в большинстве случаев медленно.

Таблица 1

**Коэффициент видового сходства по Жаккару живого напочвенного покрова
на гарях 1972 г. по отношению к контрольному участку леса**

Типы леса, ТЛУ	Вид пожара	Давность пожара, лет				
		2	7	11	23	33
С. лишайниково-мшистый (А ₁)	Н. сильный	20,8	21,8	22,7	33,3	33,3
С. брусничный (А ₂)	-//-	18,1	29,6	30,7	35,0	70,0
С. бруснично-черничный (А ₂ -А ₃)	-//-	40,9	42,8	50,0	52,4	61,5
С. долгомошный (А ₄)	-//-	22,0	23,0	23,0	40,0	45,5
С. кустарничково-сфагновый (А ₅)	-//-	60,0	44,4	50,0	50,0	50,0

В первые послепожарные годы сходство фитоценозов наименьшее в суходольных типах леса. В сосняке лишайниково-мшистом за 33-летний период видовое сходство далеко от восстановления. Этого нельзя сказать о сосняке брусничном, к 33-му году коэффициент видового сходства составил 70%.

Наибольшее сходство (по Жаккару) в первые годы наблюдалось в переувлажненных условиях (в сосняке кустарничково-сфагновом) – до 60%, в остальные послепожарные годы оно не превышало 50%. В сосняке бруснично-черничном наблюдается увеличение коэффициента сходства фитоценозов, и к 33-му году после пожара он составил 61,5%. В целом с увеличением давности пожара сходство по Жаккару возрастает во всех типах леса.

По характеру развития и участия в сложении растительных сообществ на различных этапах послепожарных сукцессий среди травянистых растений были выделены три основные группы:

1) обильно разрастающиеся только на первых этапах сукцессий и отсутствующие в травяном покрове на более поздних стадиях;

2) наиболее активно развивающиеся на первых этапах и сохраняющиеся в меньшем обилии на поздних этапах сукцессий;

3) постепенно увеличивающие свое обилие от первых этапов к более поздним или сохраняющие более или менее одинаковое обилие на разных этапах сукцессий. В определенной степени представители этих групп соответствуют инициальным, серийным и климаксовым видам, выделенным F. Clements (1928) для сукцессионных рядов.

Для инициальных видов характерны простые и короткие жизненные циклы, осуществляющиеся только на первых этапах сукцессий. Для серийных видов характерны более длительные жизненные циклы и присутствие на разных этапах сукцессий. Вместе с тем активнее всего они развиваются в производных сообществах, чем отличаются от климаксовых видов, способных доминировать на поздних этапах сукцессий и в коренных сообществах.

В качестве характеристики развития и фитоценотической роли растений служила их встречаемость и проективное покрытие.

Распределение видов ЖНП по их фитоценотической роли представлено в табл. 2, оно различно в суходольных и увлажненных условиях местопроизрастания.

Таблица 2

Распределение видов живого напочвенного покрова по фитоценотической роли

Типы леса, ТЛУ	Вид пожара	Количество видов, %								
		инициальных			серийных			климаксовых		
		на 2-й год	на 23-й год	на 33-й год	на 2-й год	на 23-й год	на 33-й год	на 2-й год	на 23-й год	на 33-й год
С. лишайниково-мшистый (A ₁ -A ₂)	Н. сильн.	61	6	0	17	37	0	12	57	100
С. брусничный (A ₂)	-/-	30	6	0	40	44	12	30	50	88
С. бруснично-черничный (A ₂ -A ₃)	-/-	21	0	0	32	45	17	47	55	83
С. долгомошный (A ₄)	-/-	29	0	0	29	53	15	42	47	85
С. кустарничково-сфагновый (A ₅)	-/-	37	0	0	12	0	0	51	100	100

Уже в начальный период после пожара в суходольных типах леса сохранилось значительное количество климаксовых видов (12–47% от общего количества), представлены они были в основном вейником наземным и тростниковидным, брусникой, ландышем майским, черникой, молинией голубой и др. На 23-летних гарях количество климаксовых видов возросло до 50–57%, у большинства из них увеличилась встречаемость и проективное покрытие. К 33-му году климаксовые виды уже составили 88–100%.

В сырых и мокрых типах условий местопроизрастания (долгомошниковые и сфагновые типы леса) после сильных низовых пожаров количество инициальных видов в данных условиях местопроизрастания было небольшим и представлено кипреем железистостебельным, иван-чаем, вейником сероватым. Восстановление климаксовых видов началось активно уже с первых лет после пожара и на двух летних гарях они составляли 42–51% от общего числа видов. К 23-му году в составе ЖНП в сосняках сфагновых участвовали лишь климаксовые виды, значительно меньше (47%) их было в долгомошниковом типе леса. К 33-му году климаксовые виды в данном типе леса составили 85%.

Динамика живого напочвенного покрова в сосняках брусничных свежего бора после сильных низовых и средней силы пожаров

Влияние вида пожара на структуру живого напочвенного покрова на примере сосняка брусничного в ТЛУ A₂, пройденного низовым пожаром сильной и средней интенсивности, представлено на рис. 2.

В боровых условиях с различной интенсивностью низового пожара в первые годы разнообразие видов богаче на площадях, по которым прошли сильные низовые пожары. К 33-му году после пожара при обоих видах пожара видовое обилие сравнивается с контролем. По видовой плотности существенных различий не наблюдается. Проективное покрытие за все годы наблюдений на площадях после низового сильного пожара больше, чем на площадях после низовых пожаров средней интенсивности.

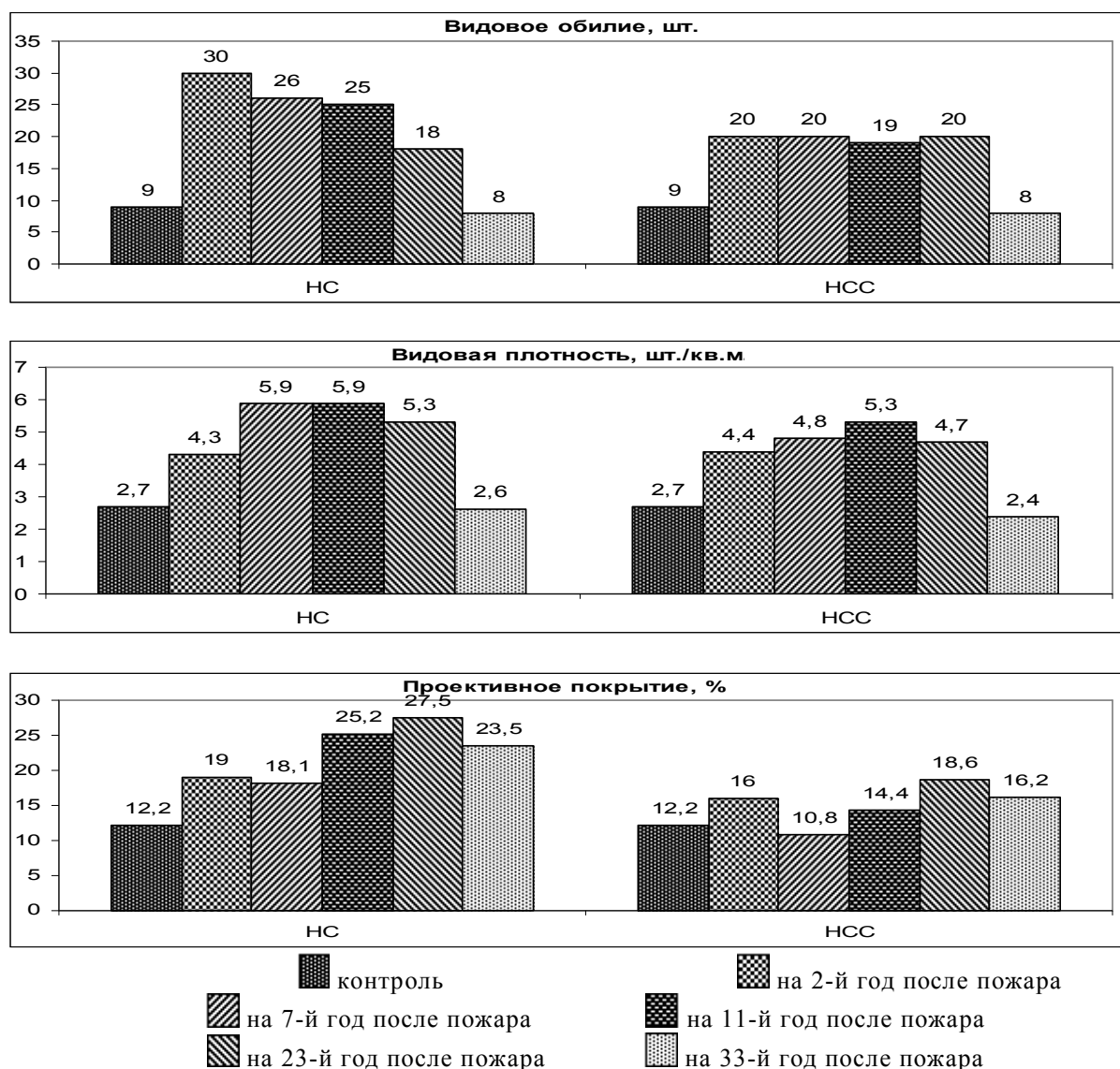


Рис. 2. Динамика живого напочвенного покрова на гарях сосновых насаждений в ТЛУ А₂ в зависимости от интенсивности низового пожара (НС – сильный пожар, НСС – средней силы пожар)

Вид пожара оказал влияние на все показатели видовой структуры: видовое обилие, видовую плотность и проективное покрытие. Они стали несколько меньше при низовом пожаре средней интенсивности практически за все годы наблюдений после пожара, что, по-видимому, связано со степенью прогорания лесной подстилки. Исключение составляет видовое обилие и видовая плотность на 23-й и 33-й годы после пожара. Они стали несколько больше или сравнялись.

Динамика живого напочвенного покрова в сосняках свежего бора и субори после низовых пожаров средней силы

Влияние типа лесорастительных условий при одном и том же типе леса и виде пожара на структуру ЖНП можно видеть при рассмотрении пробных площадей 3 и 11, пройденных низовым пожаром средней интенсивности. Тип леса здесь один и тот

же (сосняк брусничный), но в одном случае (пр. пл. 3) он расположен в ТЛУ В₂, в другом случае (пр. пл. 11) – в ТЛУ А₂. Как видно из рис.3, структура ЖНП значительно различается в зависимости от ТЛУ.

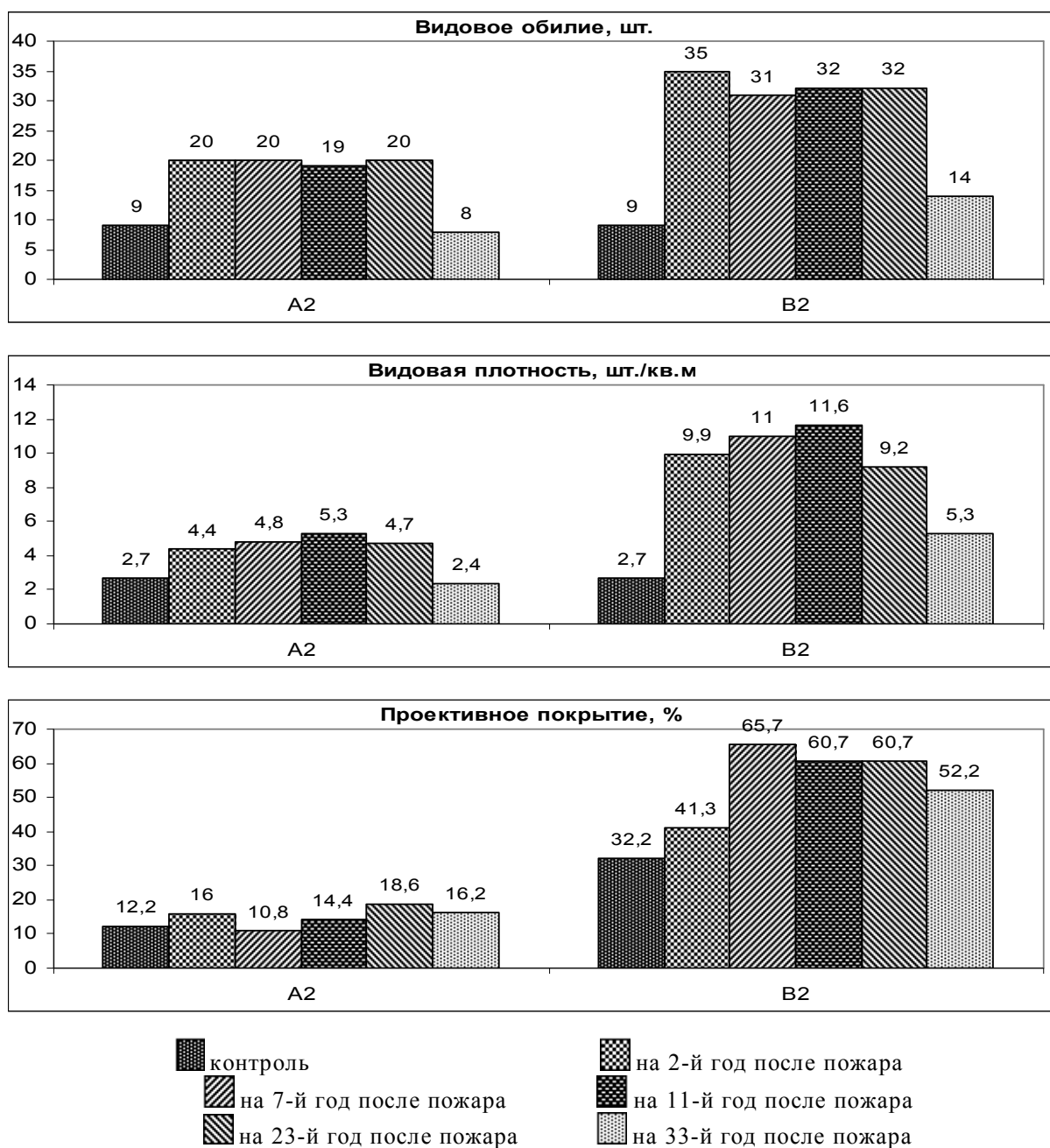


Рис.3. Динамика живого напочвенного покрова в зависимости от типа лесорастительных условий в сосняке брусничном после низового пожара средней интенсивности

За 33-летний период произошли значительные изменения структуры живого напочвенного покрова в суборевых условиях сосняка брусничного, видовое обилие разнообразнее, видовая плотность и проективное покрытие больше и развивалось интенсивнее в отличие от борových условий.

Доминанты же ЖНП представлены одинаковыми видами (иван-чаем, вейниками, ландышем, орляком), встречаемость и проективное покрытие их, за исключением орляка, близки (рис.4).

Различно здесь идет развитие ЖНП в видовом отношении, если в условиях A_2 на втором году после пожара доминантом покрова является иван-чай, то в условиях B_2 – орляк и вейники. И лишь в семилетнем возрасте гари доминантом ЖНП стали те же виды.

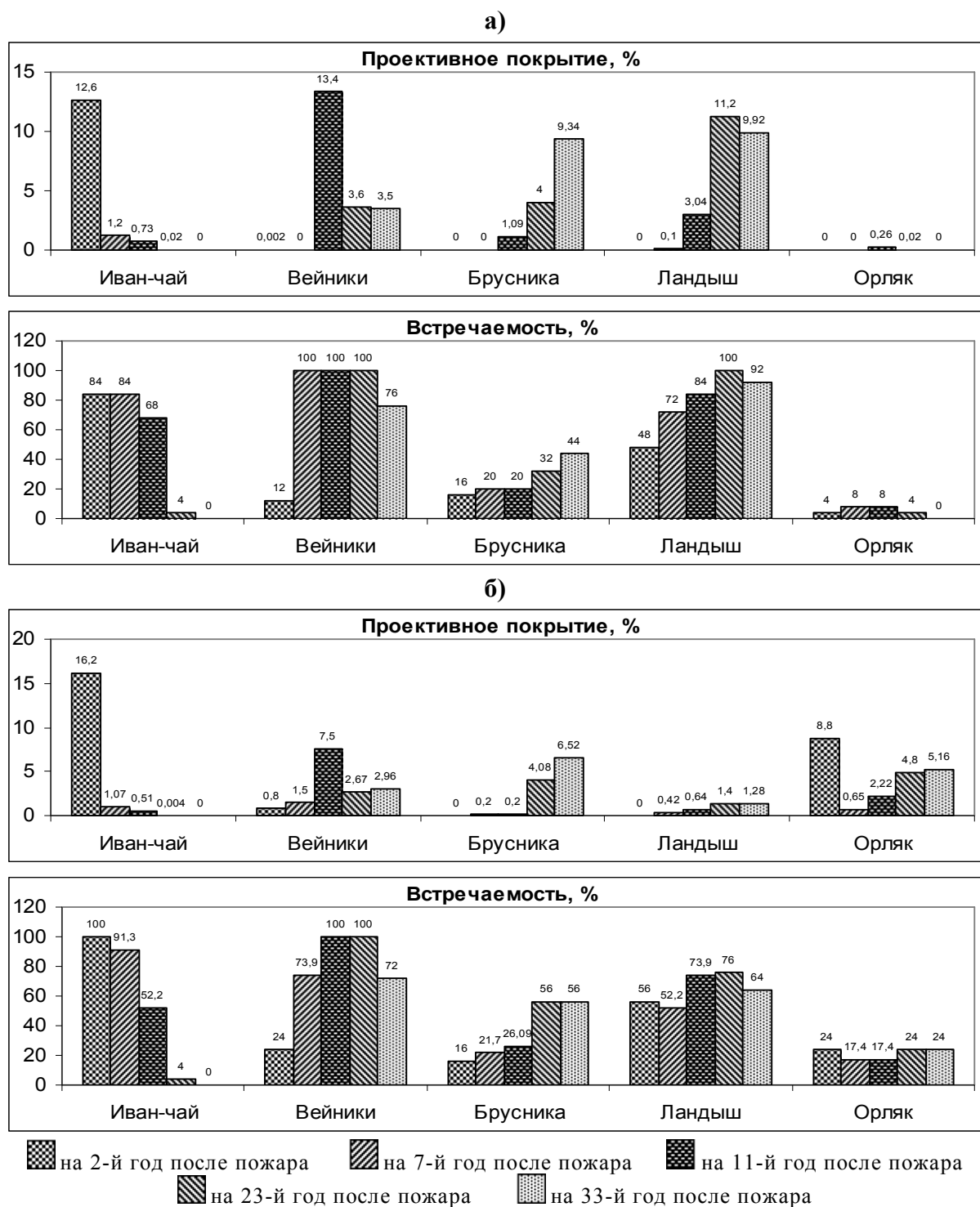


Рис. 4. Динамика встречаемости и проективного покрытия доминантных видов живого напочвенного покрова в сосняках брусничных после низового пожара средней силы в ТЛУ A_2 (а), и в ТЛУ B_2 (б)

Доминантами ЖНП на 33-м году после пожара в ТЛУ A_2 являются ландыш, брусника и вейники, а в ТЛУ B_2 – брусника, орляк и вейники.

Выводы.

1. Пожары влияют на динамику развития живого напочвенного покрова. Характер изменений видовой структуры растительности под влиянием пожаров зависит от их вида и силы, а также типа леса.

2. В сосновых насаждениях сухих и свежих боров на третий год после сильных низовых и низовых средней силы пожаров формируется редкий или средней густоты напочвенный покров с преобладанием в нем иван-чая, не оказывающий отрицательного влияния на ход лесовозобновления. С возрастом гари в напочвенном покрове увеличивается встречаемость вейников.

3. В сухих и свежих борах пожары приводят к возрастанию видового обилия и видовой плотности живого напочвенного покрова. Различия сохранялись в течение 23-летнего периода наблюдений. В сырых и заболоченных борах пожары приводят к уменьшению биоразнообразия живого напочвенного покрова.

4. Восстановление исходной структуры растительности сосновых лесов происходило в большинстве случаев медленно. Проективное покрытие видового состава живого напочвенного покрова после пожаров за 33 года почти во всех типах сосновых лесов, за исключением лишайниково-мшистого, снизилось и не восстановилось.

5. Наибольшее сходство живого напочвенного покрова (по Жаккару) в первые послепожарные годы наблюдалось в переувлажненных условиях. В целом в связи с давностью пожара сходство фитоценозов увеличивается, но еще далеко до полного восстановления, особенно в лишайниково-мшистом типе леса (33,3%).

Список литературы

1. Данилов, М. Д. Лесоводственное значение иван-чая / М. Д. Данилов // Сб. трудов ПЛТИ им. М. Горького. – Вып. 1. – Йошкар-Ола, 1937. – С. 76–92.
2. Данилов, М. Д. Изменение состава растительности и условий лесовозобновления на лесосеках и гарях в Куярском лесхозе Марийской АССР / М. Д. Данилов // Сб. трудов ПЛТИ им. М. Горького. – Вып. 2. – Йошкар-Ола, 1941. – С. 63–85.
3. Ибрагимов, А. К. О первоначальных стадиях восстановления растительного покрова на гарях сосновых лесов / А. К. Ибрагимов // Биологические основы повышения продуктивности и охраны лесных, луговых и водных фитоценозов. Вып. 4. – Горький, 1975. – С. 20–24.
4. Ибрагимов, А. К. К вопросу об изучении восстановления динамики лесных фитоценозов после воздействия лесных пожаров / А. К. Ибрагимов // Охрана природы Горьковской области и рациональное использование ее ресурсов. Вып. 10. – Горький: Горьковский с.-х. ин-т, 1977. – С. 15–21.
5. Комарова, Т. А. Анализ состава и структуры популяций в ходе послепожарных демулационных сукцессий в лесах Южного Сихотэ-Алиня / Т. А. Комарова // Биол. разнообразие лес. экосистем: Матер. Всерос. совещ. – М., 1995. – С. 259–262.
6. Корчагин, А. А. Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление ее после пожара на Европейском Севере / А. А. Корчагин // БИН АН СССР. Сер. Геоботаника. – М., 1954. – Т. 9. – С. 75–149.
7. Куприянов, Н. В. О типах гарей сосновых лесов в Выксунском лесхозе Горьковской области / Н. В. Куприянов, В. И. Волкорезов, А. К. Ибрагимов // Биологические основы повышения продуктивности и охраны лесных, луговых и водных фитоценозов Горьковского Поволжья: Сб. статей / Горьков. ун-т. Вып. 2. – Горький, 1974. – С. 21–33.
8. Орлов, Ф. Б. Об изменении живого напочвенного покрова на гарях / Ф. Б. Орлов // Сб. научно - исслед. работ Архангельского лесот. ин-та. Вып. IX. – Архангельск, 1947. – С. 141–158.
9. Санников, С. Н. Типы вырубков, динамика живого напочвенного покрова и его роль в последующем возобновлении сосны в Припышминских борах зеленомошниках / С. Н. Санников // Леса Урала и хозяйство в них. Вып. 1. – Свердловск, 1968. – С. 280–301.
10. Чижев, Б. Н. Пожароустойчивость растений травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов Зауралья / Б. Н. Чижев, С. Н. Санников // Лесоведение. – 1978. – № 5. – С. 68–76.

11. Чистяков, А. Р. Естественное возобновление в разных типах гарей / А. Р. Чистяков, В. И. Крейер // Проблемы ликвидации последствий лесных пожаров 1972 года в Марийской АССР. – Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1976. – С. 114–115.
12. Юницкий, А. А. Лесоводственная характеристика Марийских горельников / А. А. Юницкий // Отд. оттиск из журн. «Известия ПЛТИ». – Йошкар-Ола: Маргиз, 1933. – 82 с.
13. Яшинов, Л. И. Живой напочвенный покров в лесу / Л. И. Яшинов, М. В. Колпиков. – Йошкар-Ола: ПЛТИ, 1934. – 18 с.
14. Маевский, П. Ф. Флора средней полосы Европейской части СССР. – Л.: Колос, 1964. – 800 с.
15. Побединский, А. В. Изучение лесовосстановительных процессов / А. В. Побединский. – М.: Наука, 1966. – 64 с.

Статья поступила в редакцию 18.03.08.

К. К. Kalinin

SUCCESIONS OF VEGETATION COVER ON LARGE FIRE-SITES OF THE SREDNEYE ZAVOLZHYE REGION

The process of recovering of vegetation cover in different types of pineries during a 33 years' period after lower fires of 1972 in the Republic of Mari El are considered. It has been ascertained that the recovery of the alive top-soil has not finished yet.

КАЛИНИН Константин Константинович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства МарГТУ. Область научных интересов – лесоводство и лесная пирология, последствия лесных пожаров, постпирогенные сукцессии. Автор более 130 публикаций.

УДК 634.12(470.621)

А. А. Берзегова

ДИКОПЛОДОВЫЕ ЛЕСА АДЫГЕИ, ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Приведены данные распространения земель лесного фонда Республики Адыгея, занятых дикоплодовыми и орехоплодовыми культурами. Выявлены их биологические запасы.

Введение. Леса юга России отличаются большим разнообразием. Здесь, наряду с дубом, буком и пихтой, дающими прекрасную древесину, растут плодовые (груша, яблоня) и орехоплодовые (каштан, орех) деревья, образуя чистые или смешанные насаждения. В подлеске дубрав встречается кизил, в букняках и пихтарниках – малина, в буково-пихтовых древостоях – черника кавказская. На лесных опушках много алычи, а на вырубках – ежевики кавказской.

По площади распространения в лесах юга России первое место принадлежит груше кавказской и яблоне восточной. В 60-е годы XX столетия в состав лесных культур стали вводить каштан съедобный, орех грецкий, орех черный и орех медвежий. В Адыгее особенно интенсивный характер это явление приобрело в 70-е годы и начале 80-х годов. В настоящее время дикоплодовый фонд Республики Адыгея имеет достаточно большое количество 30–40-летних дикоплодовых насаждений, которые вступили в пору плодоношения.

Дикоплодовые леса Адыгеи являются не только украшением ее природы, но могут и должны использоваться в хозяйстве республики. Для вовлечения дикоплодовых ресурсов в хозяйственный оборот необходимо располагать сведениями о площадях, занятых дикоплодовыми и орехоплодовыми культурами, составе насаждений и состоянии их по продуктивности, возрасту и полноте, т.к. эти показатели определяют величину урожая.

Цель работы: обосновать организацию многоцелевого использования лесов Адыгеи.

Решаемые задачи. Выявление площадей производилось по материалам лесоустройства 2003–2004 гг. путем выборки из описаний всех участков, содержащих плодовую или орехоплодовую породу с характеристикой их по классу бонитета, возрасту и полноте, и с подразделением на участки «с преобладанием», в которых плодовая порода составляет 4 и более единиц и «с участием» 1–2–3 единицы. Вторым этапом работ являлась систематизация выбранных площадей по принадлежности к одной и той же породе, участию в насаждении, к одному и тому же классу бонитета (I – V) в пределах возраста (от 10 до 100 лет) и полноте (0,1 – 1,0).

Выбрано и подвергнуто анализу по пяти позициям около 9,0 тыс. участков. Для оценки урожая использовались нормативные источники [1–3]. Биологические ресурсы плодов определялись при многолетнем среднем урожае.

Интерпретация результатов и их анализ. Государственные леса Республики Адыгея сосредоточены в семи лесничествах и в Адыгейском лесохозяйственном хозяйстве «Элота». Их площадь на 1 января 2006 года составляет 204,8 тыс. га. Дикоплодовые леса с преобладанием плодовых и орехоплодовых культур занимают 5,2 га. Кроме того, плодовые культуры участвуют в составе насаждений на площади 17 тыс. га (табл. 1).

Таблица 1

**Распределение дикоплодового фонда Республики Адыгея по государственным лесничествам
(площади с преобладанием плодовых / площади с их участием)**

Лесничества	Груша кавказская	Яблоня восточн.	Каштан съедобн.	Орех грецкий	Орех черный	Орех медвеж.	Обле- пиха	Итого
Гузериписьское	787/2471	4/-	641/440	155/38	15/-	7/60	-	1609/3609
Красногвардейское	-/163	9/59	1/-	180/3	-	-	5/-	195/225
Краснооктябрьское	822/2172	14/20	4/192	-/69	-	-	-	840/2453
Курджипское	57/73	-	34/218	-	-	-	-	85/291
Майкопское	430/3443	224/231	234/417	64/103	23/66	-	-	975/4260
Первомайское	319/3845	9/3	1006/1446	76/473	-/3	13/28	-	1423/5798
Понежукайское	11/639	-/14	-	19/27	46/4	-	-	76/684
Элота	-/252	23/22	-	-	-	-	-	23/274
Всего	2420/13058	283/349	1920/2713	494/713	84/73	20/88	5/-	5226/16994

Основные дикоплодовые леса сосредоточены в Гузериписьском, Краснооктябрьском, Майкопском, Понежукайском, Курджипском и лесохозяйственном хозяйстве «Элота». Насаждений с преобладанием плодовых мало. Чаще всего они входят в состав древостоев из других пород примесью от 1 до 3 единиц. По составу культур первое место принадлежит груше кавказской, яблоне восточной, плоды которой ценятся намного выше, чем у груши, уступает ей место по величине площади в силу своей относительной недолговечности и большего светолюбия, из-за чего она выпадает в загущенных насаждениях уже к 30-летнему возрасту.

Лесные культуры **каштана съедобного** создавались почти во всех хозяйствах Адыгеи. Основные площади их находятся в Первомайском и Гузериписьском лесхозах, территория которых является самой северной частью его ареала. В 60-е годы площадь каштанников насчитывала здесь свыше 300 га. К сожалению, в настоящее время в силу различных причин от этих лесов осталось всего 48 га, которые представляют собой небольшие островки среди лесных массивов из других пород. Кроме того, на площади в 695 га старые каштановые деревья входят примесью в 1–2, редко 3 единицы.

Орех грецкий не является аборигеном для лесов Адыгеи. Он встречается только в местах одичавших черкесских садов. Однако в течение последних трех десятилетий его старательно вводили в состав лесных культур без учета биоэкологических особенностей этой породы. Лучшие результаты по приживаемости были достигнуты в Красногвардейском лесхозе. Недостатком лесных культур в Гузериписьском лесничестве является большая их загущенность, хотя приживаемость также достаточно велика. В других лесничествах – Краснооктябрьском, Майкопском, Первомайском – большая часть лесных культур ореха грецкого погибает и переходит в разряд «естественного возобновления с примесью лесных культур». То же самое можно сказать и о посадках ореха черного, который был интродуцирован в Россию из Америки и с 30-х годов XX столетия начал вводиться в лесные культуры сначала в степные и лесостепные районы Красногвардейского края, а с 70-х – в предгорные и горные хозяйства Адыгеи. Лучшие результаты по его разведению получены в степном

Понежукайском лесничестве и довольно посредственные – в предгорных и горных Майкопском и Первомайском. По нашему мнению, ареал лесокультурного производства ореха грецкого и черного следовало бы ограничить степными лесхозами. Для получения плодов может быть рекомендован плантационный метод выращивания, а для накопления древесной массы из ореха черного – лесные культуры с повышенной полнотой.

Орех медвежий, или древовидная лещина, также не является аборигенной культурой в лесах Адыгеи. По утверждению Б.Т. Бобрикова, семена его были завезены из южных районов Закавказья и рассажены на каменистой осыпи, площадь которой входит в территорию Первомайского лесхоза. Первые опыты по созданию лесных культур медвежьего ореха относятся к 1940 году, более широко они начали осуществляться в 60-х годах. Опытные посадки его создавались в Гузерипльском и Первомайском лесхозах, где большинство лесных культур относится к категории «с участием». Орех медвежий является малоизученной породой и ждет своих исследователей, т.к. дает не только ценную древесину, но и не менее ценные плоды, применяемые в народной медицине как средство от многих заболеваний.

Большое **облепиховое** хозяйство было создано в Красногвардейском лесхозе. Общая площадь плантаций в 80-е годы составляла 350 га, из которых к настоящему времени сохранилось всего пять. Причиной гибели посадок явилась недооценка биоэкологических особенностей выращивания облепихи на Алтае, откуда был завезен посадочный материал, и Адыгеи. Разница в продолжительности вегетационного периода, времени созревания плодов и составе вредителей привела к массовой гибели плантаций. Таким образом, можно сделать вывод, что всякое вмешательство в природные, лесные комплексы должно сопровождаться эколого-экономическим обоснованием с прогнозом ожидаемых результатов. Отсутствие его ведет к невосполнимым финансовым и материальным потерям.

Кроме древесных плодовых культур, в подлеске буково-пихтовых лесов Гузерипльского лесничества произрастает **черника кавказская** – мощный кустарник (высотой до 2 м и более) с устойчивым ежегодным плодоношением. Площадь ее зарослей густого и среднего стояния составляет 2590 га. В подлеске пихтовых лесов, изреженных постоянными и выборочными рубками, на площади 190 га распространена **малина обыкновенная**.

Таксационная характеристика дикоплодового фонда Адыгеи характеризуется достаточно высокой продуктивностью дикоплодовых насаждений, массивы которых распределены между I–II и III–IV классами бонитетов почти поровну. Древостои пятых классов бонитетов, существовавшие в прошлые годы, были реконструированы и заняты другими породами. Средний класс бонитета для насаждений с преобладанием дикоплодовых равен II,6, а с их участием – II,4. Под посадку орехоплодовых пород выделялись лучшие земли. Чаще всего это были площади I–II классов бонитета по продуктивности. Средний бонитет для насаждений с преобладанием и с участием орехоплодовых равен I,8.

Возрастная структура дикоплодового фонда государственных лесов Адыгеи крайне неудовлетворительна. Средний возраст груши кавказской в древостоях с преобладанием равен 74 годам. Молодняки до 20-летнего возраста составляют всего лишь 1%. Основные массивы сосредоточены в интервале 70–100 лет. Средний возраст насаждений яблони с ее преобладанием приблизился к 46 годам. Больше половины массивов яблони старше 40-летнего возраста. И у яблони, и у груши отсутствуют

молодняки, не достигшие 10-летнего возраста. Можно сделать вывод о наступлении критического состояния дикоплодовых лесов. Стареющим массивам нет равной замены. Можно констатировать, что через 30 лет древостои с преобладанием груши и яблони будут также редко встречаться, как естественные каштанники сегодня.

Возрастная структура орехоплодовых культур не вызывает тревоги. Все эти насаждения молодые и только вступают в пору плодоношения. При соответствующем уходе они сохраняются длительное время.

Распределение древостоев груши и яблони по группам полноты носит нормальный характер. Судя по материалам, насаждения с преобладанием плодовых распределились почти поровну между оптимальными для плодоношения полнотами (0,3–0,6) и экстремальными (0,7–1,0). Средняя полнота насаждений с преобладанием груши 0,65 и яблони – 0,63. Однако, если провести одновременный анализ их состояния по группам полнот и группам продуктивного возраста (30–80 лет), то окажется, что наиболее эффективно плодоносящие массивы насчитывают у груши всего 750 из 2420 га, у яблони – 150 га из 283. Вследствие малого количества молодняков резервы увеличения плодоносящих массивов крайне ограничены: 35 га у груши и 9 га у яблони.

У орехоплодовых пород состояние насаждений по их полноте несколько отличается от дикоплодовых. Здесь преобладают высокие полноты: 0,81 – у каштана, 0,73 – у ореха грецкого, 0,77 – у ореха медвежьего. Несколько ниже полноты насаждений у ореха грецкого – 0,65. Это означает, что орехоплодовые породы выращиваются по лесному типу, т.е. для получения древесной массы. Если для каштана типично лесной породы, у которой, несмотря на загущенность, будет плодоносить почти ежегодно верхняя треть кроны, то для ореха грецкого такое состояние полноты чревато почти полным отсутствием плодоношения, а в дальнейшем и усыханием. То же можно предположить и для ореха черного, поскольку оптимальные характеристики успешного выращивания этой породы чаще всего относятся к низкополнотным массивам. Орех медвежий неплохо растет и плодоносит в насаждениях с полнотой выше среднего. Однако, в силу его слабой изученности, делать выводы преждевременно (табл. 2).

Таблица 2

**Биологические ресурсы урожая плодов дикорастущих плодовых и орехоплодовых пород
в государственных лесах Республики Адыгея**

Породы	Биологические ресурсы (т), в древостоях			
	с преобладанием	с участием 1-2 ед.	с участием 3 ед.	Всего
Груша кавказская	1032	1277	208	2725
Яблоня восточная	97	29	8	134
Каштан съедобный	165	47	22	234
Орех грецкий	111	43	9	163
Орех черный	19	3	3	25
Орех медвежий	1	1	-	2
Облепиха крушиновидная	2	-	-	2
Малина обыкновенная	100	-	-	100
Черника кавказская	700	-	-	700

Для эколого-экономической оценки пищевого ресурсного потенциала дикорастущих плодовых и орехоплодовых насаждений весьма важным показателем является расстояние вывозки урожая плодов из насаждений этих пород к потребителю (табл. 3).

Таблица 3

**Распределение биологических ресурсов урожая плодов пищевого назначения
по расстоянию вывозки**

Порода	Всего	Среднее расстояние вывозки, км	Среднее расстояние вывозки, км
Груша кавказская	1030	340	690
Яблоня восточная	100	-	100
Каштан съедобный	170	50	120
Орех грецкий	110	40	70
Орех черный	20	2	18
Орех медвежий	1	1	-
Облепиха крушиновидная	2	-	2
Малина обыкновенная	100	100	-
Черника кавказская	700	700	-

Выводы. В лесах Республики Адыгея произрастают в большом количестве и многообразии дикорастущие формы плодовых, ягодных и орехоплодных пород растений. Плоды этих деревьев содержат ценные питательные вещества, такие, как аскорбиновая кислота, токоферолы, дубильные, пектиновые и минеральные вещества. Наличие в составе плодов этих веществ предполагает использование их в пищевой и кондитерской промышленности. Данные породы растений могут служить подвоем для выведения новых форм плодовых деревьев. В дальнейшем можно сформировать сырьевые сады для целенаправленного использования плодов растений в промышленных целях, а также для использования в качестве биологически активных добавок.

Список литературы

1. Благовещенский, А. В. Биохимические основы эволюционного процесса у растений / А.В. Благовещенский. – М.: Изд-во АН СССР, 1950.
2. Гроссгейм, А. А. Растительный покров Кавказа / А.А. Гроссгейм. – М.: Моск. об-во испытателей природы, 1948.
3. Гроссгейм, А. А. Лесосады / А. А. Гроссгейм // Растительные богатства Кавказа. – М.: Моск. об-во испытателей природы, 1952.
4. Липатов, Н. Н. Экология продуктов питания / Н. Н. Липатов // Хранение и переработка сельхоз-сырья. – 1995. – №1.
5. Сабуров, Н. В. Исследование дикорастущих плодов / Н. В. Сабуров, В. С. Грживо // Тр. / Центр. Науч.-исслед. биохим. ин-т пищевой пром-сти, 1931. – Т.1. – Вып. 6.

Статья поступила в редакцию 09.04.08

A. A. Berzegova

**WILD-FRUIT FORESTS OF THE ADYGEYA REGION, THE PROSPECTS
OF THEIR UTILISATION**

The data on the distribution of the forest fund lands occupied with wild-fruit and nut-species of the Republic of Adygeya are given. Their biological supplies are shown.

БЕРЗЕГОВА Анета Абрековна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Майкопский государственный технологический университет. Область научных интересов – переработка плодов дикорастущих и культурных форм плодовых, ягодных и орехоплодных пород для производства БАД, формирование сырьевых садов.

УДК 630*187:630*5:630*6/.654

А. М. Невидомов, Н. В. Петухов, В. Л. Черных

ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ЧЕРНООЛЬХОВЫХ ЛЕСОВ НИЖЕГОРОДСКОГО ПОВОЛЖЬЯ

*Предложена типологическая схема бореальных и неморальных черноольшаников (*Glutinoso-Alneta*) Нижегородского Поволжья. Показано, что применение новой шкалы повысит качество таксации черноольховых лесов.*

Введение. В настоящее время повышается потребность к использованию древесины ольхи черной как в декоративных целях, так при строительстве и мебельном производстве. По европейской части России черноольшаники классифицируются одним типом леса, редко двумя (ольшаник пойменный, ольшаник таволговый). Такое положение сохраняется и для Нижегородского Поволжья. В целом черноольшаники относятся к наименее изученной и слабо освоенной лесной формации [1]. За последние 50 лет площадь черноольшаников в Нижегородском Поволжье сократилась на 4,7%. Несмотря на то, что в составе лесного фонда средней полосы европейской части России площадь черноольховых лесов составляет всего около 1,5 %, ольха черная должна сыграть свою перспективную роль как в выполнении защитных функций, так и в удовлетворении потребностей населения в древесных ресурсах. Для популяризации черноольховых лесов и организации в них хозяйства на первом этапе необходимо разработать типологическую схему.

Цель работы – уточнение типологии черноольховых лесов Нижегородской области для повышения точности таксации леса.

Решаемые задачи – вовлечение в хозяйственный оборот лесных массивов с уточнёнными лесотаксационными характеристиками, исходящими из достоверной (объективной) лесоводственно-экономической оценки, при условии, что лесопользование в черноольшаниках должно подчиняться интересам сохранения и повышения защитных и водоохраных функций лесов [2].

Техника эксперимента и методика обработки полевых материалов заключались в закладке пробных площадей (15 шт), на которых проводилось геоботаническое изучение растительности (обилие по Друде), описание почвенных разрезов по общепринятым методикам (табл. 2). Срублено и обмерено 180 модельных деревьев. Дополнительно были использованы материалы лесоустройства в виде таксационной характеристики более 20 тысяч выделов.

Средние таксационные показатели черноольшаников Нижегородского Поволжья представлены в динамике (табл. 1) по четырем турам лесоустройства.

Интерпретация результатов. В своей основе разработанная нами на примере Нижегородского Поволжья типологическая схема бореальных и неморальных черноольшаников оказалась близка к ранее разработанной Т. Я. Турчиным, Т. А. Турчиной и С. А. Сахно [3] для бассейна Среднего Дона бонитетной классификации черноольховых лесов субаридных и аридных пойм с той лишь особенностью, что, по нашему мнению, класс бонитета древостоев с возрастом может меняться, что нашло отражение в приведенных табл. 1 и 2.

Список видов, участвующих в нижних ярусах насаждений, характеризуют 5–10 видов кустарникового яруса. Практически на всех пробных площадях встречаются виды: *Ribes nigrum* L., *Sorbus aucuparia* L., *Viburnum opulus* L. с покрытием 10–50%.

Таблица 1

**Средние таксационные показатели черноольшаников
Нижегородского Поволжья**

Годы учета	Площадь покрытых лесом земель, тыс. га	Таксационные показатели				
		воз- раст, лет	класс бо- нитета, ед.	полнота, 0,01 ед.	Запас на 1 га, м³	
					покрытых ле- сом земель	спелых и пере- стойных
Левобережье р. Волга						
1959	26,6	31	II.3	0,63	92	200
1975	26,5	37	II.4	0,67	144	265
1985	25,9	41	II.5	0,66	99	150
1996	24,7	48	II.6	0,64	106	152
Правобережье р. Волга						
1959	15,7	34	II.0	0,65	97	207
1975	15,2	35	II.1	0,71	150	281
1985	15,0	39	II.2	0,68	105	155
1996	15,6	44	II.3	0,66	112	163
Обобщенные						
1959	42,3	32	II.3	0,64	93	202
1975	41,7	36	II.4	0,69	147	274
1985	40,9	40	II.4	0,67	100	153
1996	40,3	46	II.5	0,65	108	157

Остальные виды встречаются в очень малом количестве, редкими экземплярами: *Daphne mezereum* L., *Euonymus verrucosa* Scop., *Humulus lupulus* L., *Juniperus communis* L., *Lonicera xylosteum* L., *R. maialis* Herrm., *Rubus idaeus* L., *Salix cinerea* L и *S.pentandra* L. Более обильно (sp, cop1) представлены: *Padus avium* Mill., *Ribes nigrum* L., *Rosa acicularis* Lindl., *Sorbus aucuparia* L., *Viburnum opulus* L., *Frangula alnus* Mill.

Травяно-кустарничковый ярус представлен 20–40 видами. Наиболее обильно представлены четыре вида: *Athyrium filix-femina* (L.)Roth., *Chrysosplenium alternifolium* L., *Filependula ulmaria* (L.)Maxim., *Urtica dioica* L. С оценкой «очень обильно» до «рассеяно». Остальные виды встречаются в очень малом количестве, редкими экземплярами.

Мохово-лишайниковый ярус формируется из 3–11 видов, из которых три встречаются повсеместно с оценкой «особей довольно много» и «особей много»: *Brachythecium salebrosum* (Web.Mchr)B.S.G., *Calliergonella cuspidata* (Hedw) Loeske, *Mnium punctatum* Hedw.

На основе общих принципов классификации нижегородских лесов при современном лесоустройстве, изложенных нами ранее [4], для производственной таксации разработана типологическая схема черноольшаников (табл. 3).

В настоящее время можно утверждать, что в применяемой лесоустройством в Нижегородском Поволжье схеме типов леса и типов лесорастительных условий ликвидируется пробел, при котором сведения по черноольшаникам давались только на уровне формации. Вносимые нами дополнения раскрывают их внутреннюю лесотипологическую структуру, отражающую особенности роста черноольховых древостоев в различных типах лесорастительных условий.

Таблица 2

Лесотаксационная характеристика черноольшаников Нижегородского Заволжья (фрагмент)

ДРЕВОСТОЙ																	ПОДРОСТ				
№ про- бной пло- ща- ди	Ярус	Эле- мент леса	Коэф- фици- ент сос- тава	Воз- раст	Ср. вы- сота, м	Ср. диа- метр, см	Сум- ма площ. сече- ния м²/га	Пол- нота	Кл. бони- тета	Тип леса, тип лесо- раст. усл.	Запас, м³/га					% вы- хода дело- вой древе- сины	Дре- вес- ная по- рода	Коэф- фици- ент сос- тава	Сред- ний воз- раст	Сред- няя вы- сота	Коли- чест- во, шт на 1 га
											Растущие деревья		Сухос- той	Захлам- ленность							
											Все- го	В т.ч. усы- хаю- щий		Об- щий	В т.ч. лик- вид						
200	1	Олч Олч Е Е ЛП Б Б В П	3,3 2,7 1,7 0,2 1,1 0,9 0,3 0,2 0,2	100 35 100 40 40 100 50	21,0 15,5 21 14,0 13,5 23 14,5 12 15,5	43 15 30 13 15 30 10,5 12 13,5	5,588 4,78 2,398 0,364 2,352 0,088 0,446 0,63 0,342	0,21 0,22 0,07 0,01 0,08 0,01 0,01 0,03 0,01	3	Ч. оль- ша- ник коче дыж.- тав- олг. D5	49,3 40,72 25,08 9,58 16,44 4,88 4,6 3,62 2,42	0,5	1	60,7 16,2	48,6 59,1 68,6 67,1 48,4 28,1 25,5 29,8 83,8	Лп Олч Е Б В П КЛ	5,4 0,9 2,4 0,7 0,2 0,2 0,2	9 16 27 13 20 40 22	2,4 4,5 1,8 3,7 3,0 3,0 3,5	1450 250 650 200 50 50 50	
							16,988	0,65			150,66										2700
202	1	Олч Олч Лп Вз Е П	46 17 25 2 7 3	74 38 55 45 96 96	25,4 18,2 19,0 15,0 21,0 18,0	42,8 14,7 23,5 15,0 23,8 21,5	10,1 4,564 6,57 0,86 1,76 0,73	0,22 0,19 0,18 0,03 0,05 0,02	2	-*-	123,4 43,9 64,9 5,8 19,1 6,6			49,6 2,0 3,2	5,1 2,0 	-	Е Лп Кл Олч Б Вз	39 41 7 3 7 3	25 15 10 20 15 10	1,7 4,0 2,0 8,0 5,0 1,8	2200 2300 400 200 400 200
							24,584	0,8			263,7										5700
204	1	Олч Олч Б Е Е ЛП	33 7 29 5 24 2	68 26 70 65 115 30	25,2 16,7 23,0 17,0 24,7 16,0	41,5 16,0 31,5 17,0 28,0 16,5	6,804 1,94 5,873 1,427 3,702 0,59	0,23 0,09 0,21 0,05 0,09 0,04	1	-*-	71,6 16,3 62,1 12,2 56,3 4,6		10,0 10,0	32,8 10,0 5,0 1,0	11,5 10,0 1,0		Е Олч Б Лп Кл Кз П	52 6 5 13 7 3 14	35 15 12 12 15 15 35	20 7,3 5,0 3,5 5,0 5,0 2,0	4100 450 400 1000 500 200 1150
							20,336	0,71			223,1		20,0	48,8	22,5						7800

Таблица 3

Типологическая схема черноольховых лесов Нижегородского Поволжья

№ п/п	Тип леса, ТЛУ, класс бонитета	Средний состав древостоев	Положение в рельефе	Почва	Подрост	Подлесок	Покров		Возобновление древостоя	Тип вырубки	Способы рубок, лесовосстановления*
							травяно-кустарничковый	мохово-лишайниковый			
Лесная формация – Черноольшаники (Glutinoso-Alneta)											
1. Климатическая фация (климатический комплекс типов леса) – бореальные черноольшаники											
1, а. Геоморфологический комплекс типов леса – черноольшаники пойменные											
Группа типов леса – черноольшаники пойменные папоротниково-крапивные (Ольш. п-кр.)											
1	Черноольшаник страусниково-крапивный. Ольш. стр.-кр, ТЛУ-С5, бонитет II (I)	6 Олч 1Лп 1Ос 1 Б 1 Е + В Кл + Ивд + Олс	Пойменная терраса	Аллювиальная дерново-глеевая супесчаносуглинистая	Редкий. Ольха черная с примесью липы, березы, вяза, клена, ели	Редкий. Малина, рябина, калина, бересклет, хмель	Крапива, страусник, щитовник шартский, недотрога, хвощ лесной, таволга, осоки	Редкий. Зеленые мхи – брахитеций, мний, маршанция	Порослевое – ольхой, березой пушистой, липой, осиной. Семенное – елью	Крапивный	СР, ВР ЕЗ
1, б. Геоморфологический комплекс типов леса – черноольшаники пойменно-болотные											
Группа типов леса – черноольшаники пойменно-болотные папоротниково-таволговые (Ольш. п –г.)											
2	Черноольшаник кочедыжниково-таволговый. Ольш. кчд-г, ТЛУ- Д5, бонитет II(III)	6 Олч 2 Б 1-2 Е 1 Лп + В + П	Заболоченные притеррасные поймы рек со слабым стоком воды	Аллювиальная болотная иловаторфяно-глеевая, суглинистая	Редкий или средней густоты. Ольха черная с примесью ели, липы, березы пушистой, вяза	Редкий или средней густоты. Смородина, черемуха, калина, рябина, волчегородник, жимолость	Таволга, кочедыжник, осока дернистая, щитовник гребенчатый, селезеночник, крапива, белокрыльник, двулепестник, гравилят речной	Редкий или средней густоты. Зеленые мхи – брахитеций, мний, каллиергонела, климаций, сфагнум	Порослевое – ольхой, березой пушистой, липой	Таволговый	СР ЕЗ

№ п/п	Тип леса, ТЛУ, класс бонитета	Средний состав древостоев	Положение в рельефе	Почва	Подрост	Подлесок	Покров		Возобновление древостоя	Тип вырубки	Способы рубок, лесовосстановления*
							травяно-кустарничковый	мохово-лишайниковый			
2.Климатическая фация (климатический комплекс типов леса) – неморальные черноольшаники											
2, а. Геоморфологический комплекс типов леса – черноольшаники пойменные											
Группа типов леса – черноольшаники пойменные крапивные (Ольш. кр.)											
3	Черноольшаник крапивный. Ольш. кр, ТЛУ-С5, бонитет II (I)	8 Олч 1Б 1 Ос	Ближе к руслу реки, где сильнее сказывается её дренирующее действие	Аллювиальная дерново-глеевая супесчанно-суглинистая	Редкий. Ольха черная с примесью березы, вяза	Редкий. Малина, шиповник, лещина, бересклет бородавчатый	Крапива, таволга, будра, пролесник	Отсутствует	Порослевое – ольхой, березой пушистой, осиной	Крапивный	СР, ВР ЕЗ
2, б. Геоморфологический комплекс типов леса – черноольшаники пойменно-болотные											
Группа типов леса – черноольшаники пойменно-болотные осоко-таволговые (Ольш. о-т.)											
4	Черноольшаник осоко-таволговый. Ольш о-т, ТЛУ-Д5, бонитет II (III)	8-9 Олч 1-2 Б	Заболоченные притеррасные поймы и окраины болот со слабым стоком воды	Аллювиальная болотная иловато-торфяно-глеевая, суглинистая	Редкий или средней густоты. Ольха черная с примесью березы, осины, черемухи	Редкий. Крушина, жимолость, черемуха, хмель, смородина, шиповник	Таволга, осока пузырчатая, луговой чай, крапива, чистяк весенний, ситник	Редкий. Зеленые мхи-брахитеций	Порослевое – ольхой, березой пушистой	Таволговый	СР ЕЗ

* СР – санитарные рубки; ВР – выборочные рубки; ЕЗ – естественное возобновление.

Выводы. Черноольховые насаждения занимают переувлажненные богатые типы лесорастительных условий, недоступные другим древесным породам – лесообразователям, и представляют собой незаменимые резерваты биоразнообразия и пожарные рефугиумы [5], т.е. участки леса, избегающие действия лесных пожаров.

Важнейшим лесоводственно-географическим выводом при сравнении наших материалов с литературными данными является повышение продуктивности черноольховых лесов Волго-Донского бассейна в разрезе их климатических фаций при продвижении с севера на юг.

Для производственной таксации составлена типологическая схема черноольшаников.

Разработка перспективных мер ведения хозяйства по установленным типам черноольховых лесов является основой рационального использования лесных ресурсов Нижегородской области. При этом в первую очередь необходимо учесть особое экологическое значение черноольшаников, выполняющих важнейшие водоохранные функции.

Список литературы

1. Основные положения организации и развития лесного хозяйства Нижегородской области / Нижний Новгород: ФГУП «Поволжский леспроект», 1993. – 294 с.
2. *Верхунов, П. М.* Оценка производительности ольховых насаждений горного Урала при лесоинвентаризационных работах / П.М. Верхунов // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск: СибТИ, 1992. – С.113–115.
3. *Турчин, Т. Я.* Черноольховые леса поймы бассейна Среднего Дона/ Т. Я. Турчин, Т. А. Турчина, С. А. Сахно. – Ростов н/Д: Гефест, 1999. – 100 с.
4. *Петухов, Н. В.* Современный этап применения лесной типологии в лесоустройстве и его первоочередные задачи/ Н. В. Петухов, А. М. Невидомов // Лесной журнал. – 2005. – №3. – С.42–58.
5. *Ярошенко, А. Ю.* О сохранении биологического разнообразия при промышленных рубках леса / А. Ю. Ярошенко // Лесной бюллетень. – 2004. – № 2 (25). – С. 14–24.

Статья поступила в редакцию 20.02.08

A. M. Nevidomov, N. V. Petoukhov, V. L. Chernykh

TYPOLOGICAL SCHEME OF BLACK ALDER FORESTS OF THE NIZHEGORODSKOYE POVOLZHYE REGION

A typological scheme of boreal and nemoral black alder forest (Glutinoso-Alneta) of the Nizhegorodskoye Povolzhye region is suggested. The application of the new scale will enhance the quality of black alder forests taxation.

НЕВИДОМОВ Алексей Михайлович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий специалист ФГУП «Поволжский Леспроект». Область научных интересов – лесоустройство, инвентаризация леса, экологический мониторинг. Автор 100 публикаций.

ПЕТУХОВ Николай Васильевич – руководитель ФГУП «Поволжский Леспроект». Область научных интересов – лесоустройство, инвентаризация леса, экологический мониторинг. Автор 30 публикаций.

ЧЕРНЫХ Валерий Леонидович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой лесной таксации и лесоустройства МарГТУ. Область научных интересов – информационные и ГИС-технологии в лесном хозяйстве, лесная таксация и лесоустройство. Автор более 220 публикаций.

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ЛЕСНОГО ДЕЛА

УДК 630*624.3

Ю. А. Ширнин, Н. И. Роженцова

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛЕСОСЕК С ГРАНИЦАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ НА ОСНОВЕ ГИС

Исследуются лесные участки с непрямолинейными границами с целью определения среднего расстояния трелевки, оптимального количества погрузочных пунктов и расположения их внутри лесосеки. Показано, что разработанная методика позволяет производить разделение участка на делянки и определять значение среднего расстояния трелевки на полученных площадях.

Введение. Расчет технологических параметров лесосек, имеющих форму прямоугольника, треугольника, трапеции, изложен в [1, 2]. Особый интерес представляют участки неправильной, с точки зрения геометрии, формы, которые получаются как естественным, так и искусственным путем.

Методика расчета эффективных систем машин и разработки технологической карты освоения лесосеки для конкретных условий лесного участка изложена в [3], где в качестве критерия выбраны удельные затраты, р/м^3 , на лесосечные работы. Величина этих затрат в свою очередь зависит от производительности машин и механизмов.

Производительность машин и оборудования рассчитывается по методике, изложенной в [1,4]. Для данных расчетов необходимы таксационные параметры рубок (коэффициент интенсивности, средний объем, длина и средний диаметр хлыста, запас на 1 га). Производительность трелевочного оборудования $Псм^{трел}$ в общем виде можно представить в виде зависимости

$$Псм^{трел} = f(tax, tech, razm, l), \quad (1)$$

где tax – таксационные параметры лесного участка; $tech$ – технические и технологические параметры трелевочного оборудования; $razm$ – размерные характеристики участка; l – среднее расстояние трелевки, м.

Показатель l зависит от параметров разрабатываемого участка и может изменяться в пределах одной лесосеки, поскольку делянки, на которые разделяется лесосека, могут быть неправильной геометрической формы и иметь разную площадь. С увеличением количества погрузочных пунктов Z на лесосеке уменьшаются площади делянок, среднее расстояние трелевки и, следовательно, затраты на трелевку. Вместе с тем повышаются расходы на строительство и содержание погрузочных пунктов.

Целью настоящей работы является определение в автоматизированном режиме среднего расстояния трелевки l и других технологических параметров лесосек, имеющих неправильную геометрическую форму.

Решаются следующие **задачи**: нахождение функции, описывающей границы лесосеки, на базе карт геоинформационных систем (ГИС); определение оптимального количества погрузочных пунктов и границ делянок.

1. Нахождение функции, описывающей границы лесосеки. Определение площади лесосеки непрямоугольной формы

Границы лесных участков представляют собой криволинейные и прямолинейные отрезки (линии), координаты точек которых x и y на плоскости известны из карт ГИС. В качестве функции, описывающей границы лесосеки, принят полином степени M , представленный в виде [5]

$$f(x) = \sum_{m=0}^M c_m x^m, \quad (2)$$

где c_m – коэффициент полинома, m – номер (степень) коэффициента; n – номер точки; N – количество точек, задающих границу.

Коэффициенты полинома могут быть найдены на основе метода наименьших квадратов из следующих соотношений

$$\mathbf{c} = \mathbf{A}^{-1} \mathbf{B}, \quad (3)$$

где:

$$A_{k,m} = \sum_{n=0}^{N-1} (x_n)^{m+k}; \quad B_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n^k \cdot y_n; \quad k=0,1,\dots,M; \quad m=0,1,\dots,M.$$

На рис. 1 приведен пример аппроксимации криволинейной границы участка.

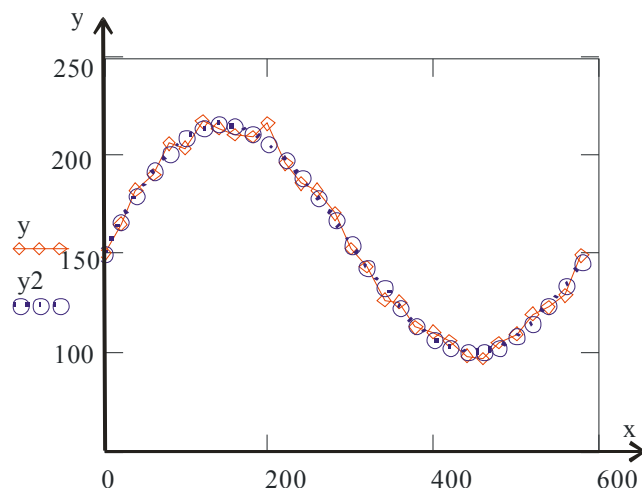


Рис.1. Аппроксимация линии границы лесосеки: y – линия границы; y_2 – линия аппроксимации

Из графика (рис. 1) видно, что кривая аппроксимации практически повторяет контуры границы лесосеки, что говорит о высокой степени адекватности полученной модели.

Интегрируя функцию (2), получаем функцию площади исследуемого участка

$$S(x) = \sum_{m=0}^M \frac{c_m x^{m+1}}{m+1}. \quad (4)$$

2. Обоснование оптимального количества погрузочных пунктов на лесосеке

Суммарные удельные затраты приходятся на 1 м³ стрелеванной древесины в условиях существующей квартальной сети, используемой в качестве лесовозных усов, складываются из удельных затрат на трелевку древесины C_1 , р/м³ и затрат на строительство и содержание погрузочных пунктов C_2 , р/м³ [6]

$$C_{\Sigma} = C_1 + C_2. \quad (5)$$

Поиск оптимального значения Z , при котором значение C_Σ будет стремиться к минимальному значению, является важной задачей в повышении эффективности работ.

$$C_1 = \frac{C_{mp}}{Псм^{трел}}, \quad (6)$$

где C_{mp} – стоимость машино-смены на трелевке, р/см.

$$Псм^{трел} = \frac{3600 \cdot M_{II} \cdot m_{\text{ч}} \cdot \varphi}{\sum t + \frac{2l}{\vartheta_{cp}}}, \quad (7)$$

где ϑ_{cp} – средняя скорость трелевочной машины при ее движении в грузовом и холостом направлении, м/с; $m_{\text{ч}}$ – число часов в смене, ч; φ – коэффициент использования времени смены; M_{II} – объем трелеваемой пачки; $\sum t$ – суммарное время на формирование пачки, ее погрузку и разгрузку, маневры машины, с.

Значение показателя l формулы (7) складывается из значений среднего расстояния трелевки l_i на всех полученных делянках и имеет следующее выражение

$$l = \frac{\sum l_i \cdot S_i}{S} = \frac{\sum l_i \cdot S_i}{Z \cdot S_i} = \frac{\sum l_i}{Z}, \quad (8)$$

где S_i – площадь отдельной делянки, м².

Удельное значение затрат на строительство и содержание погрузочных пунктов C_2 , р/м³ представим в виде

$$C_2 = \frac{C_{mn} \cdot Z}{Q_{tp}}, \quad (9)$$

где C_{mn} – затраты на строительство и содержание одного погрузочного пункта, р.; Q_{tp} – объем стрелеванной древесины, м³.

Определение оптимального значения Z происходит путем сопоставления показателей, влияющих на затраты. Из всех решений выбирается то, при котором C_Σ будет наименьшим. При поиске оптимального числа Z необходимо выполнить два условия. Первое

$$Z \cdot B \leq L_{\text{уч}}, \quad (10)$$

где $L_{\text{уч}}$ – размер стороны лесосеки, вдоль которой располагаются погрузочные пункты, м; B – протяженность погрузочного пункта, вдоль лесовозной дороги, м. При трелевке хлыстов можно принять $B = 45$ м, при трелевке сортиментов – $B = 25$ м.

Второе – количество погрузочных пунктов не может быть дробным.

На основании полученного числа погрузочных пунктов определяются границы делянок, для чего весь разрабатываемый участок (лесосеку) необходимо разбить на делянки с одинаковой долей запаса на каждой.

При равномерном распределении запаса по участку функция запаса примет вид

$$Q(x) = q_0 S(x) = \frac{q_0}{10^4} \sum_{m=0}^M \frac{c_m x^{m+1}}{m+1}, \quad (11)$$

где q_0 – средний запас древесины на участке, м³/га.

Границы делянок располагаются в точках, соответствующих значениям запаса

$$q_z = \frac{Q}{Z} z, \quad z = 0, 1, \dots, Z-1. \quad (12)$$

Значение абсцисс этих точек определяется из формулы (11) решением уравнения после подстановки значения запаса. При $M > 4$ при равномерном распределении запаса (12) решение уравнения (11) возможно из функции, обратной функции запаса, связывающей его значения с координатами участка на основе метода наименьших квадратов. Обратная функция задается в виде

$$x(q) = \sum_{m=0}^M d_m q^m, \quad (13)$$

где d_m – коэффициент полинома.

$$d = A2^{-1} \cdot B2, \quad (14)$$

где $A2_{k,m} = \sum_{n=0}^{N-1} (q_z)^{m+k}$; $B2_k = \sum_{n=0}^{N-1} q_z^k \cdot x_n$; $k = 0, 1, \dots, M$; $m = 0, 1, \dots, M$.

Путем подставления в формулу (13) значения запаса q_z определяются границы делянок (рис. 2).

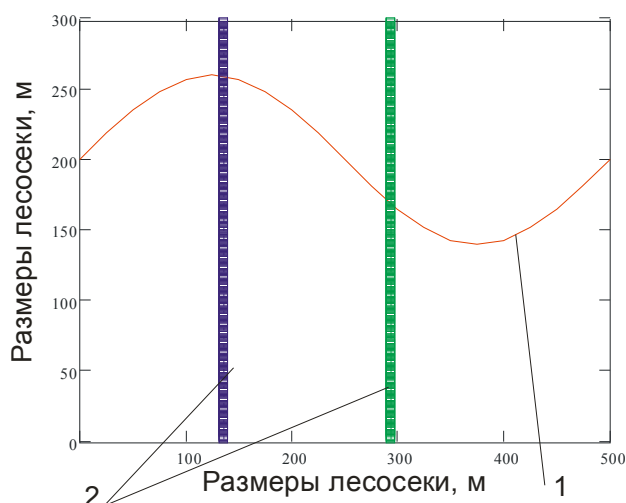


Рис. 2. Результат деления лесосеки с криволинейной границей на делянки. 1 – криволинейная граница лесосеки, 2 – границы делянок

3. Нахождение среднего расстояния трелевки для участков прямоугольной формы

Аналитическое описание границы, полученное в разделе 1 (рис.3), позволяет находить среднее расстояние трелевки на делянках с использованием методики [1].

Расстояние трелевки с элементарной площадки определяется по формуле

$$\ell_s = x + \frac{y}{2} = x + \frac{\sum_{m=0}^M c_m x^m}{2}. \quad (15)$$

Площадь элементарной площадки равна

$$dS = y dx = \sum_{m=0}^M c_m x^m dx. \quad (16)$$

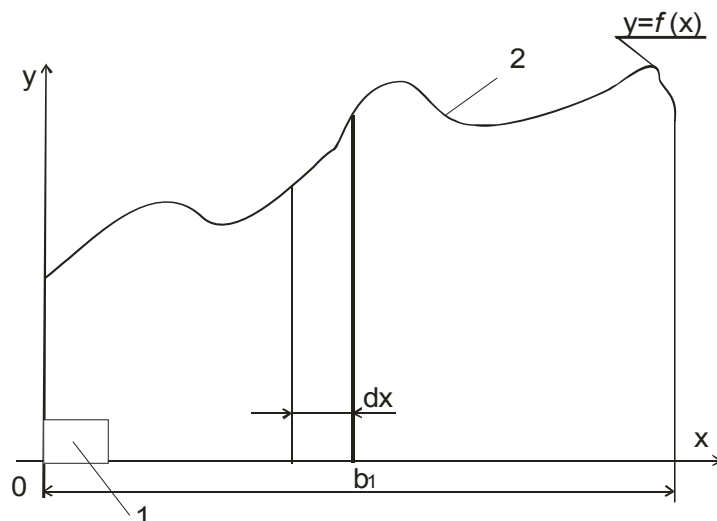


Рис.3. Графическое представление (делянки) лесосеки, имеющей непрямолинейную границу:
1 – погрузочный пункт; 2 – прямолинейная граница участка

Элементарная грузовая работа составит

$$dR = q_0 dS \ell = q_0 \left(\sum_{m=0}^M c_m x^m \right) \left(x + \frac{\sum_{m=0}^M c_m x^m}{2} \right) dx. \quad (17)$$

Площадь рассматриваемого участка составит

$$S = \int_0^{b_1} y dx = \int_0^{b_1} \sum_{m=0}^M c_m x^m dx. \quad (18)$$

Запас на исследуемом участке найдем из выражения

$$Q = q_0 S = q_0 \int_0^{b_1} \sum_{m=0}^M c_m x^m dx. \quad (19)$$

Среднее расстояние трелевки с учетом всех полученных зависимостей находится из следующего выражения

$$\begin{aligned} \ell = \frac{\sum dR}{Q} &= \frac{\int_0^{b_1} q_0 \left(\sum_{m=0}^M c_m x^m \right) \left(x + \frac{\sum_{m=0}^M c_m x^m}{2} \right) dx}{q_0 \int_0^{b_1} \sum_{m=0}^M c_m x^m dx} = \frac{\int_0^{b_1} x \sum_{m=0}^M c_m x^m + \frac{\sum_{m=0}^M c_m x^m \sum_{n=0}^M c_n x^n}{2} dx}{\int_0^{b_1} \sum_{m=0}^M c_m x^m dx} = \\ &= \frac{\int_0^{b_1} \left(\sum_{m=0}^M c_m x^{m+1} + \frac{\sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^M c_m c_n x^{m+n+1}}{2} \right) dx}{\int_0^{b_1} \sum_{m=0}^M c_m x^m dx} = \frac{\sum_{m=0}^M \frac{1}{m+2} c_m x^{m+2} \Big|_0^{b_1} + \sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^M \frac{1}{m+n+1} \cdot \frac{c_m c_n x^{m+n+1}}{2} \Big|_0^{b_1}}{\sum_{m=0}^M \frac{1}{m+1} c_m x^{m+1} \Big|_0^{b_1}} = \\ &= \frac{\sum_{m=0}^M \frac{1}{m+2} c_m b_1^{m+2} + \sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^M \frac{1}{m+n+1} \cdot \frac{c_m c_n b_1^{m+n+1}}{2}}{\sum_{m=0}^M \frac{1}{m+1} c_m b_1^{m+1}}. \end{aligned} \quad (20)$$

Интерпретация результатов и их анализ. На рис.4 изображен участок (выдел 35), расположенный внутри квартала. Для него решается задача нахождения площади и количества погрузочных пунктов (делянок), определения координат границ делянок, с дальнейшим нахождением среднего расстояния трелевки на них.

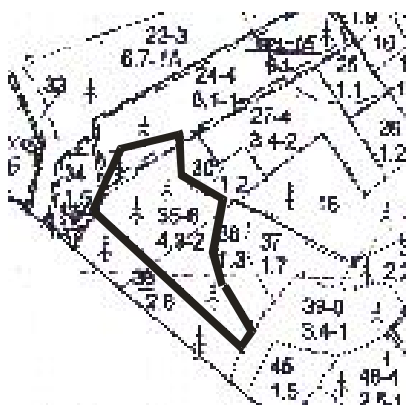


Рис.4. Пример выбора случайного участка для решения поставленной задачи

На рис.5 представлен пример решения задачи аппроксимации криволинейной границы выбранного участка, координаты которой получены из таблиц ГИС.

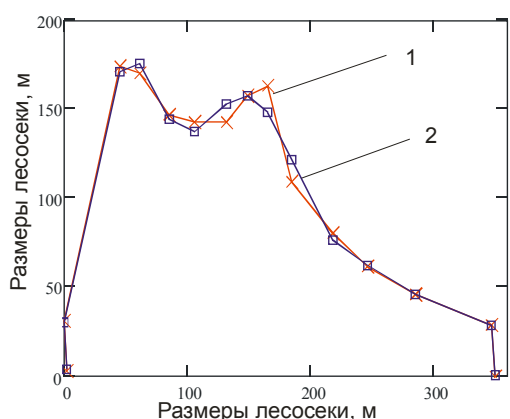


Рис.5. Аппроксимация криволинейной границы участка.
1 – граница участка; 2 – линия аппроксимации

Решение задачи деления лесосеки на делянки по количеству погрузочных пунктов представлено на рис. 6. Из расчетов получаем следующие данные: площадь всей лесосеки (выдела 35) составляет 4,3 га; общий запас древесины на выделе – 950 м³; среднее расстояние трелевки на участке I – 126 м, на участке II – 126 м; на участке III – 124 м.

По материалам раздела 2 настоящей статьи производятся расчеты, выполняется их анализ и делаются соответствующие выводы о принимаемом количестве погрузочных пунктов Z (рис.7, 8).

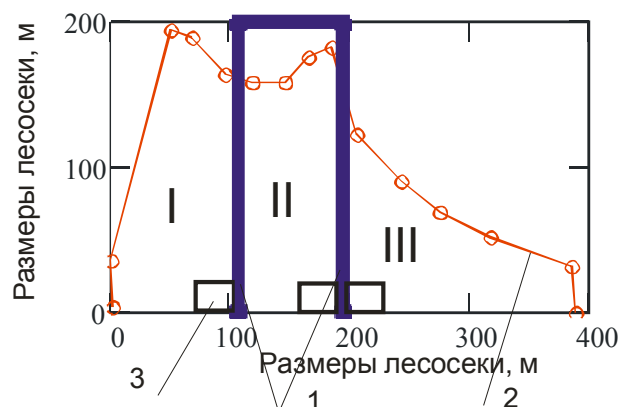


Рис. 6. Деление лесосеки с криволинейной границей на делянки.
1 – граница деления; 2 – граница лесосеки; 3 – погрузочный пункт

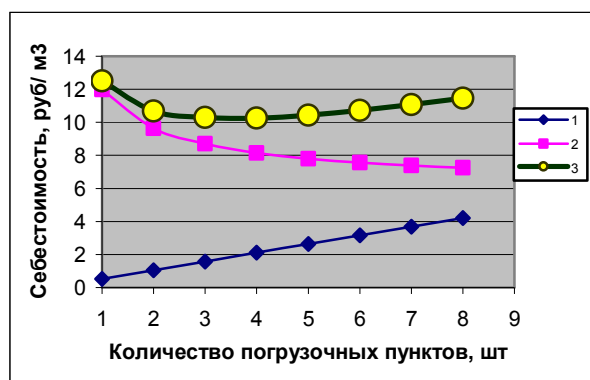


Рис. 7. График изменения затрат в зависимости от количества погрузочных пунктов.
1 – соответствует изменению удельных затрат на строительство и содержание погрузочных пунктов;
2 – изменению удельных затрат на трелевку; 3 – изменению совокупных удельных затрат
при интенсивности рубки 100 %

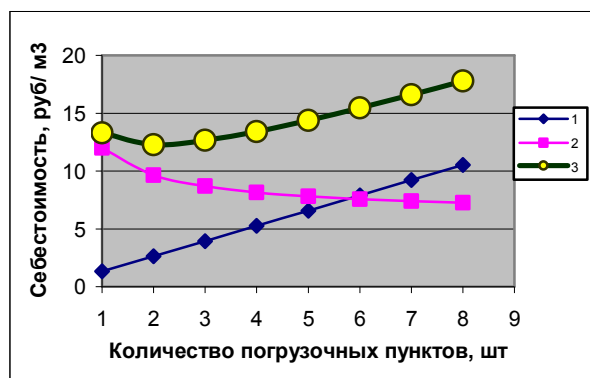


Рис. 8. График изменения затрат в зависимости от количества погрузочных пунктов.
1 – соответствует изменению удельных затрат на строительство и содержание погрузочных пунктов;
2 – изменению удельных затрат на трелевку; 3 – изменению совокупных удельных затрат
при интенсивности рубки 40 %

Представленные графики (рис. 7, 8) позволяют утверждать, что при рубке интенсивностью 40 % от общего запаса трелевку целесообразнее осуществлять к двум погрузочным пунктам; при трелевке интенсивностью 100 % – к четырем погрузочным пунктам.

там. Причем, при рубке интенсивностью до 60 % от общего запаса древесины целесообразно осуществлять трелевку к двум погрузочным пунктам (на две делянки); при трелевке интенсивностью свыше 60 % – к трем погрузочным пунктам; свыше 90 % – к четырем погрузочным пунктам.

Выводы. Разработана методика, позволяющая по координатам, описывающим границы лесосеки из карт ГИС, производить разделение участка на делянки и определять значение среднего расстояния трелевки на полученных площадях. Определение площади сводится к нахождению полиномиальной функции, описывающей границы лесосеки.

Список литературы

1. *Ширнин, Ю. А.* Технология и оборудование малообъемных лесозаготовок и лесовосстановление: учеб. пособие / Ширнин Ю. А., Пошарников Ф. В. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 398 с.
2. *Ширнин, Ю. А.* Моделирование процессов заготовки сортированных деревьев и хлыстов: моног. / Ю. А. Ширнин. – Красноярск: Издательство Красноярского университета, 1992. – 204 с.
3. *Ширнин, Ю. А.* Моделирование процедуры выбора технологий рубок леса с использованием ГИС / Ю. А. Ширнин, Н. И. Роженцова // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия «Лес. Экология. Природопользование». – 2007. – № 1. – С. 40–49.
4. *Ширнин, Ю. А.* Технология и эффективность рубок с естественным возобновлением леса: учеб. пособие / Ю. А. Ширнин, Е. И. Успенский, А. С. Белоусов. – Йошкар-Ола: МарПИ, 1991. – 100 с.
5. *Анго, А.* Математика для электро- и радиоинженеров / А. Анго. – М.: Наука, 1965. – 780 с.
6. *Ширнин, Ю. А.* Процессы комплексного освоения участков лесного фонда при малообъемных лесозаготовках: Научное издание / Ю. А. Ширнин, К. П. Рукомойников, Е. М. Онучин; под ред. Ю. А. Ширнина. – Йошкар – Ола: МарГТУ, 2005. – 196 с.

Статья поступила в редакцию 01.04.08

Yu. A. Shirnin, N. I. Rozhentsova

TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CUTTING AREA BORDERS OBTAINED ON THE BASIS OF GIS

Forest areas with non-rectilinear borders are studied to define the average distance of skidding, optimal number of loading sites and their arrangement inside the cutting area. The method developed is shown to allow the division of the site into logging blocks and the value of the mean logging distance on the areas obtained.

ШИРНИН Юрий Александрович – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии и оборудования лесопромышленных производств МарГТУ. Область научных интересов – моделирование и оптимизация технологических параметров лесозаготовок, эффективность технологического процесса рубок леса. Автор более 200 печатных работ в области технологии и оборудования лесопромышленных производств.

РОЖЕНЦОВА Наталья Игоревна – аспирант кафедры технологии и оборудования лесопромышленных производств МарГТУ. Область научных интересов – моделирование и оптимизация технологических параметров лесозаготовок, эффективность технологического процесса рубок леса. Автор 8 печатных работ в области технологии и оборудования лесопромышленных производств.

УДК 674. 038. 6:539. 41

В. И. Мелехов, В. Е. Бызов

ПРИВЕДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ И УПРУГОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ К НОРМАЛИЗОВАННОЙ ВЛАЖНОСТИ

Предлагается методика определения пересчетных коэффициентов влияния влажности древесины на показатели механических свойств пиломатериалов. Получена формула приведения результатов производственного контроля прочности и упругости пиломатериалов к нормализованной влажности 12%.

Введение. Показатели механических свойств пиломатериалов для изготовления несущих строительных конструкций нормируют при влажности 12%. Однако допускается применять пиломатериалы с влажностью древесины до 20% и более. Возникает необходимость контролировать в производственном процессе показатели прочности и упругости пиломатериалов при текущей влажности и приводить к стандартной – 12%.

Стандарт США [1] предусматривает проведение испытаний пиломатериалов с текущей влажностью W_T и приведение результатов к стандартной влажности $W_{ст.}$ по формуле

$$P_{ст.} = P_T \cdot [(\alpha - \beta \cdot W_{ст.}) / (\alpha - \beta \cdot W_T)], \quad (1)$$

где параметры α и β равны соответственно 1,44 и 0,02 для модуля упругости; 1,75 и 0,0333 для предела прочности при продольном изгибе и растяжении; 2,75 и 0,0833 для предела прочности при продольном сжатии; 1,33 и 0,0167 для предела прочности при поперечном сжатии (смятии).

Предложение об одинаковой зависимости модуля упругости и прочностных показателей от влажности заслуживает внимания, однако, формула [1] получена из предпосылки о линейной зависимости показателей свойств пиломатериалов от влажности, что может быть принято для ограниченного диапазона изменения влажности. Желательно иметь расчетную формулу, справедливую для диапазона влажности, по крайней мере, от 10% до точки насыщения клеточной оболочки.

Пересчетные коэффициенты, полученные по результатам испытаний малых чистых образцов древесины, непригодны для пиломатериалов, а методика приведения показателей прочности и упругости пиломатериалов к стандартной влажности в отечественной практике отсутствует. Но это не означает, что применительно к пиломатериалам необходимо повторить многочисленные эксперименты, выполненные на малых чистых образцах древесины. Естественно предположить, что для пиломатериалов сохраняется вид зависимости показателей свойств древесины от влажности, но меняются параметры эмпирических уравнений. При такой предпосылке количество необходимых опытов для пиломатериалов равно числу параметров уравнения.

При испытании малых чистых образцов замечено, что с изменением внешних факторов, например, при высыхании образцов приращение показателей механических свойств прочной древесины больше, чем у слабой. Поэтому пересчетные коэффициенты для приведения к нормализованной влажности 12% результатов испытаний по ГОСТ 16486.3–84, 16483.5–73, 16483.9–73 и 16483.10–73 некондиционированных об-

разцов установлены в зависимости от плотности древесины. Для пиломатериалов с повышенной изменчивостью показателей свойств из-за наличия пороков отмеченная закономерность должна проявляться сильнее, что подтверждается экспериментально: для пиломатериалов разных сортов по ГОСТ 8486–86 при одинаковых режимах сушки получены различные пересчетные коэффициенты при изгибе [2]. У пиломатериалов влияние плотности на показатели механических свойств проявляется меньше, чем влияние пороков. Поэтому пересчетные коэффициенты следует устанавливать в зависимости от параметров пороков, в частности, сучков на участке разрушения.

Целью исследования является поиск формулы приведения результатов производственного контроля прочности и упругости пиломатериалов к нормализованной влажности 12%.

Исходя из вышеизложенного, предлагается методика определения для показателей механических свойств пиломатериалов пересчетных коэффициентов на влияние технологических факторов, в частности, температуры и влажности.

1. По результатам испытаний малых чистых образцов уточняют вид эмпирической зависимости с учетом изменившихся теоретических предпосылок и возможностей, открывающихся при использовании программ для ЭВМ. Если эмпирическое уравнение содержит много параметров, производятся проверки для определения возможности упрощения.

2. Определив вид эмпирической зависимости, производят выборки пиломатериалов адекватно реальной совокупности и проводят испытания. Количество максимально отличающихся значений исследуемых внешних факторов берут равным числу параметров эмпирического уравнения. По результатам паспортизации пороков древесины и испытаний пиломатериалов для каждой выборки находят уравнения регрессии показателей механических свойств с параметрами сучков участка разрушения (для упругих постоянных – рабочей части образца).

3. Определяют параметры эмпирического уравнения для пиломатериалов, подставляя вместо значений показателей механических свойств пиломатериалов, уравнения их регрессий с параметрами сучков.

В стандартах на методы испытаний древесины для перевода к нормализованной влажности показателей прочности и упругости приняты различные зависимости. Результаты исследований влияния температуры и влажности на упругость, вязкость и пластичность древесины [3] позволяют предположить, что зависимости показателей прочности и упругости от температуры и влажности одинаковы и подобны зависимости потери энергии при нагрузках. У древесины, как упруго-вязко-пластичного тела, потери энергии складываются из гистерезисных, возрастающих при увлажнении по степенной функции вида $y = a_1 \cdot x^{b_1}$ и релаксационных, уменьшающихся по показательной вида $y = a_2 \cdot e^{b_2 \cdot x}$.

Действительно, для древесины сосны, лиственницы, дуба, ясеня, бука, березы зависимость пересчетного коэффициента модуля упругости вдоль волокон от температуры в диапазоне от -20 до +90°C и влажности в среднем от 2 до 45 % описывается уравнением

$$K_{12,20}^{w,t} = \frac{E_w^t}{E_{12}^{20}} = \alpha_1^t \cdot e^{\beta_1^t \cdot W^2} + \alpha_2^t \cdot e^{\beta_2^t \cdot \ln W} =$$

$$= e^{(A_1^\alpha + B_1^\alpha \cdot t)} \cdot e^{(A_1^\beta + B_1^\beta \cdot t) \cdot W^2} + (A_2^\alpha + B_2^\alpha \cdot t) \cdot e^{\beta_2 \cdot \ln W} \quad (2)$$

Для контроля прочности и упругости пиломатериалов для изготовления строительных конструкций исследуемый диапазон температуры и влажности древесины большой, но для постоянной температуры, в частности $+20^{\circ}\text{C}$, эмпирическое уравнение зависимости коэффициента $K_{12,20}^{w,t}$ от влажности содержит три параметра. Вторым член уравнения (2) описывает уменьшение модуля упругости при увлажнении древесины больше точки насыщения клеточной оболочки W_n . Из-за малости этим изменением показателей свойств пренебрегают. Для определения параметров α и β достаточно определить показатели свойств древесины при двух значениях влажности: равной или большей W_n и максимально отличающейся от W_n , но не менее 5%. Уравнение для определения пересчетного коэффициента для диапазона влажности от 5 до 30% при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ принимает вид

$$K_{12}^w = e^{\left(\ln \frac{E_{W_1}}{E_{W_n}} \right) \frac{(W_n - W)^2 - (W - 12)^2}{(W_n - W_1)^2}}, \quad (3)$$

где W – влажность древесины в момент испытания (контроля), W_1 и W_n – влажность древесины в опытах по распределению параметров зависимости $K_{12}^w = f(W)$.

В отличие от малых чистых образцов древесины у пиломатериалов, из-за неизбежной неравномерности распределения влажности по сечению, заметное изменение показателей свойств прекращается при достижении влажности 40% [4]. С учетом этой особенности пиломатериалов уравнение (3) принимает вид:

$$K_{12}^w = e^{\left(\ln \frac{E_{W_1}}{E_{w \geq 40}} \right) \frac{(40 - W)^2 - (W - 12)^2}{(40 - W_1)^2}}. \quad (4)$$

Далее принимаем рабочую гипотезу, по которой результаты контроля показателей прочности и упругости приводят к нормализованной влажности 12% по формуле

$$R_{12} = \frac{R_w}{K_{12}^w}, \quad (5)$$

где R_{12} – значение показателя механических свойств пиломатериалов при влажности 12%, МПа; R_w – значение показателя механических свойств пиломатериалов при влажности в момент испытаний, МПа; K_{12}^w – пересчетный коэффициент, зависимость которого от влажности описывается уравнением

$$K_{12}^w = \alpha \cdot e^{\beta(40-W)^2} = e^{\left(\ln \frac{R_{W_1=f(S)}}{R_{w \geq 40=f(S)}} \right) \frac{(40 - W)^2 - (W - 12)^2}{(40 - W_1)^2}}. \quad (6)$$

Влажностью пиломатериалов в момент контроля считаем ее средневзвешенное значение на участке разрушения.

Для проверки рабочей гипотезы использовали результаты испытаний пиломатериалов из древесины сосны, проведенные Е.И Савковым [5]. Испытания проводили с целью определения прочности при изгибе. Перед испытаниями проводилась паспортизация пиломатериалов с целью фиксации размеров пороков, присутствующих в пиломатериалах, после чего определяли площади проекций сучков на участке разрушения. Этот параметр необходимо знать при проведении неразрушающего контроля прочности пиломатериалов.

Получили два уравнения регрессии вида:

$$R_{W_H} = \beta_{W_H} \cdot \sqrt{S} + \alpha_{W_H}, \quad (7)$$

$$R_{W_I} = \beta_{W_I} \cdot \sqrt{S} + \alpha_{W_I}, \quad (8)$$

где β_{W_H} и α_{W_H} – коэффициенты уравнения регрессии для зависимости, установленной при влажности более 40%; β_{W_I} и α_{W_I} – коэффициенты уравнения регрессии для зависимости, установленной для влажности менее точки насыщения волокон; S – площадь проекций сучков на участке разрушения, %.

Значения показателей прочности приведены к нормализованной влажности 12% с использованием уравнения (6), в которое подставили уравнения (7) и (8). Коэффициенты регрессионных зависимостей и влажность пиломатериалов сечением 100x150 и 50x150 мм сведены в табл. 1.

Таблица 1

Сечение	Параметры				Влажность	
	β_{W_H}	α_{W_H}	β_{W_I}	α_{W_I}	W_H	W_I
100x150	-3,711	45,55	-5,642	58,72	40	12
50x150	-2,623	41,52	-4,949	55,76	40	8

Достоверность различия полученных значений прочности оценили по критериям распределений Стьюдента и Фишера-Снедекора. Отличие средних арифметических значений пределов прочности (табл. 2) недостоверно.

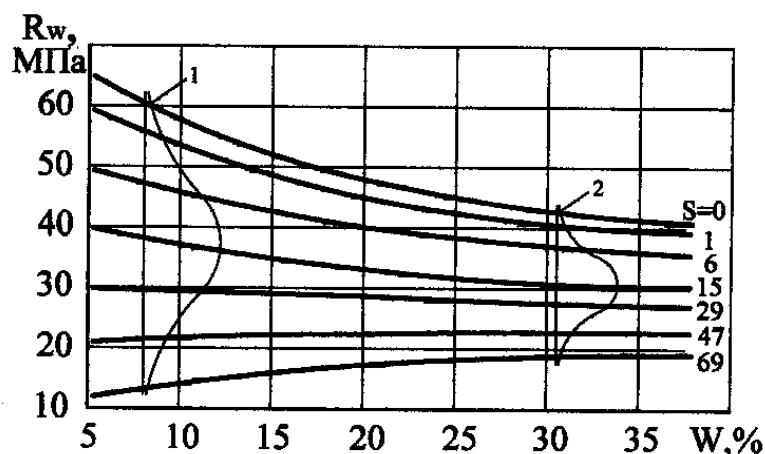
Таблица 2

Проверка нуль-гипотез о равенстве выборочных дисперсий и средних значений выборок пределов прочности при изгибе, пересчитанных к нормализованной влажности 12%

Сечение	W _{исх.} , %	h, шт.	Статистические показатели при влажности				^ F	^ t	t _{табл.}
			W _{исх.} , %		W = 12%				
			$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ			
50x150	> 30	203	31,37	6,88	35,29	8,96	1,66	1,34	1,97
	8	117	39,21	13,36	36,95	11,54			
100x150	> 30	233	32,19	6,81	38,05	9,49	1,24	0,72	1,98
	12	113	39,86	10,57	38,86	10,57			

Примечание: $W_{исх.}$ – влажность пиломатериалов в момент испытаний, %; n – количество образцов, шт.; $\bar{X}$ – среднее арифметическое значение выборок, МПа; σ – среднее квадратичное отклонение выборок; $F_{0,95} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \leq 1,25$ – статистика для проверки гипотезы о равенстве дисперсий выборок; $t_{0,95} \leq t_{табл.}$ – статистика для проверки гипотезы о равенстве средних значений выборок.

При снижении влажности древесины изменчивость значений пределов прочности пиломатериалов возрастает. Это происходит потому, что прочность пиломатериалов с небольшими сучками после сушки увеличивается, а имеющих развитые сучки – снижается. Одной из причин снижения прочности являются микротрещины, образующиеся в присучковых зонах в процессе сушки пиломатериалов.



Зависимость предела прочности сосновых пиломатериалов сечением 50×150 мм от влажности древесины при изгибе нагрузкой кромки: 1 – распределение пределов прочности при средней влажности 8%; 2 – распределение пределов прочности при влажности $>30\%$

Вывод. Перевод показателей прочности пиломатериалов с влажностью древесины в момент испытаний к нормализованной влажности 12% с использованием полученной формулы обеспечит достоверные результаты. Получены зависимости пределов прочности пиломатериалов сечением 50×150 мм от влажности древесины при изгибе (см. рис).

Список литературы

1. ASTM D 245-74. Standard methods for establishing structural grades and related allowable properties for visually graded lumber: American Society for Testing and Material. – Philadelphia, Pa, 1977.
2. Песоцкий, А. Н. Влияние режимов камерной сушки на прочность пиломатериалов при изгибе / А. Н. Песоцкий, В. И. Корнеев // Механическая обработка древесины. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1979. – № 11. – С. 13–15.
3. Боровиков, А. М. Упругость, вязкость и пластичность древесины / А. М. Боровиков // Деревообрабатывающая промышленность. – 1970. – № 9. – С. 9–12.
4. ГОСТ 6782.1-75. Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки. – Введ. 1975-08-20. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 10 с.
5. Савков, Е. И. Прочность пиломатериалов / Е. И. Савков. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 88 с.

Статья поступила в редакцию 21.03.08

V. I. Melekhov, V. Ye. Byzov

BRINGING THE RESULTS OF MANUFACTURING SUPERVISION FOR STRENGTH AND ELASTICITY OF LUMBER TO NORMALISED HUMIDITY

The technique of defining recomputation coefficients for the influence of timber humidity on the mechanical properties of lumber is suggested. The formula for bringing the results of manufacturing supervision for strength and elasticity of lumber to normalized humidity of 12% is developed.

МЕЛЕХОВ Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, академик РАЕН и АПК, зав. кафедрой древесиноведения и тепловой обработки древесины Архангельского государственного технического университета. Область научных интересов – древесина, древесные материалы, сушка, защитная обработка, технология деревообработки, лесопиление, оборудование, сертификация, радиационная безопасность материалов. Автор более 200 научных публикаций, трех монографий.

БЫЗОВ Виктор Евгеньевич – технолог лесопильного производства ООО «Лесозавод №23» (г. Архангельск). Область научных интересов – качество древесного сырья, технологии переработки древесины.

УДК 621.34

А. В. Егоров, В. Н. Сергеев, К. Н. Сергеев

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВЫХ УСТАНОВОК ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Рассмотрены вопросы создания и исследования топливных элементов и гибридных энергетических установок, а также использования альтернативных видов топлив (водород, метанол, этанол, диметиловый эфир и др.). Сформулированы основные положения и приведены результаты вычислительного эксперимента автоматизации процессов наполнения энергоаккумулятора и процесса рекуперирования энергии торможения на примере автомобиля КамАЗ-5460 с полной загрузкой.

Введение. Согласно пункту 6 научно-техническое и кадровое обеспечение автомобильной промышленности **Концепции развития автомобильной промышленности России** [1], одобренной распоряжением правительства Российской Федерации №978-Р от 16 июля 2002 года, приоритетными направлениями проведения научных исследований на среднесрочную перспективу являются:

- создание и исследование топливных элементов и гибридных энергетических установок;
- исследование использования альтернативных видов топлив – водород, метанол, этанол, диметиловый эфир и другие биотоплива.

Под гибридными энергетическими установками понимаются установки транспортных средств, включающих, как правило, в свой состав двигатель внутреннего сгорания (ДВС), дифференциальный механизм, электрический двигатель, электрический генератор большой мощности, аккумулятор электрической энергии высокой емкости.

Наибольшего прогресса в создании и освоении производства автотранспортных средств с гибридными силовыми установками (ГСУ) к настоящему времени добились фирма Тойота и ее подразделение автомобилей представительского класса Лексус.

Типовая схема ГСУ легкового автомобиля Тойота Приус (ДВС рабочим объемом 1498 см³ и мощностью 58 л.с. при 4000 об/мин и тяговый электродвигатель переменного тока мощностью 30 кВт при 940–2000 об/мин) представлена на рис.1 [2].

Отличительной особенностью Тойота Приус является сниженный эксплуатационный расход топлива 3,6 л/100 км, что более чем в два раза меньше, чем расход топлива аналогичного автомобиля, оснащенного традиционным ДВС мощностью, равной мощности гибридной силовой установки.

Однако такая ГСУ обладает значительными недостатками, а именно:

- ДВС работает только в режиме двигателя, хотя любая поршневая машина может работать в режиме и двигателя, и генератора (компрессора);
- имеет в своем составе электрические составляющие: тяговый электродвигатель, электрический генератор, аккумулятор высокой емкости, что значительно увеличивает массогабаритные показатели ГСУ;
- аккумулятор требует периодической замены в процессе эксплуатации, так как использует для своей работы специальные рабочие тела.

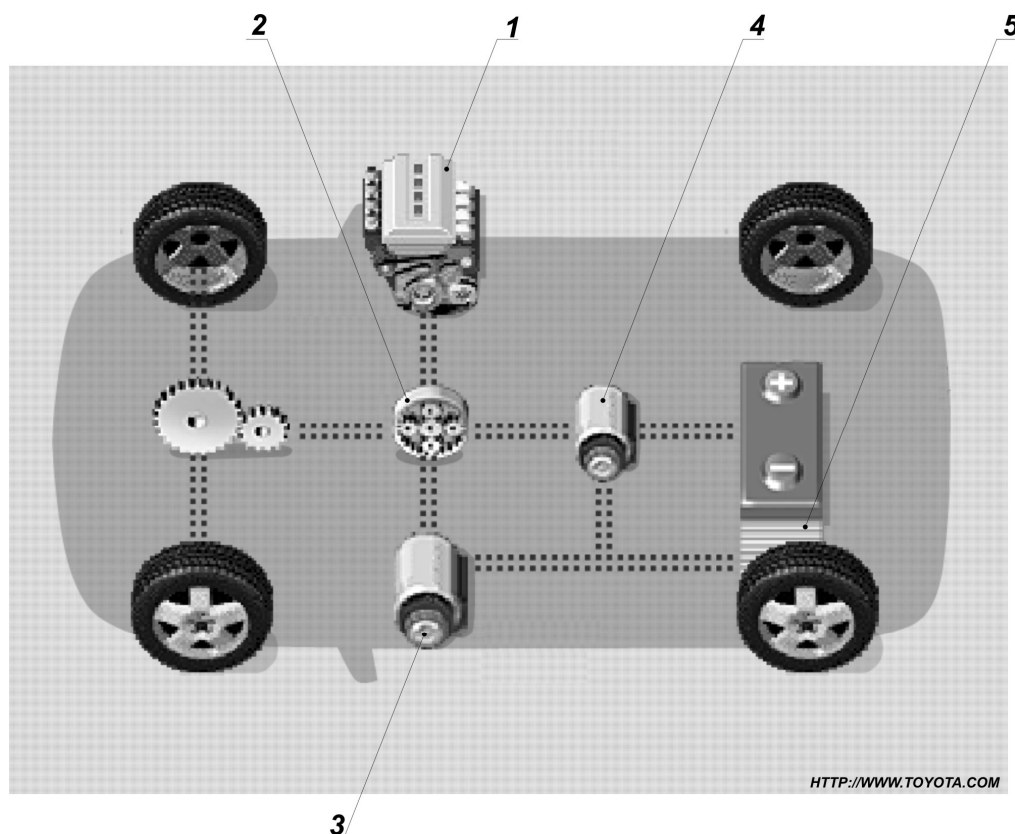


Рис.1. Схема гибридной силовой установки: 1 – двигатель внутреннего сгорания, 2 – дифференциальный механизм, 3 – тяговый электродвигатель, 4 – электрический генератор, 5 – аккумуляторная батарея высокой емкости

Целью работы является создание силовой установки с удельными эксплуатационными параметрами на уровне традиционной ГСУ, но свободной от вышеназванных недостатков.

Основными **решаемыми задачами** являются:

- разработка силовой установки, в которой поршневая машина работает и в режиме ДВС, и в режиме компрессора;
- использование в качестве рабочего тела аккумулятора – атмосферного воздуха.

В результате решения поставленных задач было предложено техническое решение силовой установки (рис.2).

Работает силовая установка транспортного средства следующим образом:

Рабочий режим: клапан впускного канала 12 и клапан выпускного канала 13 открыты, клапан выпускного канала резервуара 14 закрыт, клапан впускного канала резервуара 15 закрыт. Вращение коленчатого вала 4 передается на агрегаты трансмиссии 3, ведущий мост 2 и ведущие колеса 1.

Воздух по впускному каналу 10 через клапан впускного канала 12 и впускной клапан 8 подается в надпоршневое пространство, где при движении поршня 7 от верхней мертвой точки (ВМТ) к нижней мертвой точке (НМТ) впускной клапан 8 открыт, а выпускной клапан 9 закрыт и осуществляется всасывание воздуха или топливоздушная смеси. При движении поршня 7 от НМТ к ВМТ впускной клапан 8 закрывается и осуществляется сжатие с окончательным смесеобразованием, при нахождении поршня 7 вблизи ВМТ происходит воспламенение рабочей смеси, при движении поршня 7 от ВМТ к НМТ происходит расширение продуктов сгорания топлива, при движении

поршня 7 от НМТ к ВМТ открывается выпускной клапан 9 и продукты сгорания удаляются в атмосферу через выпускной канал 11 и клапан выпускного канала 13. При возвратно-поступательных движениях поршня 7 на агрегаты трансмиссии 3 через поршневой палец 6, шатун 5, коленчатый вал 4 передается крутящий момент.

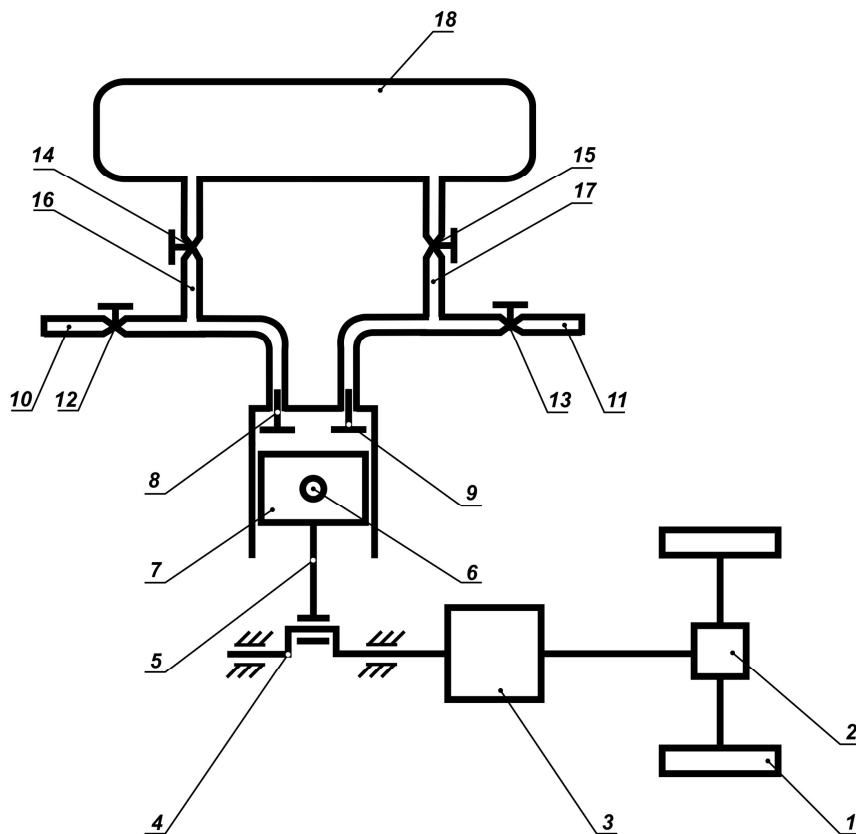


Рис.2. Силовая установка транспортного средства: 1 – ведущие колеса, 2 – ведущий мост, 3 – коробка передач, 4 – коленчатый вал, 5 – шатун, 6 – поршневой палец, 7 – поршень, 8 и 9 – впускной и выпускной клапаны, 10 и 11 – впускной и выпускной каналы, 12 – клапан впускного канала, 13 – клапан выпускного канала, 14 – клапан выпускного канала резервуара, 15 – клапан впускного канала резервуара, 16 – выпускной канал резервуара, 17 – впускной канал резервуара, 18 – резервуар

После того, как с помощью агрегатов трансмиссии 3 коленчатый вал 4 связывается механически с ведущим мостом 2, энергетическая установка вырабатывает механическую энергию, которая передается на ведущие колеса.

Режим торможения: клапан впускного канала 12 открыт, клапан выпускного канала 13 закрыт, клапан выпускного канала резервуара 14 и клапан впускного канала резервуара 15 закрыты, крутящий момент с ведущих колес 1 через ведущий мост 2, агрегаты трансмиссии 3 подводится к коленчатому валу 4 и посредством шатуна 5, поршневого пальца 6 передается поршню 7, который осуществляет сжатие воздуха, поступающего в надпоршневое пространство. При движении поршня от ВМТ к НМТ впускной клапан 8 открыт и воздух по впускному каналу 10 поступает в надпоршневое пространство. Когда поршень находится вблизи НМТ, впускной клапан 8 закрывается, поршень 7 проходит некоторое расстояние по направлению к ВМТ, открываются выпускной клапан 9 и клапан впускного канала резервуара 15 и происходит выталкивание сжатого воздуха в резервуар 18 через впускной канал резервуара 17. После того, как

поршень 7 достигает ВМТ, выпускной клапан 9 и клапан впускного канала резервуара 15 закрываются. Далее процессы всасывания, сжатия и выталкивания повторяются до тех пор, пока транспортное средство полностью не остановится.

Режим ускорения с использованием энергии сжатого воздуха и топлива: после того, как с помощью агрегатов трансмиссии 3 коленчатый вал 4 связывается механически с ведущим мостом 2, клапан впускного канала 12 закрывается, а клапан выпускного канала 13 открывается. Затем воздух из резервуара 18 через выпускной канал резервуара 16, клапан выпускного канала резервуара 14 и впускной клапан 8 попадает в надпоршневое пространство при движении поршня от ВМТ к НМТ. При нахождении поршня 7 в районе НМТ впускной клапан 8 закрывается. При движении поршня от НМТ к ВМТ осуществляется окончательное смесеобразование. Когда поршень 7 находится в районе ВМТ, происходит воспламенение смеси, затем поршень 7 движется к НМТ. Когда поршень 7 достигает НМТ, открывается выпускной клапан 9 и продукты сгорания топлива удаляются из надпоршневого пространства через выпускной канал 11 в атмосферу.

Далее процессы наполнения надпоршневого пространства, сжатия, сгорания, расширения и выпуска повторяются до тех пор, пока давление в резервуаре 18 превышает атмосферное.

После того, как давление в резервуаре 18 упало ниже атмосферного, клапан выпускного канала резервуара 14 закрывается, а клапан впускного канала 12 открывается, и энергетическая установка работает по **рабочему режиму**.

Режим ускорения с использованием энергии сжатого воздуха: после того, как с помощью агрегатов трансмиссии 3 коленчатый вал 4 связывается механически с ведущим мостом 2, клапан впускного канала 12 закрывается, а клапан выпускного канала 13 открывается. Затем воздух из резервуара 18 через выпускной канал резервуара 16, клапан выпускного канала резервуара 14 и впускной клапан 8 попадает в надпоршневое пространство и поршень 7 совершает движение от ВМТ к НМТ. При нахождении поршня 7 вблизи НМТ впускной клапан 8 закрывается. Когда поршень 7 достигает НМТ, открывается выпускной клапан 9 и воздух удаляется из надпоршневого пространства через выпускной канал 11 в атмосферу.

После того, как давление в резервуаре 18 упало ниже атмосферного, клапан выпускного канала резервуара 14 закрывается, а клапан впускного канала 12 открывается, энергетическая установка работает по **рабочему режиму**.

Основная проблема при создании такой энергетической установки заключается в создании такого механизма газообмена (газораспределения), который позволил бы эксплуатировать поршневую машину и в режиме двигателя, и в режиме компрессора.

Как показывает анализ иностранных источников [3], к 2010–2011 году планируется начало серийного производства электромеханических приводов газораспределительных клапанов ДВС с частотой вращения до 6500 об/мин и мощностью 450 Вт.

Существует возможность решения проблемы привода газораспределительных клапанов ДВС за счет использования гидроприводов, выполненных на основе серийно выпускаемых топливных насосов высокого давления [4].

С учетом коэффициента полезного действия (КПД) системы передачи энергии от ведущих колес к пневматическому аккумулятору и от пневматического аккумулятора к ведущим колесам [5, 6] рекуперация энергии торможения в кинетическую энергию движения автомобиля при реализации режима ускорения с использованием только энергии сжатого воздуха может достигать 46,8% при КПД:

- механическом агрегатов трансмиссии – 0,9;
- индикаторном поршневой машины в режиме компрессора и поршневого детандера – 0,95;
- механическом поршневой машины в режиме компрессора и поршневого детандера – 0,8.

Такой КПД процесса рекуперации энергии торможения сопоставим с КПД рекуперации энергии торможения автомобиля Тойота Приус.

Однако конструкция ГСУ Тойота Приус может быть применена только на легковых автомобилях и внедорожниках, для грузовых автомобилей такая схема не годится.

К настоящему времени лишь компания Вольво заявила о планах создания к 2009 году опытных ГСУ для грузовых автомобилей.

Математическое моделирование процессов рекуперирования энергии торможения автотранспортного средства в энергию сжатого воздуха основано на известных закономерностях теории реальных поршневых компрессоров применительно к процессам наполнения резервуаров [6,7].

Для автоматизации процессов математического моделирования процессов наполнения пневматического аккумулятора разработана автономная программа, интерфейс которой с результатами расчета процесса рекуперирования энергии торможения автомобиля КамАЗ-5460 представлен на рис.3.

Расчет эффективности пневматической рекуперации

Режим торможения | Режим ускорения

Исходные данные

Общий рабочий объем цилиндров двигателя, куб. м.: 0,01088
 Количество цилиндров двигателя, шт.: 8
 Общий объем резервуара, куб. м.: 1
 Начальное давление воздуха в резервуаре, Па: 101325
 Начальная температура воздуха в резервуаре, К: 291
 14,3157894 Степень сжатия ДВС: 17
 Атмосферное давление, Па: 101325
 Температура атмосферного воздуха, К: 291
 Коэффициент дросселирования во впускном клапане: 0,95
 Коэффициент плотности цилиндра: 0,96
 Показатель политропы сжатия воздуха в цилиндре: 1,35
 Объем надпоршневого пространства, при котором открывается выпускной клапан, куб. м.: 0,000095
 Масса транспортного средства, кг.: 40000
 Скорость транспортного средства, м/с: 10
 КПД агрегатов трансмиссии: 0,684

Двигатель
☒ КамАЗ-5460 ☐ BA3-21126

Результаты расчетов

Доступная для рекуперации энергия торможения, Дж: 1368000
 Процент рекуперирования доступной энергии: 100
 Общий объем цилиндров ДВС, куб. м.: 0,001445
 Давление в цилиндре в начале процесса сжатия, Па: 91446
 Давление в цилиндре в конце процесса сжатия, Па: 3606273
 Коэффициент подогрева при всасывании: 0,615638303315967
 Температура в конце процесса всасывания, К: 473
 Температура в конце процесса сжатия, К: 985
 Вредный объем, куб. м.: 8,5E-5
 25 Работа сжатия воздуха в цилиндре, Дж: 1368145
 Фактическое количество оборотов двигателя: 728
 Масса воздуха, поступающая в каждом такте в резервуар, кг: 0,000507978354539337
 Температура воздуха в резервуаре в текущем такте, К: 943
 Общая масса воздуха, находящаяся в резервуаре, кг: 5,21760383027846
 Давление воздуха в резервуаре в текущем такте, Па: 1410777

Обнулить Считать Выйти

Рис.3. Интерфейс программы расчета параметров процесса рекуперации энергии торможения автомобиля КамАЗ-5460

Как видно из рис.3, возможно до 100% рекуперирования доступной кинетической энергии торможения автомобиля КамАЗ-5460. Однако для рекуперирования необходима средняя частота вращения коленчатого вала ДВС, равная 728 об/мин. То есть, 728

оборотов в минуту в течение минуты, или 1456 об/мин. в течение 30 секунд, или 2912 об/мин. в течение 15 секунд.

Для поддержания на заданном уровне частоты вращения коленчатого вала целесообразно использовать автоматическую трансмиссию, позволяющую плавно менять передаточное отношение между входным и выходным валами.

Вывод. Показано, что для технической реализации предлагаемой силовой установки с возможностью рекуперирования энергии торможения транспортного средства необходимы: электромагнитный или гидравлический привод газораспределительных клапанов; автоматическая трансмиссия.

Список литературы

1. Распоряжение правительства Российской Федерации №978-Р от 16 июня 2002 года.
2. www.toyota.com
3. Ohne Nockenwelle. Ein neues elektromechanisches Ventiltriebssystem von Valeo. – Motortechnische Zeitschrift. – 2007. – №3.
4. Некрасов, В. Г. Некоторые пути совершенствования отечественных ДВС / В. Г. Некрасов. – Автомобильная промышленность. – 2006. – №10.
5. Богатырев, А. В. Автомобили/ А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
6. Пластинин, П. И. Теория и расчет поршневых компрессоров / П. И. Пластинин. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 271 с.
7. Егоров, А. В. Совершенствование экологических характеристик тепловых двигателей машинно-тракторного парка деревообрабатывающих предприятий. Дис. ... канд. техн. наук / А. В. Егоров. – Йошкар-Ола, 2004. – 189 с.

Статья поступила в редакцию 04.04.08.

A. V. Yegorov, V. N. Sergeyev, K. N. Sergeyev

IMPROVEMENT OF DESIGN AND PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF TIMBER HAULING TRUCK PROPULSORS

The paper deals with the problems of creation and research of fuel elements and hybrid propulsion systems, as well as the study of utilization of alternative kinds of fuel such as hydrogen, methanol, ethanol, dimethyl ester and other types of biofuels. Major provisions are formulated and the results of mathematical experiment on automation of the processes of power accumulator feeding and the process of recuperation of the stopping power with full load KamAZ-5460 truck as an example are given.

ЕГОРОВ Алексей Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин. Область научных интересов – тепловые двигатели и энергетические установки, способы и методы испытаний; энергосбережение нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии. Автор 38 публикаций.

СЕРГЕЕВ Вячеслав Николаевич – студент факультета информатики и вычислительной техники МарГТУ. Область научных интересов – тепловые двигатели и энергетические установки. Автор 5 публикаций.

СЕРГЕЕВ Константин Николаевич – студент факультета информатики и вычислительной техники МарГТУ. Область научных интересов – тепловые двигатели и энергетические установки. Автор 5 публикаций.

УДК 634.0.36: 634.0.5

В. А. Грязин, А. В. Егоров

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН С СИСТЕМОЙ РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ

Рассмотрена эффективность использования машин и оборудования лесозаготовительного комплекса за счет рационального использования энергоаккумулирующих устройств. Представлена методика определения энергетических параметров и результаты проведения математического эксперимента на примере многооперационной лесозаготовительной машины. Сформулированы принципы использования двигателей внутреннего сгорания лесозаготовительной техники, работающих в режиме открытой термодинамической системы по критерию энергосбережения.

Введение. Современный процесс заготовки и трелевки древесины в России осуществляется с применением системы машин, созданных, в большинстве своем, на базе трелевочных тракторов Онежского и Алтайского тракторных заводов. Дальнейшее совершенствование конструкции специальных лесных машин привело к тому, что многооперационные машины, такие, как ЛП-19 и МЛ-135, первоначально созданные на базе трелевочных тракторов, становятся самостоятельными объектами разработки. Тем не менее, лесозаготовительная техника по-прежнему работает без применения энергосберегающих технологий.

Актуальность внедрения энергосберегающих технологий при проведении лесозаготовок подтверждается возрастающей зависимостью современного прогресса от невозобновляемых источников энергии (углеводородного топлива). Сокращение мировых запасов нефти и газа, а также возрастание цен на энергоресурсы, стимулируют производителей более интенсивно использовать технологии, подразумевающие частичное или полное возвращение в технологический процесс энергии, прикладываемой к предмету труда и теряемой в процессе работы (рекуперацию энергии).

Проведенный анализ конструкции лесозаготовительных машин, оборудования и технологии их работы показал, что исследования, направленные на повышение эффективности работы лесозаготовительных машин с учетом технологий рекуперации энергии, проведены в недостаточном объеме. Одним из перспективных направлений в этой области является применение открытых термодинамических систем (ОТС), в состав которых входит силовая установка и энергоаккумулятор [1,2].

Цель работы: повысить эффективность использования лесозаготовительных многооперационных машин с применением технологии рекуперации энергии.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

1. Определить энергетические затраты на выполнение технологических операций при работе многооперационных машин.

2. Разработать технологию работы лесной машины с энергоаккумулятором в режиме рекуперации энергии.

3. Оптимизировать режим работы силовой установки как ОТС с учетом технологического процесса лесозаготовок.

Математическая модель, определяющая энергетические затраты на выполнение операций при работе многооперационных машин, основана на технологии процесса валки дерева. Для валочно-сучкорезно-раскряжевых машин (ВСРМ) типовой процесс можно разложить на следующие операции: Движение машины – Наведение захватно-срезающего устройства (ЗСУ) на ствол – Захват дерева – Пиление ствола дерева – Сталкивание дерева с пня – Падение дерева – Подвод дерева на середину волока – Протяжка для откомлевки – Откомлевка – Подвод ЗСУ с деревом к месту раскряжевки – Протяжка и очистка ствола дерева от сучьев – Распиловка – Протяжка и очистка ствола дерева от сучьев – Распиловка – Сортировка – Протяжка и очистка ствола дерева от сучьев – Распиловка – Перемещение ЗСУ с вершинной частью дерева на середину волока – Протяжка вершины – Распиловка – Возврат ЗСУ в исходное положение.

Определение затрат энергии примем на основе работы типовой ВСРМ John Deere 1270D. Составленная и апробированная математическая модель составляется на примере захвата ствола дерева харвестерной головкой и сводится к определению энергии, затрачиваемой при выполнении технологических операций [3].

Мощность, затрачиваемая на выполнение цикла, будет

$$\sum_{i=1}^u N_i = \sum_{i=1}^u \left(\frac{A}{t} \right)_i = \sum_{i=1}^u A_i / t_{\text{ц}}, \quad (1)$$

где A_i – работа, затрачиваемая на выполнение операции; t_i и $t_{\text{ц}}$ – время выполнения операции и общее время цикла, соответственно.

Работа, затрачиваемая на выполнение цикла, определяется как:

$$A = \int_0^x dA = \int_0^x F dx, \quad A = 2(F_{\text{верх.нож}} + F_{\text{ниж.нож}} + F_{\text{вальца}}) \int_0^x dx, \quad (2)$$

$$F_{\text{нож}} = P_{\text{нож}} S_{\text{нож}}, \quad F_{\text{вальца}} = P_{\text{вальца}} S_{\text{вальца}},$$

где F – сила, прикладываемая соответствующим объектом; x – перемещение объекта; S – площадь рабочей поверхности соответствующего объекта.

В результате расчета энергетических затрат ВСРМ на выполнение операций технологического процесса получаем гистограмму распределения (см. рис. 1).

На рис. 1 пунктирной линией обозначено среднее значение мощности, необходимой для выполнения одного цикла заготовки дерева.

С целью снижения расхода топлива и энергозатрат, связанных с неустановившимся режимом работы, предлагается перевести работу силовой установки лесозаготовительной машины в установившийся режим с постоянным значением мощности. При этом, на операциях с меньшими энергозатратами может производиться накопление избыточной энергии в энергоаккумуляторе, с дальнейшим использованием на более затратных операциях. Как видно из гистограммы изменения мощности, представленной на рис. 1, затратными, с точки зрения потребления мощности выше среднего значения, являются 14 технологических операций и 12 операций, позволяющих проводить накопление энергии.

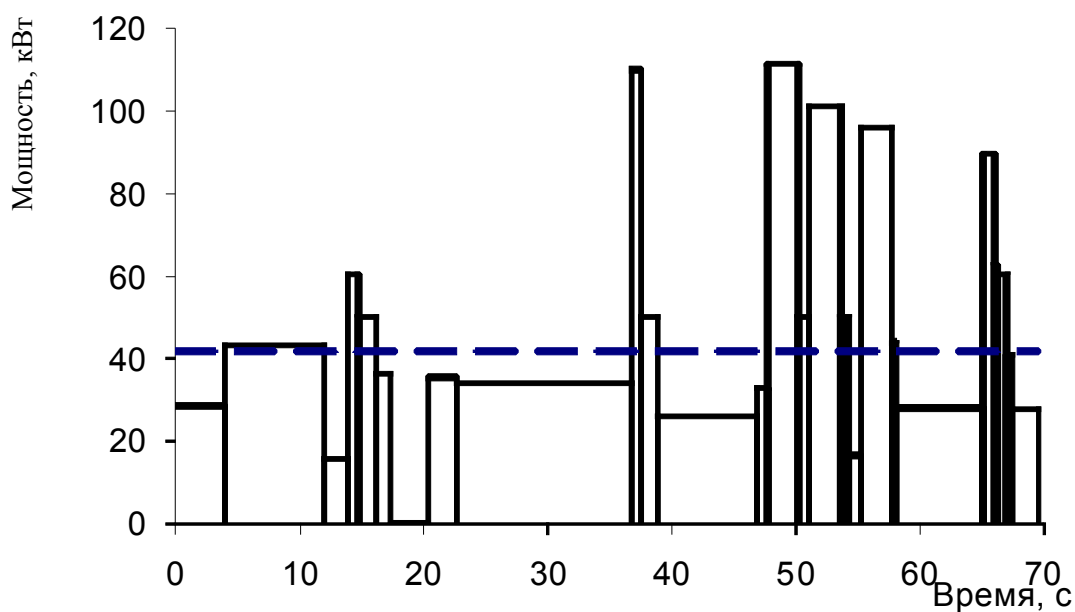


Рис. 1. Изменение мощности, затрачиваемой на выполнение операций

Циклограмма изменения мощности ОТС в технологическом цикле ВСРМ представлена на рис. 2.

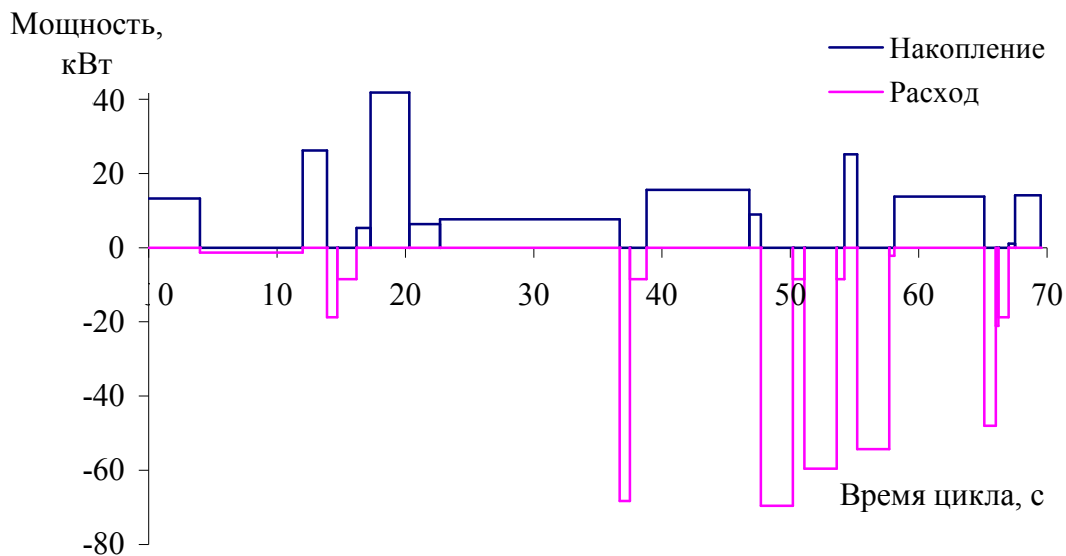


Рис. 2. Циклограмма изменения мощности ОТС ВСРМ

Баланс мощности ВСРМ, работающей с применением технологии рекуперации энергии, включает эффективную мощность силовой установки $N_{e(OTC)}$ и мощность насосной станции (насоса), работающих в режиме ОТС:

$$N_{e(OTC)} = \sum_{i=1}^{t_y} \frac{N_{e(OTC)_i}}{t_i} = \frac{N_{н(OTC)_i}}{t_i} = N_{н(OTC)}. \quad (3)$$

Циклограмма изменения значения работы, совершаемой гидроприводом в ВСРМ в составе ОТС, представлена на рис. 3.

Значение и закономерность изменения работы, представленных на рис. 3, являются исходными данными для определения вибронагруженности и значения потерь в гидроприводе $\Delta p_{ОТС}$ ВСРМ, работающей как ОТС в составе ДВС + энергоаккумулятор + гидропривод.

$$\Delta p_{ОТС} = \sum_{i=0}^{t_y} \Delta p_{t_i}, \quad (4)$$

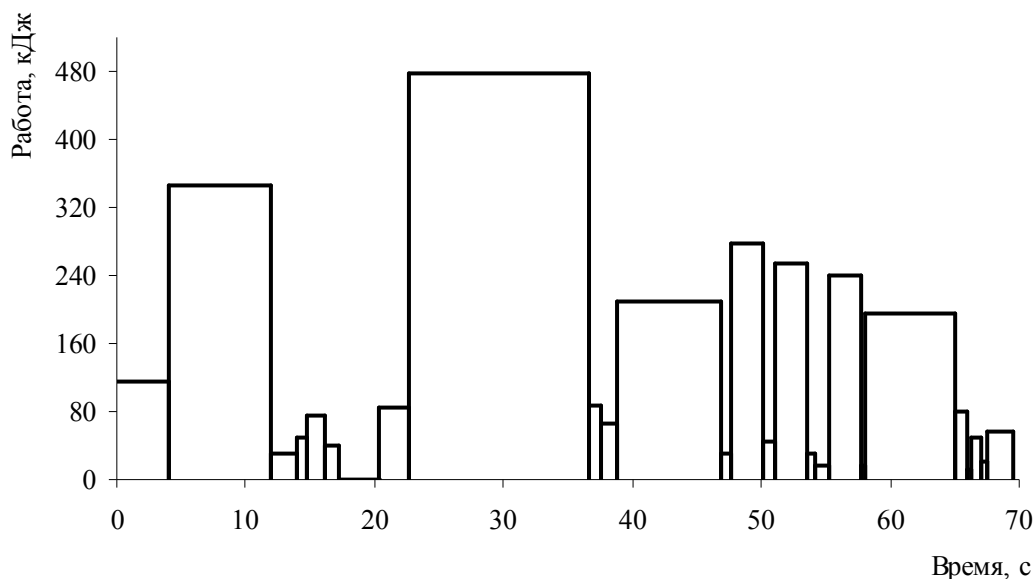


Рис. 3. Циклограмма изменения работы ОТС ВСРМ

Эффективная мощность силовой установки, работающей в составе ОТС, составит:

$$N_{e(ОТС)} = \frac{L_{e(ОТС)in}}{30\tau} = \frac{p_e(ОТС)V_{hin}}{30\tau} = \frac{(p_e + \Delta p_{ОТС})V_{hin}}{30\tau}, \quad (5)$$

где $L_{e(ОТС)}$ – эффективная работа ОТС; p_e – эффективное давление цикла; V_h – рабочий объем цилиндра; n – частота вращения коленчатого вала; τ – тактность двигателя.

Значение эффективной мощности силовой установки, работающей в рамках ОТС, будет большей на величину потерь $\Delta p_{ОТС}$, однако данное увеличение энергозатрат будет компенсировано за счет снижения расхода топлива при работе в стационарном режиме.

Удельный расход топлива:

$$g_{e(ОТС)} = g_{en} \left(A_0 - B_0 \frac{n}{n_{en}} + C_0 \frac{n^2}{n_{en}^2} \right), \quad (6)$$

где g_{en} – номинальный расход топлива; A_0 , B_0 и C_0 – коэффициенты С.Р. Лейдермана.

Часовой расход топлива:

$$G_{T(ОТС)} = \frac{g_{e(ОТС)} N_{e(ОТС)}}{1000}. \quad (7)$$

Для определения внешней скоростной характеристики ДВС проведем расчет для двигателя ЯМЗ-238ГМ2, установленного на ВПМ ЛП-19Б. Двигатель 8-цилиндровый дизель мощностью 125 кВт (170 л.с. при 1700 об/мин) оборудован стартерным запуском и подогревателем. Внешняя скоростная характеристика представлена на рис. 4. Режим максимальной экономичности, в котором ВСРМ достигает наилучших показателей по критерию энергозатрат, на рисунке заштрихован.

Работа двигателя внутреннего сгорания в режиме ОТС приводит к переходу с режима переменной (частичной или полной) нагрузки на установившийся режим с постоянным значением частоты вращения коленчатого вала, расхода топлива и, как следствие, оптимизированных экологических характеристик.

Технология работы ВСРМ, оснащенной ОТС в составе ДВС + энергоаккумулятор + гидропривод, требует введения системы автоматизированного контроля и управления регулирующих воздействий на элементы гидропривода, что при современном уровне развития не составит серьезного препятствия. Применение различных методик использования эффекта ОТС (дискретное или разовое) позволяет наиболее эффективно регулировать расход рабочего тела и определять необходимую мощность воздействия на рабочие органы [1].

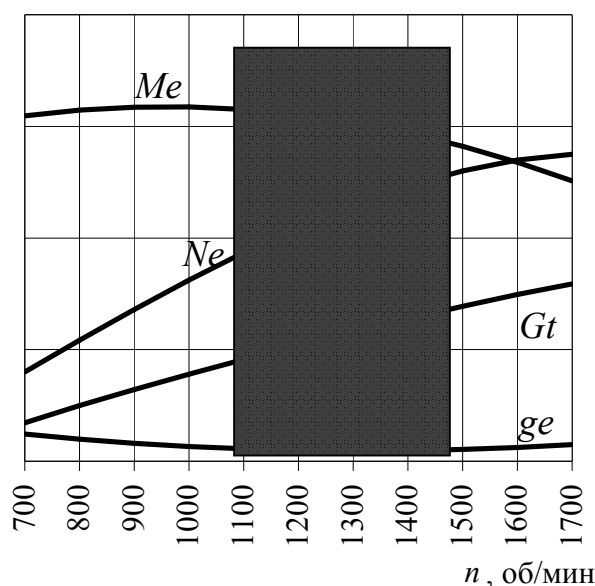


Рис. 4. Внешняя скоростная характеристика ДВС ЯМЗ-238ГМ2

Вывод. Использование эффекта открытой термодинамической системы и применение ее в рамках конструкции многооперационных машин в виде комбинации ДВС + энергоаккумулятор + гидропривод позволяет перевести работу силовой установки в стационарный режим с возможностью оптимизации по экологическим характеристикам и по показателям энергоемкости. В результате применения данной технологии возможно снижение эксплуатационного расхода топлива за счет рекуперации энергии в ОТС и, соответственно, снижение энергозатрат на заготовку древесины.

Список литературы

1. Грязин, В. А. Совершенствование экологических характеристик ДВС воздействием на расширение рабочего тела: Дис. ... канд. техн. наук / В. А. Грязин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 136 с.

2. Егоров, А. В. Совершенствование экологических характеристик тепловых двигателей машинно-тракторного парка деревообрабатывающих предприятий: Дис. ... канд. техн. наук / А. В. Егоров. – Йошкар-Ола.: МарГТУ, 2004. – 189 с.

3. Сенькин, В. А. Обоснование параметров оборудования многооперационных машин при сортиментной заготовке древесины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук по спец. 05.21.01 / В. А. Сенькин. – СПб.: СПб ГЛТА им. С. М. Кирова, 2006. – 20 с.

Статья поступила в редакцию 04.04.08

V. A. Gryazin, A. V. Yegorov

UPGRADING THE EFFICIENCY OF HARVESTING MACHINERY WITH THE SYSTEM OF ENERGY RECUPERATION

The matters concerned with solving the challenging problem of efficiency upgrading in the application of timber harvesting machinery and equipment on the basis of harmonious exploitation of power accumulating devices are presented. The technique of defining energy parameters and the results of conducting mathematical experiment with a multipurpose harvesting machine are stated. General recommendations on using the internal combustion engines of harvesting machinery working in a mode of open thermodynamic system on the criterion of energy saving are given.

ГРЯЗИН Владимир Альбертович – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин. Область научных интересов – технологии и машины лесозаготовок и лесного комплекса; энергосбережение. Автор 37 публикаций.

ЕГОРОВ Алексей Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин. Область научных интересов – тепловые двигатели и энергетические установки, способы и методы испытаний; энергосбережение нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии. Автор 38 публикаций.

УДК 630*31:630*848

Е. М. Царев, М. Н. Волдаев

РАСЧЕТ УСИЛИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОДОЛЬНОМУ ПЕРЕМЕЩЕНИЮ БРЕВЕН В ПАЧКЕ ПРИ ТОРЦЕВЫРАВНИВАНИИ ПОВОРОТНЫМИ ЩИТАМИ

Дан анализ торцевывравнивания пачек круглых лесоматериалов. Представлены результаты исследования гравитационных торцевывравнивателей. Получена формула для определения среднего усилия сопротивления продольному перемещению бревен в пачке, преодолеваемого при торцевывравнивании.

Введение. Пакетирование круглых лесоматериалов – один из эффективных способов повышения производительности труда при производстве работ на участках штабелевки и отгрузки продукции нижних лесопромышленных складов, увеличения статической нагрузки подвижного состава, повышения культуры складского хозяйства.

Одной из основных операций при формировании пакетов круглых лесоматериалов является выравнивание их торцов. Выполнение этой операции вручную связано со значительными физическими и материальными затратами.

Для механизации работ по выравниванию торцов пачек круглых лесоматериалов сотрудниками отраслевых НИИ, производственных конструкторско-технических бюро и лесотехнических вузов разработан ряд устройств. Основными классификационными признаками данных устройств являются: 1) способ выравнивания (поштучное, послойное, пакетное выравнивание); 2) принцип выравнивания (силовое, гравитационное, комбинированное, «напроход»); 3) по месту расположения (в накопителе, на подштабельном месте у фронта погрузки, на крюке крана) [1].

Анализ исследований торцевывравнивателей пачек круглых лесоматериалов показал, что одним из перспективных направлений работы является совершенствование конструкции гравитационного торцевывравнивателя в целях повышения качества выравнивания торцов пачек при их однократном опускании в устройство [2].

На рис.1 представлен разработанный нами гравитационный торцевывравниватель [3].

Цель исследования. Вывод формулы для определения среднего преодолеваемого усилия сопротивления продольному перемещению бревен в пачке при торцевывравнивании поворотными щитами без учета трения торцов о щит.

Теоретическое обоснование и постановка задачи. Анализ теоретических исследований гравитационных торцевывравнивателей показывает, что в ранее опубликованных работах [1, 4] одним из основных условий определения усилия торцевания было наличие данных об ускорении движения пакета $\ddot{y}$. При этом следует отметить, что если в какой-то момент прекращается движение щитов вследствие недостаточности на них усилия для преодоления сопротивления продольному движению бревен, то впоследствии при аккумулировании на щитах достаточной энергии происходит так называемый срыв пакета [5], а пакет при этом продолжает двигаться с ускорением. Так как в большинстве случаев, как показывает практика, при обработке пакетов круглых лесоматериалов в торцевывравнивателях гравитационного типа возникают и зацепы, и срывы бревен, то логично предположить, что применение результатов теоретических исследований, приведенных в [1, 4], для реальных расчетов довольно проблематично из-за неясности вопроса о величинах ускорений $\ddot{y}$.

Нами разработана математическая модель процесса торцевывравнивания в гравитационных торцевывравнивателях, позволяющая отследить процесс в динамике как в устройствах с шарнирно соединенными щитами, так и в классических устройствах [6].

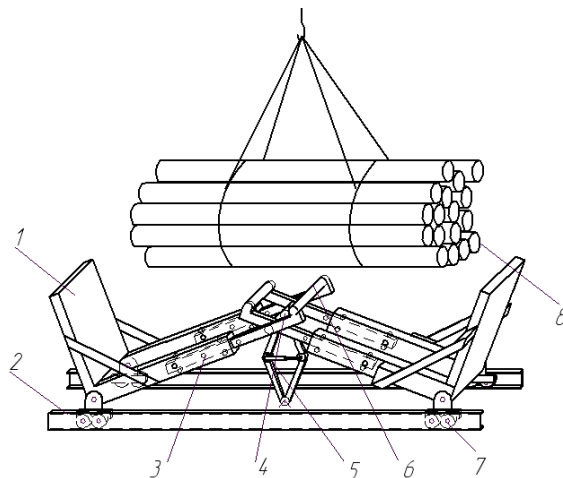


Рис. 1. Гравитационный торцевывравниватель с шарнирно соединенными торцующими щитами и гидроприводом, применяемый для изменения расстояния между щитами и поддержания усилия торцевывравнивания на щитах: 1—вертикальная часть Г-образного торцующего щита; 2—направляющая кареток; 3—горизонтальная часть Г-образного торцующего щита; 4—металлический стержень кругового поперечного профиля; 5—пантограф; 6—грузовая балка; 7—каретка; 8—пачка круглых лесоматериалов

Данная модель позволяет при заданных конструктивных параметрах устройства и параметрах пакета получить зависимости от времени угла между горизонтальной частью Г-образного щита и ровной поверхностью (линией горизонта), угловых скорости ($\dot{\theta}$) и ускорения ($\ddot{\theta}$) вращения щита, а на их основе скорости и ускорения движения пакета. На основе этого возможен расчет и торцевывравнивающих усилий на щите.

При использовании данной модели необходимым условием является наличие данных о величине усилия сопротивления продольному перемещению бревен в пачке при торцевывравнивании горизонтальным вертикально надвигающимся щитом (усилия торцевывравнивания). Полученные ранее выражения нельзя назвать объективно оценивающими процесс торцевывравнивания, так как в них не учитывается неравномерный выступ торцов бревен из пачки, а расчет производится исходя из условия одновременного смещения всех слоев пачки.

Данную проблему возможно решить, определив среднее усилие сопротивления продольному перемещению бревен в пачке при торцевывравнивании поворотными щитами без учета трения торцов о щит при одновременном соприкосновении всех слоев пачки с торцевывравнивающим щитом. Такой процесс считаем наиболее близким реальному процессу торцевывравнивания вертикальными щитами.

Интерпретация результатов. Очевидно, что процесс торцевывравнивания вертикально расположенными горизонтально надвигающимися на торцы пакета (пачки) щитами существенно отличается от торцевывравнивания поворотными щитами.

Для определения величины усилий, которые необходимо нормально приложить к поворотному щиту, чтобы преодолеть сопротивление бревен продольному перемещению, нами предлагается использовать выражение:

$$R_{cp} = \frac{A}{s_{cp}}, \quad (1)$$

где A — работа сил, направленных на перемещение всех слоев пакета (пачки) и приложенных нормально к щиту; s_{cp} — длина траектории действия силы R_{cp} .

Среднюю величину усилия сопротивления бревен продольному перемещению, которое необходимо преодолеть при торцевывравнивании пакетов (пачек) гравитационными устройствами (см. рис.2), определим следующим образом:

$$F_m = \frac{R_{cp}}{\cos\left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2}\right)}, \quad (2)$$

где θ_1 и θ_2 – соответственно начальный и конечный угол подъема горизонтальной части Г-образного щита по отношению к направляющим.

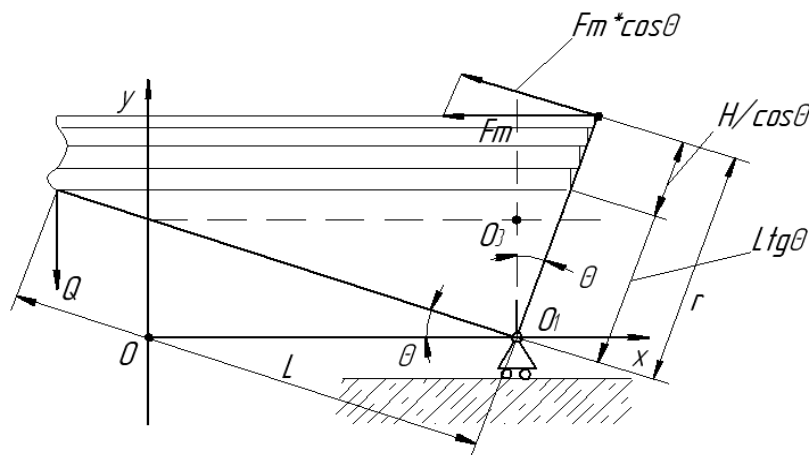


Рис.2. К расчету усилия сопротивления продольному перемещению бревен в пакете (пачке) при торцевывравнивании гравитационными устройствами

Для вычисления усилия торцевания любого слоя (F_c) поворотным щитом применяем формулу И. П. Донского и Я. И. Виноградова [7]:

$$F_c = 2K \cdot f \cdot (1 + m) \cdot \gamma \cdot \eta \cdot l \cdot h \cdot Bn, \quad (3)$$

где K – относительное число выступающих торцов бревен в слое; f – коэффициент трения между бревнами при их относительном перемещении вдоль волокон; m – коэффициент распора; γ – объемный вес древесины; η – коэффициент полндревесности пакета; l – длина бревен; h – высота вышележащего слоя бревен; Bn – ширина пачки.

Формула для нахождения работы, совершаемой силой, приложенной нормально к щиту и достаточной, чтобы преодолеть силу F_m , в любой момент времени:

$$A_\tau = F_m \cdot \cos\theta \cdot \theta \cdot r, \quad (4)$$

где r – расстояние от оси вращения щита O до точки приложения силы.

Преобразовав формулу (4) следующим образом, мы получим выражение, отражающее специфику процесса торцевывравнивания в гравитационных торцевывравнивателях с поворотными щитами:

$$A = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \left(\int_{r_1}^{r_2} 2K \cdot f \cdot (1 + m) \cdot \gamma \cdot \eta \cdot l \cdot h \cdot Bn \cdot \cos\theta \right) dr d\theta. \quad (5)$$

Пределы θ_1 и θ_2 соответственно начальный и конечный угол подъема горизонтальной части Г-образного щита по отношению к направляющим. При нахождении пределов r_1 и r_2 используем рис. 2:

$$r_1 = L \operatorname{tg} \theta, \quad (6)$$

где L – длина горизонтальной части Г-образного торцевывравнивающего щита.

$$r_2 = L \operatorname{tg} \theta + \frac{H}{\cos \theta}, \quad (7)$$

где H – высота пачки.

Для удобства вычислений величину h предлагаем брать равной половине высоты пакета (пачки) H .

Таким образом, окончательный вид выражения для определения работы сил, равных силам сопротивления продольному перемещению бревен в пакете (пачке) и направленных противоположно им, для случая торцевывравнивания пакета (пачки) в устройстве гравитационного типа с поворотными щитами следующий:

$$A = \int_{\theta_1}^0 \left(\int_{L \operatorname{tg} \theta}^{L \operatorname{tg} \theta + \frac{H}{\cos \theta}} 2K \cdot f \cdot (1+m) \cdot \gamma \cdot \eta \cdot l \cdot h \cdot Bn \cdot \cos \theta dr \right) d\theta. \quad (8)$$

Величину s_{cp} найдем как:

$$s_{cp} = \frac{r_2}{2} \cdot (\theta_1 - \theta_2) \quad (9)$$

или, с учетом (7):

$$s_{cp} = \frac{L \operatorname{tg} \theta + \frac{H}{\cos \theta}}{2} \cdot (\theta_1 - \theta_2). \quad (10)$$

Таким образом, с учетом (8) и (10) выражение (1) можно представить следующим образом:

$$R_{cp} = \frac{\int_{\theta_1}^0 \left(\int_{L \operatorname{tg} \theta}^{L \operatorname{tg} \theta + \frac{H}{\cos \theta}} 2K \cdot f \cdot (1+m) \cdot \gamma \cdot \eta \cdot l \cdot h \cdot Bn \cdot \cos \theta dr \right) d\theta}{\frac{L \operatorname{tg} \theta + \frac{H}{\cos \theta}}{2} \cdot (\theta_1 - \theta_2)}. \quad (11)$$

Поделив данное выражение на $\cos \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{2}$, получим среднюю силу сопротивления продольному перемещению, которую преодолевает R_{cp} :

$$F_m = \frac{\int_{\theta_1}^0 \left(\int_{L \operatorname{tg} \theta}^{L \operatorname{tg} \theta + \frac{H}{\cos \theta}} 2K \cdot f \cdot (1+m) \cdot \gamma \cdot \eta \cdot l \cdot h \cdot Bn \cdot \cos \theta dr \right) d\theta}{\left(\frac{L \operatorname{tg} \theta + \frac{H}{\cos \theta}}{2} \cdot (\theta_1 - \theta_2) \right) \cdot \cos \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{2}}. \quad (12)$$

Проведенные расчеты показали, что величина средней силы сопротивления продольному перемещению бревен в пачке, которую необходимо преодолеть при торцевывравнивании, составляет 0,5–0,7 веса пачки (пакета).

Вывод. Получено выражение для определения силы сопротивления продольному перемещению бревен, которую преодолевает R_{cp} . Это позволит повысить качество расчетов параметров гравитационных устройств, производимых на основе разработанной нами математической модели, позволяющей целостно отследить процесс торцевывравнивания в динамике. Кроме того, данное выражение возможно использовать и в дальней-

шем – в случае получения моделей, описывающих в динамике процесс торцевывравнивания в устройствах иного типа (силовых, гравитационно-силовых), а также в случае получения универсальной модели, с помощью которой можно отследить процесс в устройствах любого типа.

Список литературы

1. *Фадеев, А. С.* Обоснование параметров гравитационного торцевывравнивателя с поворотными щитами для формирования пачек круглых лесоматериалов: дис. ...канд.техн.наук: 05.21.01: защищена 27.06.99/ Фадеев Анатолий Степанович. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. – 249 с.
2. *Волдаев, М. Н.* К вопросу совершенствования торцевывравнивателей пачек круглых лесоматериалов /М. Н. Волдаев //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Сборник докладов молодых ученых на ежегодной научной конференции Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2006. – Вып.11. – С.72–77.
3. Патент №2303566 Россия. МПК В 65G 69/00, 57/18. Устройство для выравнивания торцов пачек (пучков) круглых лесоматериалов / М. Н. Волдаев, Е. М. Царев (РФ). - Заявл. 06.02.2006; опубл. 27.07.2007; Бюл.№21.
4. *Войтко, П. Ф.* Совершенствование процессов выгрузки лесоматериалов с воды и их торцевания на рейдах приплава: автореф. дис. ...докт.техн.наук: 05.21.01/ Войтко Петр Филиппович. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 24 с.
5. *Свиридюк, К.А.* Исследование процесса выравнивания торцов бревен устройствами гравитационного действия и влияния этих устройств на конструкцию крана: автореф. дис. ... канд.техн.наук: 05.06.02 / Свиридюк К. А. – Львов: ЛЛТИ, 1977. – 24 с.
6. *Волдаев, М. Н.* Математическое и физическое моделирование процесса выравнивания торцов пакетов круглых лесоматериалов гравитационными торцевывравнивателями/М. Н. Волдаев, Е. А. Журавлев, Е. М. Царев //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2007.– Вып.180.– С.110–117.
7. *Донской, И. П.* Усилия выравнивания торцов пакетов бревен /И. П. Донской, Я. И. Виноградов // Лесосечные, лесоскладские работы и транспорт леса. Межвуз. сб. научн. тр. – Л., РИО ЛТА, 1974. – Вып. III. – С.84–89.

Статья поступила в редакцию 19.02.08

Ye. M. Tzarev, M. N. Voldayev

CALCULATION OF THE EFFORT OF RESISTANCE TO LONGITUDINAL TRAVEL OF LOGS IN A BUNDLE AT BUMPING BY HINGED GATES

A brief analysis of the issue of bumping of bundles of logs is given. The results of the research of gravitational bumping appliances done by the authors are described, and the solution to the task given in the paper is substantiated. The development of the formula for defining the average effort of resistance to longitudinal travel of logs in a bundle to be overcome at bumping by hinged gates is presented.

ЦАРЕВ Евгений Михайлович – профессор кафедры технологии и оборудования лесопромышленных производств МарГТУ. Область научных интересов – вопросы охраны окружающей среды: сбор отходов лесозаготовок на водохранилищах, обустройство прибрежной полосы, разработка средств, обеспечивающих решение экологических вопросов на водных объектах. Автор 81 публикации.

ВОЛДАЕВ Максим Николаевич – инженер кафедры технологии и оборудования лесопромышленных производств МарГТУ. Область научных интересов – разработка оборудования для производства погрузочно-разгрузочных работ на лесных складах. Автор 6 научных работ.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК: 620.95: 631.145

Ю. Н. Сидыганов, Д. И. Мухортов, Д. Н. Шамишуров

ПУТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Представлены результаты исследований переработки органических отходов агропромышленного комплекса методом анаэробного компостирования с получением энергоносителей (биогаз) и качественных удобрений. Сформулированы предложения по использованию разработанных технологий на сельскохозяйственных предприятиях Республики Марий Эл.

Введение. В современных условиях на предприятиях агропромышленного комплекса Республики Марий Эл наблюдается рост обеспеченности сельскохозяйственными машинами и агрегатами. Остро стоящая энергетическая проблема, которая усугублялась дефицитом энергетических мощностей, недостаточным уровнем централизации электроснабжения, постепенно находит различные варианты для решения.

Теплоснабжение животноводческих ферм и других производственных объектов, осуществлявшееся мелкими котельными, работающими на привозном жидком и твердом топливе, получает новый виток в истории развития с приходом газопроводов.

Плохая обеспеченность стойловыми помещениями, не соответствие существующих типовых проектных решений современным условиям содержания животных, отсутствие мероприятий по обеззараживанию и переработке производимого навоза – все это существенно влияет на окружающую среду.

Резко сократившееся применение минеральных и органических удобрений, почти не проводящиеся мелиоративные работы ведут к интенсивному уменьшению плодородия сельскохозяйственных угодий. Повышение содержания биогенных веществ и гумуса в почве может быть достигнуто внесением органических удобрений. При этом улучшаются ее биологические, химические свойства, водный и воздушный режимы. При недостаточно проработанной технологии переработки питательные свойства навоза могут быть существенно утеряны и он будет являться весьма опасным источником загрязнения окружающей среды. Для предотвращения заражения территории и окружающей среды, возникновения инфекционных заболеваний в хозяйстве, выявления

бактерио- и вирусоносительства среди животных необходимо обеззараживать животноводческие стоки. Они являются благоприятной средой для длительного сохранения жизнеспособности яиц гельминтов и патогенных микроорганизмов. В связи с этим необходимо отказаться от практики вывоза неподготовленного навоза, получаемого в стойловый период, принять меры по его переработке и хранению с целью получения качественного органического удобрения и топлива.

Существующие способы и методы переработки навоза животных для получения органических удобрений не нашли широкого применения в Республике Марий Эл из-за неподходящих климатических условий и низкого технического уровня сельхозпроизводства. По нашему мнению, наиболее подходящим способом переработки навоза может послужить анаэробное метановое сбраживание в сооружениях, устанавливаемых непосредственно вблизи животноводческих ферм и работающих в течение теплого времени года, а при определенных условиях и круглогодично.

Переработка навоза путем метанового сбраживания имеет ряд достоинств, отличающих его от других способов переработки: выделяемый биогаз является источником энергии, получение высококачественного органического удобрения, уничтожение яиц гельминтов, семян сорных растений, подавление запаха навоза, поддержание чистоты окружающей среды, улучшение социальных условий проживания сельского населения, возможность организации безотходного производства.

Оптимальное функционирование системы человек – сельскохозяйственное производство – природная среда может быть достигнуто применением биоэнергетических установок на сельскохозяйственных предприятиях.

Цель исследования – обоснование и разработка ресурсосберегающей технологии анаэробного сбраживания различных видов навоза в различных комбинациях и пропорциях в психрофильном, мезофильном и термофильном режимах, представляющих наибольший интерес для экономических, социальных, хозяйственных и природно-климатических условий Республики Марий Эл.

Решаемыми задачами является выявление ведущих и наиболее технологичных управляемых факторов, воздействующих на процесс метангенерации.

Созданная экспериментальная установка «Биогазовые технологии» предназначена для проведения комплексных исследований в биопереработке органических отходов и поиска новых эффективных путей производства не только высококачественного удобрения, но и газовых энергоносителей, используя специфические газоразделительные технологии.

Установка включает в себя биогазовые реакторы и реактор-ферментер для проведения анаэробного фотопродуцирования водорода с использованием фототрофных микроорганизмов. Технологические параметры реакторов позволяют проводить экспериментальные исследования и технологические тесты существующих и новых режимов разложения различных органических субстанций.

Альтернативные газовые биотоплива, получаемые в результате переработки биомассы, имеют сложный многокомпонентный состав и требуют использования газоразделительных технологий для расширения сфер своего применения. Разработанный новый метод разделения, основанный на использовании селективных мембран, нашел применение в предложенной к разработке технологической схеме.

Имеющие ряд преимуществ мембранные технологии позволяют качественно извлекать из газовой смеси заданный компонент, используя мембранную абсорбцию в

противоточном режиме между жидкой и газовой фазами разделенных мембраной в мембранном контакторе. К тому же мембранные методы в большинстве случаев являются более дешевыми и экологически чистыми.

Применение рециркуляционной мембранной контакторной системы (РМК) является эффективным для разделения газов и паров, так как не требуется сжатия газа и вакуумной откачки. Как правило, РМК включает в себя два мембранных контактора (МК) [1], один из которых работает как абсорбер, а другой как десорбер. Движение жидкости между ними осуществляется в рециркуляционном режиме.

Схема газоразделительного блока представлена на рис. 1. Принцип работы МК заключается в селективной сорбции желаемых компонент подвижным жидким носителем через мембрану. Есть два главных сорбционных процесса в МК для заданной системы газ/жидкость: хемосорбция и/или физическая сорбция по закону Генри. Хемосорбция характеризуется высокой сорбционной емкостью с резко нелинейной изотермой, ограниченной уровнем насыщения; физическая сорбция характеризуется линейной изотермой и низкой сорбционной емкостью.

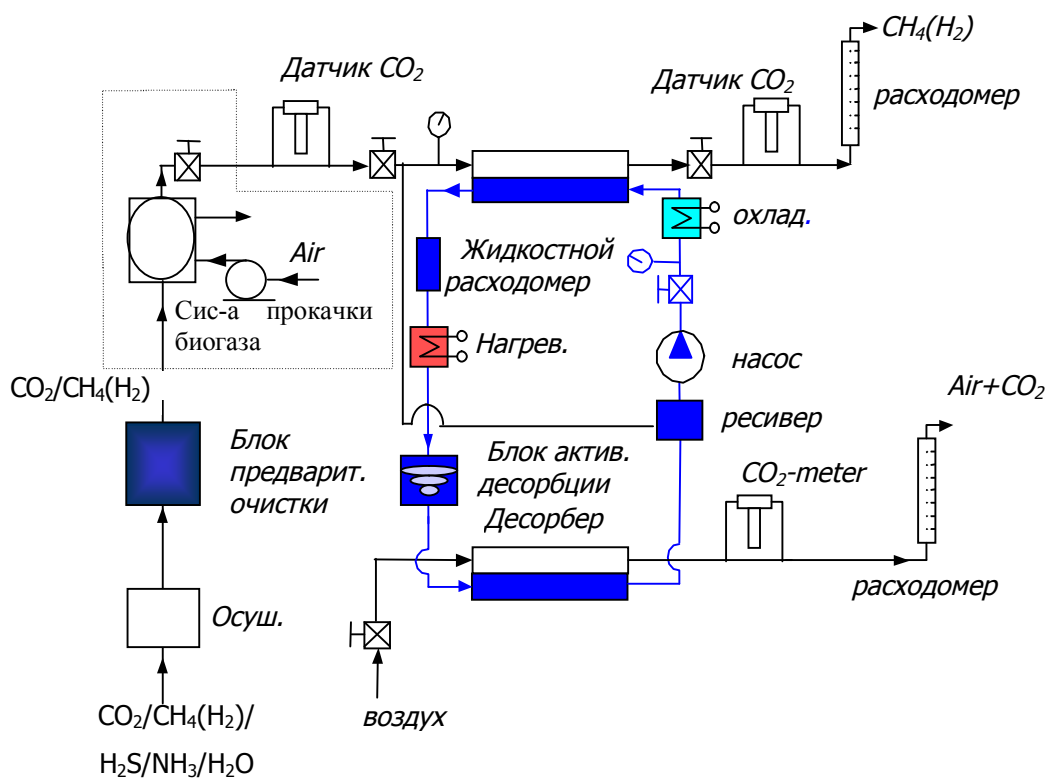


Рис. 1. Схема газоразделительного блока

Математическое моделирование. Для оптимизации процесса газоразделения разработана математическая модель массопереноса многокомпонентной смеси в МК. Модель основана на вычислении баланса массы в абсорбере и десорбере, принимая во внимание рециркуляцию потока жидкости. В работе представлено применение РМК для разделения биогаза. Даны практические рекомендации для оптимального выбора геометрических параметров и гидродинамического режима.

$$D_i \frac{\partial^2 a_i}{\partial y^2} - V \frac{\partial a_i}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$V = \frac{12L}{Hb_l^3} y(b_l - y) \quad (2)$$

$$-D_i \left. \frac{\partial a_i}{\partial y} \right|_{y=0} = j_i(x) \quad (3)$$

$$\left. \frac{\partial a_i}{\partial y} \right|_{y=b_l/2} = 0; \quad (4)$$

$$a_i(0, y) = a_{if} \quad (5)$$

Показано, что в случае с физическим сорбентом в качестве жидкого носителя в большинстве случаев оптимальное отношение площадей абсорбера и десорбера близко к единице.

Представленные уравнения массопереноса в жидкой фазе, в отсутствие химических реакций, описываются как: a_i – концентрация i -го компонента в жидкости; D_i – коэффициент диффузии i -го компонента в жидкости; x , y – продольная и поперечная координата, соответственно; V – скорость жидкости; b_l – толщина зазора жидкой фазы; H – ширина жидкого канала; L – поток жидкости; j_i – плотность потока i -го компонента через мембрану; a_{if} – входная концентрация i -го компонента в жидкости. Рассматривается плоская геометрия МК.

Уравнение (1) описывает диффузию i -го компонента поперек канала и его конвекцию вдоль канала. Предполагается параболический профиль скоростей (2), несущественное изменение жидкого потока вдоль канала, пренебрежимо малая теплота сорбции. Уравнения (3)–(5) являются граничными условиями для уравнения (1). Решение этой системы уравнений описывает все возможные случаи режима сорбции при различных потоках жидкости. Например, при малых потоках жидкости второй член в уравнении (1) становится несуществен, и можно предполагать постоянную концентрацию в жидкостном канале поперек него. При высоких потоках жидкости уравнение (1) описывает массоперенос в пограничном слое в жидкости.

$$\frac{d}{dx}[q_i] = j_i(x); \quad q = \sum_{i=1}^N q_i \quad (6)$$

$$\frac{dP_g}{dx} = \frac{3\mu_g R T l}{H b_g^3} \frac{q}{P_g} \quad (7)$$

$$(q_i)|_{x=l} = q_f c_{if}; \quad (8)$$

$$P_g|_{x=l} = P_f \quad (9)$$

Система уравнений (6), (7) представляет собой математическую формулировку режима идеального вытеснения с потерями давления в газовой фазе. Уравнения (8) и (9) являются начальными условиями для (6) и (7), означающие известные параметры входного потока (величина потока, давление, состав). Здесь q_i – парциальный поток i -го компонента в газовой фазе; q – поток газа; P_g – давление газа; μ_g – вязкость газа; R –

универсальная газовая постоянная; T – температура процесса; b_g – толщина зазора газовой фазы; l – длина фаз; q_f – поток питания; c_{if} – концентрация i -го компонента в потоке питания; P_f – входное давление газа.

$$j_i(x) = Q_i (P_g c_i - K_i a_i|_{y=0}) \quad (10)$$

Система уравнений газовой и жидкой фаз связана уравнением баланса массы на границе газ–жидкость (10), описывающим массоперенос в мембране с проницаемостью Q_i за счет перепада химического потенциала, выраженного через давления, первое из которых ($P_g c_i$) представляет собой парциальное давление i -го компонента в газовой фазе, а второе ($K_i a_i|_{y=0}$) – равновесное парциальное давление i -го компонента над жидким носителем с концентрацией $a_i|_{y=0}$.

В случае отсутствия мембраны (упакованная или тарельчатая колонна) Q_i совпадает с константой прямой реакции i -й компонент (газ) $\rightleftharpoons$ i -й компонент (жидкость). В пористых МК Q_i представляет собой константу прямой реакции, умноженную на относительное изменение площади контакта фаз газ–жидкость.

$$Q_i = \frac{\frac{D_{im}}{\delta K_{im}} \lambda_{igm}^+ \lambda_{iml}^+}{\frac{D_{im}}{\delta K_{im}} \lambda_{igm}^+ + \frac{D_{im}}{\delta K_{im}} \lambda_{iml}^+ + \lambda_{igm}^+ \lambda_{iml}^+} \quad (11)$$

Наиболее сложный случай – массоперенос через непористую мембрану (11).

Здесь $\frac{D_{im}}{\delta K_{im}}$ – проницаемость мембраны за счет диффузионного сопротивления,

λ_{igm}^+ – константа прямой реакции i -й компонент (газ) $\rightleftharpoons$ i -й компонент (мембрана),

λ_{iml}^+ – константа прямой реакции i -й компонент (мембрана) $\rightleftharpoons$ i -й компонент (жидкость).

Аналогичный уравнению (11) результат можно получить, рассчитывая суммарную проницаемость трех последовательных слоев с проницаемостями $\lambda_{igm}^+, \frac{D_{im}}{\delta K_{im}}, \lambda_{iml}^+$.

Следует отметить, что уравнения (10), (11) не требуют предположения равновесной сорбции на границах раздела фаз и описывают неравновесный массоперенос газ–жидкость.

Интересно отметить, что суммарная проницаемость по уравнению (11) в общем случае может быть выше, чем для пористых мембран, из-за различных констант скоростей сорбции. Таким образом, непористая мембрана может увеличивать массоперенос газ–жидкость. В большинстве предшествующих работ с МК предполагалось, что непористая мембрана может только снижать массоперенос.

Для получения суммарной проницаемости мембраны в МК разработана экспериментальная методика, включающая эксперименты по газопроницанию через трехслойную мембрану, включающую две полимерных мембраны и подвижный слой жидкости между ними, а также программные средства обработки экспериментальных данных, реализованные в среде Delphi 5.0.

Для решения системы уравнений массопереноса в МК разработаны несколько численных сеточных методов [2].

На рис. 2 показано распределение концентрации в жидкой фазе в случае постоянных парциальных давлений в газовой фазе, число Пекле равно 1 (12)

$$Pe_i = \frac{4V_{\max} b_i^2}{D_i l} \quad (12)$$

и безразмерная проницаемость равна 2 (13)

$$B_{iml} = \frac{Q_i}{\frac{D_i}{b_i K_i}} \quad (13)$$

Здесь $V_{\max}$ – скорость жидкости в центре канала; K_i – константа Генри сорбции i -го компонента в жидкой фазе.

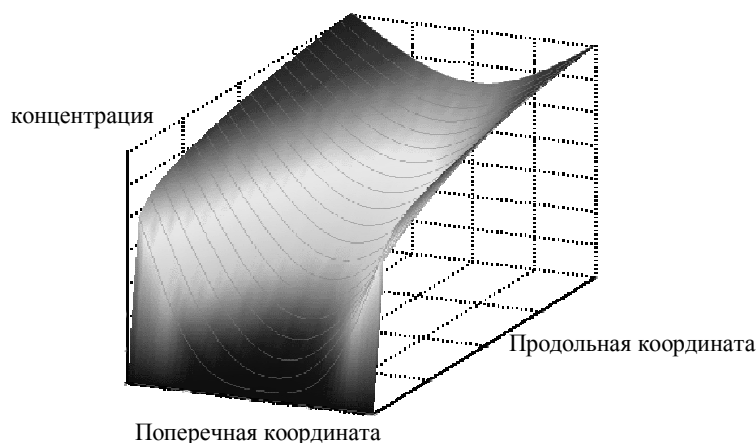


Рис. 2. Распределение концентрации в жидкой фазе в случае постоянных парциальных давлений в газовой фазе

Можно видеть, что на входе в МК наблюдается резкий концентрационный пограничный слой вблизи мембраны и в конце модуля постепенно выравнивается на горизонтальном уровне, равновесном к газовой фазе. Пограничный, продольный профиль концентрации не линейный из-за наличия сопротивления границы газ–жидкость. Если проницаемость границы раздела бесконечно большая, то этот профиль становится горизонтальным на уровне, равновесном к газовой фазе.

Как упоминалось ранее, биогаз – многокомпонентная газовая смесь. В представленных исследованиях предполагается, что другие компоненты биогаза, такие, как аммиак и сероводород, удалены с помощью химической адсорбции или с помощью других (дополнительных) мембранных газоразделительных систем.

Противоточные мембранные контакторы могут обеспечить задаваемое обогащение метана с высокой степенью его извлечения из биогаза. На рис. 3 показаны зависимости концентрации CO_2 в ретентате (рис. 3,а) и степени извлечения метана (рис. 3,б) от потока жидкости. Жидкий носитель – вода. Поток газа на входе 100 нл/ч. Кривые нарисованы для различных площадей мембраны. Если концентрация CO_2 в ретентате и площадь мембраны задана – поток жидкости можно определить из рис. 3,а (см. пунктир-

ные линии). Из рис. 3,б можно определить степень извлечения метана. Аналогичные вычисления были проведены для бародиффузионного мембранного модуля, работающего в вакуумном режиме. Похожие результаты могут быть получены при селективности мембраны более чем 10^2 .

Для реализации десорбции CO_2 из жидкой фазы с малым энергопотреблением необходимо включить в схему десорбер последовательно с абсорбером по жидкости и поддерживать существование движущей силы между абсорбером и десорбером, так как может возникать разница давлений между газовыми фазами. Основным недостатком продувки в десорбере является то, что компоненты сдуваемого газа десорбируются в абсорбере и снижают очистку метана.

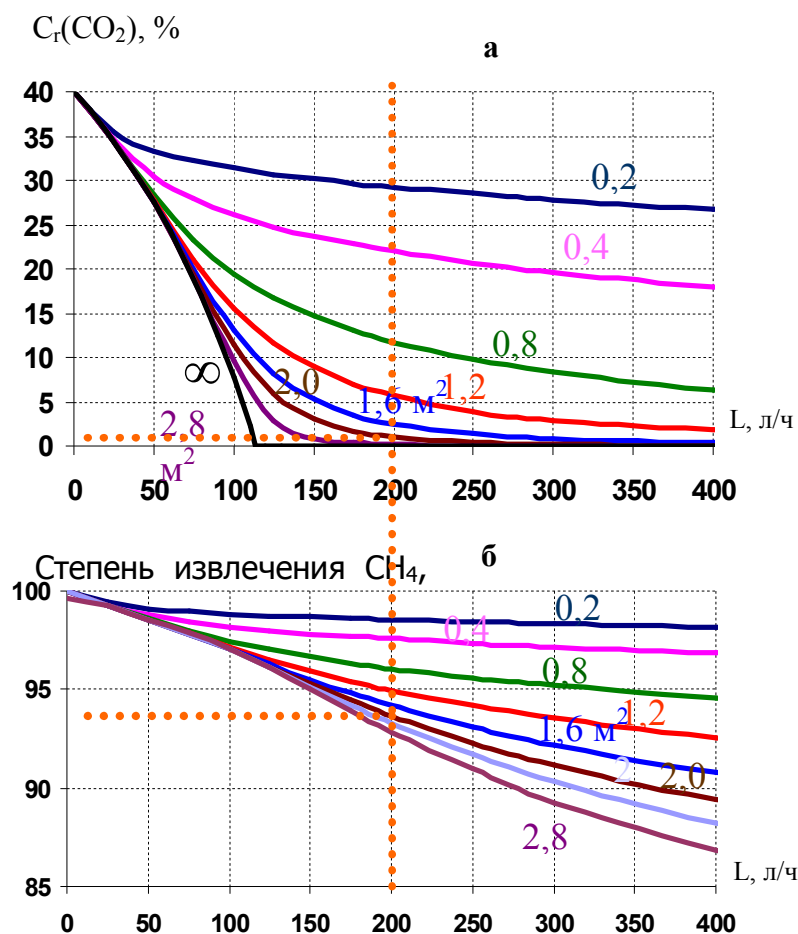


Рис. 3. Разделительные характеристики мембранного контактора:
 а – зависимость концентрации CO_2 в потоке ретентата от потока жидкости,
 б – зависимость степени извлечения метана от потока жидкости

Техника эксперимента. Исследования показали, что для достижения высокой степени чистоты метана в абсорбере в случае вакуума в десорбере (рис. 4) необходимо достигнуть высокой степени насыщения жидкости в абсорбере и высокой степени очистки жидкости в десорбере. Оптимальным способом, которым можно это реализовать, является использование одинаковых противоточных МК в качестве абсорбера и десорбера с ограниченным потоком жидкости.

При проведении исследований применялся РМК для разделения модельного биогаза (40% CO_2 и 60% H_2) с использованием высокоэффективных противоточных плоско-рамных МК, разработанных на базе непористой мембраны ПВТМС (рис. 5). В контакторах реализуется режим, близкий к идеальному параллельному противотоку, они имеют постоянный жидкостной зазор 100 мкм, обладают низким гидравлическим сопротивлением из-за относительно малой длины каналов.

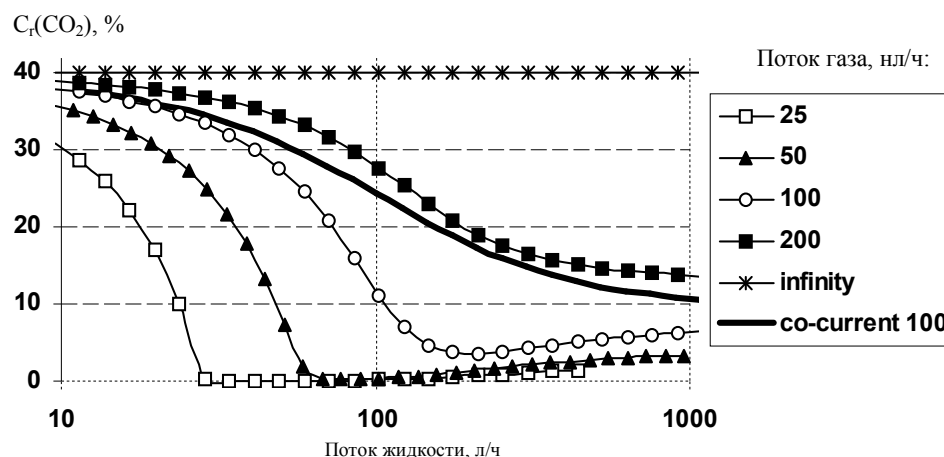


Рис. 4. Зависимость извлечения CO_2 из биогаза от потока жидкости в РМК при различных входных потоках газа $S_a=S_n=2 \text{ м}^2$, $b_{la}=b_{lo}=100 \text{ мкм}$

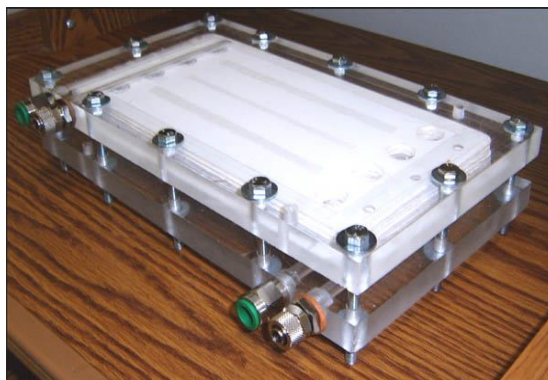


Рис. 5. Плоскорамный мембранный контактор

Результаты экспериментального исследования плоскорамных мембранных контакторов для удаления CO_2 представлены на рис. 6. Из представленных зависимостей видно довольно большие значения разделяемого потока газа по отношению к площади мембраны при заданных значениях очистки от CO_2 и отношении потоков газ/жидкость.

Результат вычисления РМК для одновременного извлечения CO_2 из биогаза и обогащения углекислым газом воздуха представлен на рис. 7. РМК работает в изотермическом режиме с водой в качестве жидкого абсорбента. Схема позволяет получить после осушки метан чистотой 94% со степенью извлечения более чем 90%. Десорбция CO_2 осуществляется продувкой воздухом. В результате получается воздух, обогащенный CO_2 до 4,6%. Такая газовая смесь может быть использована как дополнительное удобрение.

Газоразделительный блок позволяет получать газы в соответствии с промышленными требованиями. В частности, в качестве продукта может быть получено биотопливо с высокой концентрацией метана со степенью извлечения 90% и выше. Имеется три способа удаления CO_2 : получение технически чистого CO_2 в вакуумной схеме, в смеси с воздухом с концентрацией 3–5% и в виде раствора в жидком абсорбенте. Последние два способа перспективны для дополнительного удобрения растений.

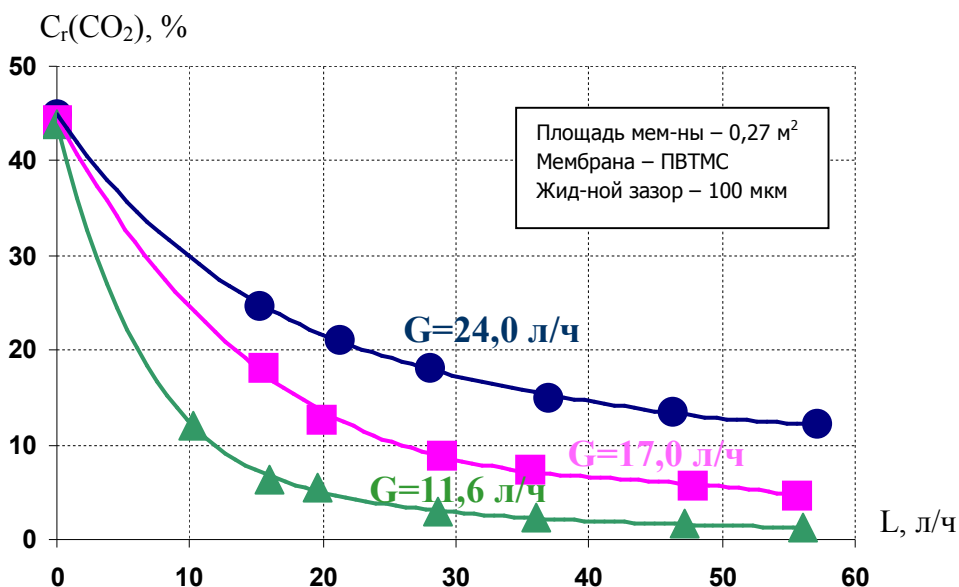


Рис. 6. Зависимость концентрации CO_2 при различном отношении потоков газ/жидкость

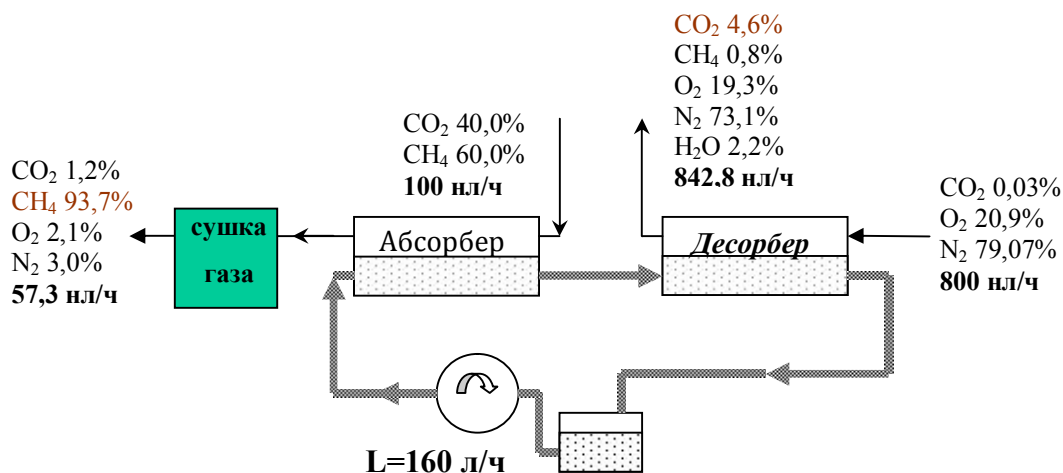


Рис. 7. РМК с низким энергопотреблением для извлечения CO_2 из биогаза. $P_{\text{газ абс}}=2$ атм; $P_{\text{газ дес}}=1$ атм; жидкостной зазор $bl=100$ мкм; площадь мембран $=2 \times 2=4 \text{ м}^2$; мембрана – ПВТМС

Выводы. Показано, что оптимизация биогазовых технологий может дать существенный экологический и энергосберегающий эффект. Полученные результаты особенно значимы в сферах жилищного строительства и коммунального обслуживания (экологически чистая переработка муниципальных отходов).

Проведенное анаэробное сбраживание помета кур в психрофильном режиме показало устойчивую и стабильную работу реакторов. При этом распад органического вещества по выходу биогаза достигал 30–35% при ежедневной загрузке на 500 литров емкости метантенка до 10–12 кг помета. Эксперименты в лабораторных условиях в диапазоне влажности от 15 до 95% при мезофильном режиме для птичьего помёта показали, что наиболее интенсивное газовыделение и достаточно высокая степень конверсии органического вещества в биогаз наблюдались при влажностях птичьего помета выше 75%. Максимальное количество биогаза было получено при влажности 95%.

Список литературы

1. Сидыганов, Ю. Н. Обеспечение режимов работы экспериментального газоразделительного комплекса / Ю. Н. Сидыганов, Д. Н. Шамшуров, Р. В. Яблонский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – №1.
2. Сидыганов, Ю. Н. Модель массопереноса многокомпонентной смеси в мембранных контакторах для оптимизации процесса газоразделения / Ю. Н. Сидыганов, А. Ю. Окунев, Д. Н. Шамшуров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – №12.

Статья поступила в редакцию 01.04.08

Yu. N. Sidyganov, D. I. Mukhortov, D. N. Shamshurov

WAYS OF USING BIOGAS TECHNOLOGIES IN THE FARMING SECTOR OF THE REPUBLIC OF MARI EL

Matters on processing of organic wastes of farming sector through anaerobic composting providing energy carriers (biogas) and qualitative fertilizers are presented. The techniques developed in the course of the research done are suggested to be used in the farming sector of the Mari El Republic.

СИДЫГАНОВ Юрий Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации машин и оборудования МарГТУ. Область научных интересов – вопросы биоэнергетики, совершенствования тепловых установок. Автор более 100 публикаций.

МУХОРТОВ Дмитрий Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур. Область научных интересов – проблемы, связанные с использованием органических отходов в лесном хозяйстве. Автор 50 публикаций.

ШАМШУРОВ Дмитрий Николаевич – инженер кафедры эксплуатации машин и оборудования МарГТУ. Область научных интересов – проблемы биоэнергетики в агрокомплексе. Автор 11 публикаций.

УДК 504.5:502.175

О. В. Малюта, Е. А. Гончаров

БИОИНДИКАЦИЯ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Выявлена группа растений-биоиндикаторов радиационного загрязнения для различных типов лесорастительных условий на территории «чернобыльского следа» в Среднем Поволжье.

Введение. В решении проблемы своевременного обнаружения нарушений в природе, вызванных антропогенными факторами, в последнее время большое значение отводится биологическим методам контроля и оценки состояния окружающей среды, одним из которых является биоиндикация.

Биоиндикация – это обнаружение и определение биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ. При биоиндикации используют два вида организмов-индикаторов: *регистрирующие*, которые реагируют на изменения состояния окружающей среды изменением численности, морфологическими изменениями, повреждением тканей, изменением скорости роста, и *накапливающие* биоиндикаторы, концентрирующие загрязняющие вещества в своих тканях [1].

Биоиндикация как метод радиэкологического мониторинга среды является одним из способов диагностики лесных территорий, позволяющих дать объективную оценку степени загрязнения природных экосистем техногенными радионуклидами. Но для целей радиэкологического мониторинга в условиях слабого загрязнения почвы Cs-137 (1-5 Ки/км²) возможно использовать только накапливающие биоиндикаторы, поскольку видимых изменений в экосистемах обычно не наблюдается (за исключением случаев радиостимуляции).

Для оценки биоиндикаторной ценности различных видов живого напочвенного покрова (ЖНП) исследования проводились на территории Поволжского «чернобыльского следа» в течение 2004–2006 гг. (рис.1).

Поволжский «чернобыльский след» – это зона минимального загрязнения радионуклидами (зона проживания с льготным социально-экономическим статусом). Плотность загрязнения почвы здесь составляет от 1 до 5 Ки/км².

В Среднем Поволжье площадь радиационно загрязненных лесных земель составляет 219,1 тыс. га, которые расположены в основном на территориях Ульяновской и Пензенской областей, а также Республики Мордовия (табл. 1).

Таблица 1

Площадь земель лесного фонда, загрязненных радионуклидами, на территории Среднего Поволжья

Плотность загрязнения почвы Cs-137, Ки/км ²	Площадь загрязнения лесного фонда, тыс. га			Всего
	Ульяновская область	Республика Мордовия	Пензенская область	
1–5	69,4	1,3	148,4	219,1
5–15	-	-	-	-

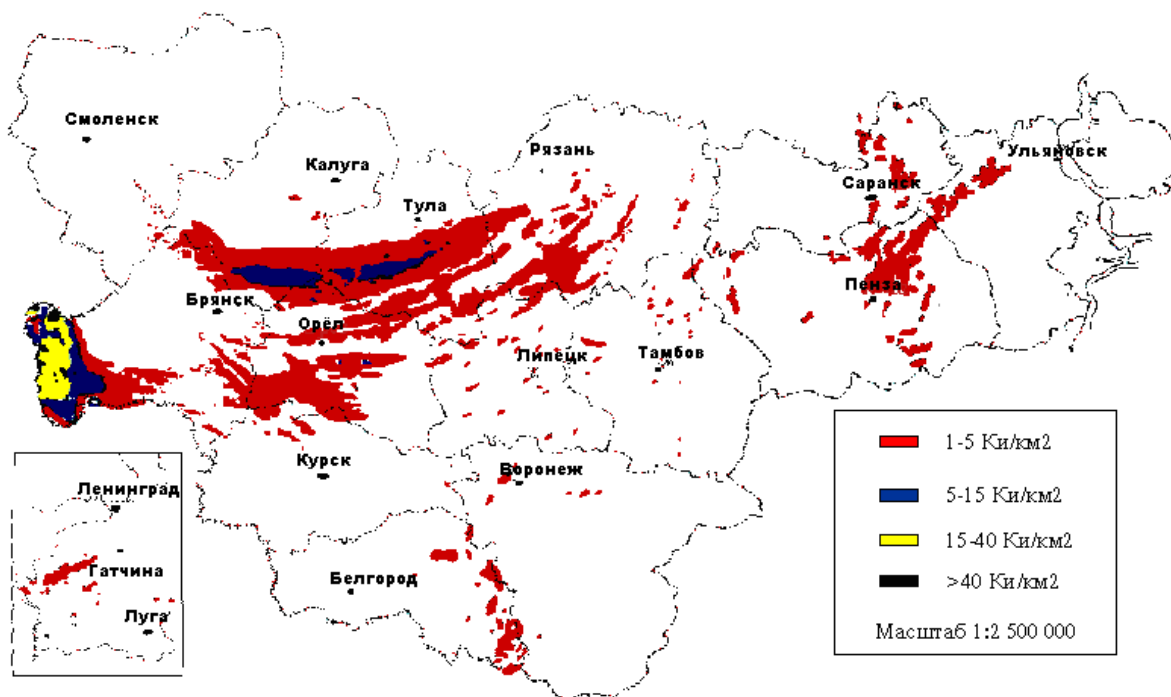


Рис. 1. Карта плотности загрязнения $Cs-137$ территории европейской части России [2]

К сожалению, данные территории обделены вниманием радиоэкологов. Большое количество работ посвящено исследованиям на территориях с высокой плотностью загрязнения почвы $Cs-137$, а в Среднем Поволжье серьезных работ в данном направлении не проводилось [3].

В литературе имеется немало данных об индикационном значении грибов, папоротников, мхов для диагностики радиоактивного загрязнения [4, 5]. Однако, если грибы практически всегда накапливают большое количество радионуклидов, то об остальных видах этого сказать нельзя. К тому же, указанные виды не всегда присутствуют на пробных площадях, поэтому была предпринята попытка сравнить биоиндикационную ценность ряда видов растений, не применяемых для этих целей прежде.

Практика радиоэкологического мониторинга лесных экосистем показывает целесообразность выделения видов-биоиндикаторов в различных типах лесорастительных условий (ТЛУ), что позволяет менее трудоемко и более адекватно оценивать качество лесной продукции.

Цель работы: определить биоиндикаторную ценность видов ЖНП в различных типах лесорастительных условий на территории Среднего Поволжья, загрязненной радионуклидами.

Объект исследования. Исследования проводились в зараженных кварталах Чаадаевского, Лунинского и Ахунского лесхозов (Пензенская обл.), Инзенского и Майнского лесхозов (Ульяновская обл.), Березниковского, Чамзинского лесхозов и национального парка «Смольный» (Республика Мордовия).

Методика исследования. Гамма-спектрометрический анализ отобранных растительных и почвенных образцов проводился на универсальном спектрометрическом комплексе УСК «Гамма плюс» в аккредитованной лаборатории радиационного контроля (МарГТУ).

Для получения сопоставимых результатов в оценке радионакопительной способности видов живого напочвенного покрова и устранения влияния неоднородности плотности загрязнения почвы Cs-137 рассчитывался коэффициент перехода КП (transfer factor Tf) [6]:

$$\text{КП} = \frac{A_{\text{раст.}}}{P} \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг}, \quad (1)$$

где $A_{\text{раст}}$ – удельная активность радионуклидов в растении, Бк/кг,
 P – плотность загрязнения почвы, кБк/м².

Данный коэффициент применяется при характеристике накопительной способности растений лесных экосистем (с ненарушенным почвенным покровом).

При отнесении вида к той или иной группе накопления использовалась классификация химических элементов по аккумуляции растениями [7], в основе которой лежит коэффициент накопления (КН), применяемый, как правило, для агроценозов (с однородным пахотным почвенным горизонтом). Принимая во внимание, что КН отражает отношение удельной активности радионуклида в растении к его удельной активности в почве и является безразмерной величиной, то между КН и КП можно вывести следующее соотношение:

$$\text{КП} = \text{КН} \cdot 10^3 \cdot (\rho_{\text{сл}} \cdot h)^{-1}, \quad (2)$$

где 10^3 – коэффициент перевода кБк в Бк;

$\rho_{\text{сл}}$ – плотность сложения верхнего слоя почвы, кг/м³;

h – толщина слоя – глубина отбора почвы при определении плотности загрязнения, м.

При глубине отбора почвы (h) 0,2 м и средней плотности сложения верхнего горизонта лесных почв ($\rho_{\text{сл}} \approx 1000 \text{ кг/м}^3$) выражение (2) приобретает вид:

$$\text{КП} = 5 \cdot \text{КН}. \quad (3)$$

Таким образом, единица КП численно равна 5 единицам КН, отсюда следует, что при $\text{КП} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг}$ содержание Cs-137 в растении (на воздушно-сухую массу) примерно равно его содержанию в почве. На этом основании исследованные виды ЖНП по накопительной способности были разделены на следующие группы:

- 1) сильные дискриминаторы ($\text{КП} < 0,05$);
- 2) слабые дискриминаторы ($\text{КП} = 0,05-0,5$);
- 3) неаккумулирующие виды ($\text{КП} = 0,5-5$);
- 4) слабонакапливающие виды ($\text{КП} = 5-50$);
- 5) сильнонакапливающие виды – аккумуляторы ($\text{КП} > 50$).

Результаты. Коэффициент перехода был рассчитан для 23 видов цветковых растений (отбирались растения-доминанты, субдоминанты, а также имеющие лекарственное и пищевое значение), 12 видов споровых растений и 8 видов грибов в различных типах лесорастительных условий. Число проб растительных образцов, отобранных в различных (в каждом) ТЛУ, варьировало от 2 до 6.

Анализ полученных данных показал, что в условиях **A₂** достаточно высоким коэффициентом перехода (КП) Cs-137 обладают мхи: кукушкин лен – *Polytrichum commune* (Hedw), дикран волнистый – *Dicranum polysetum* (Sw); из цветковых растений – ландыш майский – *Convallaria majalis* (L). Аккумулятором радиоцезия является щитовник мужской – *Dryopteris filix mas* (L., Schott.) (табл.2).

В условиях **B₂** индикаторными видами, кроме грибов (белый гриб – *Boletus edulis* (Fr.), масленок – *Suillus luteus* (Fr.), рыжик сосновый – *Lactarius deliciosus* (S.F. Gray), лисички – *Cantharellus cibarius* (Fr.), можно считать чистотел большой – *Chelidonium*

majus (L.), багульник болотный – *Ledum palustre* (L.), плаун булавовидный – *Lycopodium clavatum* (L.) и боровые мхи (дикран волнистый, плевроций Шребера – *Pleurozium schereberi* (Brid. Mitt.).

В условиях влажной субори (**В₃**) к накопителям радионуклидов, помимо сыроежек – *Russula sp.* (Fr.), можно отнести щитовник мужской.

В условиях **В₄** высоким коэффициентом перехода обладают все отобранные виды. Однако сильное накопление отмечается у мхов (сфагнум – *Sphagnum sp.* (L.), кукушкин лен, дикран метловидный – *Dicranum scoparium* (Hedw.), черники – *Vaccinium myrtillus* (L.) (как в надземной части кустарничка, так и в ягодах), орляка обыкновенного – *Pteridium aquilinum* (L. Kuhn) и, особенно, в сыроежках зеленых – *Russula aeruginea* (Lindbl. in. Fr.) и горькушке – *Lactarius rufus* (Fr.).

В условиях **С₁** растений-аккумуляторов не обнаружено, а к слабым накопителям можно отнести мох плевроций Шребера.

В условиях **С₂**, **С₄** и **С₅** ни одно из отобранных растений не имело КП > 5 · 10⁻³ м²/кг, наиболее пригодными для целей биоиндикации являются в **С₂** – чистотел большой, в **С₄** и **С₅** – щитовник мужской.

Таблица 2

Виды-индикаторы радиационного загрязнения для различных типов лесорастительных условий

ТЛУ	Вид-индикатор	КП, 10 ⁻³ м ² /кг	ТЛУ	Вид-индикатор	КП, 10 ⁻³ м ² /кг
А₂	Дикран волнистый	12,49	В₃	Щитовник мужской	18,5
	Ландыш майский	22,48		Брусника	49,12
	Щитовник мужской	62,07		Сфагнум sp.	71,89
	Кукушкин лен	23,6		Черника	81,69
В₂	Дикран волнистый	14,60	В₄	Кукушкин лен	100,81
	Багульник болотный	15,03		Костяника	30,61
	Плевроций Шребера	15,45		Ландыш майский	37,43
	Лисичка	20,63		Щитовник мужской	13,2
	Кукушкин лен	25,47	С₁	Плевроций Шребера	13,2
	Щитовник мужской	31,56	С₂	Чистотел большой	2,63
	Сыроежка sp.	34,13	С₃	Черника	3,36
	Плаун булавовидн.	34,67		Брусника	3,76
	Чистотел большой	35,85		Щитовник мужской	32,12
	Подберезовик	46,38		Кукушкин лен	50,18
	Белый гриб	312,37	С₄	Щитовник мужской	3,72
	Масленок	538,25	С₅	Щитовник мужской	3,00
	Рыжик сосновый	880,49	Д₂	Масленок	12,09
			Д₅	Щитовник мужской	6,16
В₃	Сыроежка sp.	19,03		Страусник обыкн.	13,33

Для условий **С₃** хорошим биоиндикатором радиационного загрязнения оказался мох кукушкин лен, а также щитовник мужской, дополнительно можно рекомендовать бруснику – *Vaccinium vitis-idaea* (L.) и чернику.

В свежей дубраве (**Д₂**) слабое накопление отмечено только в маслятах, из покрытосеменных растений самое высокое содержание отмечено у копытня европейского – *Asarum europaeum* (L.), но в качестве биоиндикатора его рекомендовать нельзя (КП=2,37).

В ТЛУ **Д₅** в качестве биоиндикатора можно использовать папоротники – щитовник мужской и страусник обыкновенный – *Matteuccia struthiopteris* (L. Tod.), но КП у этих

растений недостаточно высок, поэтому для данных условий поиск индикаторов следует продолжить.

Таким образом, проведенные исследования позволили расширить группу индикаторных растений и выделить из них виды, пригодные для индикации радиационного загрязнения в некоторых типах лесорастительных условий.

Выводы.

1. В условиях Среднего Поволжья для ряда ТЛУ выявлены виды живого напочвенного покрова, имеющие высокую биоиндикационную ценность.

2. Данные виды-биоиндикаторы целесообразно использовать для целей радиоэкологического мониторинга.

Список литературы

1. Тарбаева, В. М. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / В. М. Тарбаева. – Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского университета, 2002. – 148 с.
2. 10 лет Чернобыльской катастрофы. Итоги и проблемы преодоления ее последствий в России. Российский национальный доклад. – М., 1996.
3. Малиута, О. В. Радиоэкологический мониторинг лесных экосистем Среднего Поволжья / О. В. Малиута, Е. М. Романов // Материалы междунар. конференции «Кадровое и научное сопровождение устойчивого управления лесами: состояние и перспективы». – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – С. 390–397.
4. Марадудин, И. И. Основы прикладной радиоэкологии леса / И. И. Марадудин, А. В. Панфилов, В. А. Шубин. – М.: ВНИИЛМ, 2001. – 224 с.
5. Щеглов, А. И. Биогеохимия техногенных радионуклидов / А. И. Щеглов. – М., 1999. – 242 с.
6. Лурье, А. А. Вопросы прикладной радиоэкологии лесных экосистем в постчернобыльскую эпоху / А. А. Лурье. – М.: МСХА, 2000. – 20 с.
7. Сельскохозяйственная радиоэкология / Р. М. Алексахин, А. В. Васильев, В. Г. Дикарев и др.: под ред. Алексахина Р. М., Корнеева Н. А. – М.: Экология, 1992. – 400 с.

Статья поступила в редакцию 19.11.07.

O. V. Malyuta, E. A. Goncharov

BIOINDICATION IN CONDITIONS OF RADIOACTIVE POLLUTION

The research in the area of Chernobyl trace in Sredneye Povolzhye gave the opportunity to broaden the group of plants applicable for bioindicating of radioactive pollution in some types of forest conditions.

МАЛЮТА Ольга Васильевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, почвоведения и природопользования. Область научных интересов – природопользование, радиоэкология, мониторинг окружающей среды. Автор 49 публикаций.

ГОНЧАРОВ Евгений Алексеевич – начальник регионального информационно-аналитического центра сбора, обработки и передачи информации системы учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов (РИАЦ). Область научных интересов – природопользование, радиоэкология, мониторинг окружающей среды. Автор 29 публикаций.

ДАТЫ. СОБЫТИЯ. КОММЕНТАРИИ

УДК 630*5

Павлу Владимировичу Алексееву – 90 лет

4 июля 2008 г. исполняется 90 лет со дня рождения Павла Владимировича Алексеева – участника Великой Отечественной войны, известного в Поволжье и стране ученого – исследователя и педагога, лесоведа-таксатора, кандидата сельскохозяйственных наук, доцента кафедры лесной таксации и лесоустройства Марийского государственного технического университета (МарГТУ), заслуженного лесоведа Республики Марий Эл. Его заслуги в развитии теории и практики лесоводства и лесной таксации хорошо известны и общепризнаны лесоведами и лесоустроителями Поволжья и России.



П. В. Алексеев родился на ст. Дворец Валдайского района Новгородской области в семье сельского врача и учительницы. После окончания в 1936 г. средней школы он поступает на лесохозяйственный факультет ЛТА им. С. М. Кирова, который с отличием заканчивает в 1941 г. Его учителями были известные ученые-лесоводы, среди которых М. Е. Ткаченко, Н. В. Третьяков, В. Н. Сукачев, Л. А. Иванов, А. А. Байтин, О. О. Герниц, А. И. Асосков.

Окончание академии совпало с началом Великой Отечественной войны, и П. В. Алексеев был призван в ряды Красной Армии. В 1941–1942 гг., находясь в рядах действующей армии, он участвовал в боях на «Невском пятачке», где получил тяжелое ранение. До конца марта 1942 г. П. В. Алексеев находился в госпитале блокадного Ленинграда. После эвакуации из Ленинграда по «дороге жизни» и лечения в эвакогоспитале он, несмотря на тяжелое ранение, работал в 1942–1943 гг. лесничим Ивановского лесхоза Костромской области, в 1943–1945 гг. – инженером-таксатором Горьктранслеса, а в 1945–1948 гг. – в Ветлужском лесном техникуме Горьковской области преподавателем по лесной таксации и геодезии.

Тяга к научным исследованиям была у него еще в годы учебы в лесотехнической академии, а затем и в процессе работы лесничим, таксатором и преподавателем в техникуме. Она привела П. В. Алексеева в 1948 г. в аспирантуру на кафедру таксации и лесоустройства МЛТИ, где под руководством академика ВАСХНИИЛ Н. П. Анучина он подготовил и успешно защитил в июне 1952 г. кандидатскую диссертацию на тему: «Рост и развитие елово-лиственных и лиственно-еловых насаждений и особенности хозяйства в них». Будучи еще аспирантом, зарекомендовал себя добросовестным, весьма трудолюбивым специалистом и исследователем, в совершенстве владеющим лесохозяйственными специальностями, на что указал в свое время (в 1952 г.) академик Н. П. Анучин. В аспирантские годы участвовал в учебном процессе – руководил учеб-

ной практикой студентов лесохозяйственного факультета МЛТИ по лесной таксации и на этой работе проявил себя опытным педагогом, имеющим практические навыки.

С июля 1952 г. П. В. Алексеев начал работать в Поволжском лесотехническом институте имени М. Горького (ныне МарГТУ) старшим преподавателем на кафедре экономики лесного хозяйства, а с 1955 г. – на кафедре лесной таксации и лесоустройства, сначала старшим преподавателем, а с 1962 г. – доцентом, где и проработал до января 1984 г., когда по состоянию здоровья вынужден был оставить преподавание. Работал старшим научным сотрудником, продолжая пропагандировать разработанные им чересполосно-пасечные рубки елово-березовых по теме Минлесхоза РСФСР. Находясь уже на пенсии, П. В. Алексеев продолжает научные исследования в лесах Среднего Поволжья, развивая совместно со своим внуком – Александром Владимировичем (доцентом МарГТУ) теорию основы строения и хода роста пирогенных березняков и организацию хозяйства в них на ландшафтной основе.

П. В. Алексеевым разработаны и внедрены в производство промышленные формы комплексных и целевых проходных рубок в березняках со II ярусом и подростом ели. На основе 50-летних их результатов завершены опытно-производственные проверки этих рубок, они внедрены в 12 лесхозах Нижегородской области и 5 лесхозах Республики Марий Эл на площади 4 тысячи гектаров. Им разрабатываются также научные основы дифференцированной организации лесного хозяйства в березняках на почвенно-типологической основе.

Рубки П. В. Алексеева были включены в Генеральные планы развития лесного хозяйства четырех областей: Нижегородской, Костромской, Ивановской и Республики Марий Эл и получили Всероссийское признание. Изобретенные рубки П. В. Алексеева получили первую премию НТО лесного хозяйства и лесной промышленности СССР (по результатам их внедрения в Нижегородской области в 1980–1986 гг.). В присуждении премии активное участие принимал автор романа «Русский лес» известный писатель Леонид Леонов. С. И. Мелехов включил чересполосно-пасечные комплексные рубки П. В. Алексеева в учебник лесоводства для лесных факультетов вузов страны.

Для успешного внедрения новых способов рубки П. В. Алексеев регулярно проводил производственные семинары с работниками лесного хозяйства Марийской АССР, Горьковской области. Он до сих пор продолжает сотрудничать с лесоустроителями Поволжского лесоустроительного предприятия и через лесоустройство внедряет свои разработки в практику лесного хозяйства. Чересполосно-пасечные рубки П. В. Алексеева экспонировались на ВДНХ СССР в 1984 и 1988 гг.

П. В. Алексеевым опубликовано более 70 научных и учебно-методических работ по вопросам лесной таксации и организации лесного хозяйства в березняках, получено три авторских свидетельства. Им подготовлены и опубликованы монографии «Чересполосно- и коридорно-пасечные рубки в елово-лиственных насаждениях» (1967 г.), «Строение пирогенных березняков» (1986 г.), серия методических материалов по вопросам преподавания лесной таксации в МарГТУ и рекомендации по организации лесного хозяйства в березняках Среднего Поволжья.

Он активно руководил научно-исследовательской работой студентов. Его подопечные представляли ежегодно по 6–8 докладов на студенческие научные конференции и на выставки студенческих научных работ, за которые они получили не только институтские, республиканские премии, но и медали, дипломы Министерства высшего и среднего специального образования СССР.

За время работы на кафедре П. В. Алексеев успешно вел занятия со студентами лесохозяйственного, лесоинженерного и экономического факультетов по лесной такса-

ции, лесоустройству, организации лесного хозяйства, геодезии, аэрофотосъемке, проявляя себя квалифицированным методистом, высококвалифицированным педагогом в подготовке кадров для лесного хозяйства страны.

Под руководством П. В. Алексеева успешно защитили дипломы более 150 студентов, многие из которых плодотворно трудятся на руководящих должностях в лесном хозяйстве. Другие стали научными работниками, руководителями управленческих и производственных организаций.

П. В. Алексеев наряду с большой научно-педагогической работой активно участвовал в общественной жизни: являлся членом НТС по секции лесоустройства Гослесхоза СССР, был депутатом и председателем комиссии по охране природы г. Йошкар-Олы, научным руководителем СНО лесохозяйственного факультета, куратором студенческих групп.

Ратная и трудовая деятельность П. В. Алексеева получила достойную оценку Родины. За боевые заслуги он награжден медалями: «За отвагу», «За Победу над Германией», орденом «Отечественной войны 1 степени» и юбилейными медалями за участие в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. За трудовые успехи ему присвоено звание «Заслуженный лесовод Республики Марий Эл», он награжден медалью «Ветеран труда», знаками Министерства лесного хозяйства РСФСР «За сбережение и приумножение лесных богатств РСФСР» и Всесоюзного объединения «Леспроект» «Ветеран лесоустройства», почетными Грамотами Минвуза РСФСР.

Ректорат, кафедра лесной таксации и лесоустройства МарГТУ, лесоустроители Поволжья, коллеги, друзья сердечно поздравляют юбиляра и от души желают ему доброго здоровья, благополучия и творческого долголетия.

В. И. Сухих, А. В. Попова, В. Л. Черных

Статья поступила в редакцию 12.04.08

СУХИХ Василий Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. Область научных интересов – лесоустройство, аэрокосмические методы и ГИС-технологии в лесном хозяйстве. Автор более 250 публикаций.

ПОПОВА Александра Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства МарГТУ. Область научных интересов – лесная таксация и лесоустройство. Автор более 100 публикаций.

ЧЕРНЫХ Валерий Леонидович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой лесной таксации и лесоустройства МарГТУ. Область научных интересов – информационные и ГИС-технологии в лесном хозяйстве, лесная таксация и лесоустройство. Автор более 220 публикаций.

УДК 630.587+502.3:679.78+681.3.069

Всероссийский учебный семинар по дистанционным методам и ГИС-технологиям

Представлен опыт применения дистанционных методов и ГИС-технологий в лесном хозяйстве и в преподавании дисциплин «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве», «Геоинформационные системы» и «Дистанционные методы изучения лесов». Сформулированы требования к дальнейшему совершенствованию преподавания данных дисциплин в высших и средних учебных заведениях.

В Марийском государственном техническом университете 4–6 февраля 2008 года был проведен Всероссийский семинар «Современное состояние и перспективы применения ГИС-технологий и аэрокосмических методов в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве. Особенности преподавания данных дисциплин в высших и средних учебных заведениях». Инициатива организации и проведения семинара исходила от кафедры лесной таксации и лесоустройства МарГТУ, была поддержана деканатом лесохозяйственного факультета и ректоратом университета, а также лесохозяйственными факультетами ряда вузов страны, Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (ЦЭПЛ РАН), ВНИЛМ и другими организациями. Финансовую поддержку семинару оказали кафедра лесной таксации и лесоустройства МарГТУ и частично Рослесинфорг.

В работе семинара приняли участие свыше 60 ученых и специалистов из Москвы (МГУЛ, ВНИИЛМ, ЦЭПЛ РАН, ООО НПП «Аэросъемка», «Совзонд», ВИПКЛХ), Архангельска (АрхГТУ), Сыктывкара (Сыктывкарский лесной институт), Брянска (БГИТА), Воронежа (Воронежская ЛТА), Ульяновска (УГУ), Саратова (Саратовский ГАУ), Барнаула (Алтайский ГУ), Братска (Братский ГУ), Твери (Тверской ГУ), Йошкар-Олы (МарГТУ, Департамент природных ресурсов, методический центр «РИТМ»), Республики Татарстан (Лубянский лесной техникум) и др.

Семинар открыл ректор МарГТУ профессор Е. М. Романов, который подчеркнул важность и необходимость совместной работы ученых вузов и отраслевых и академических НИИ над развитием лесной науки и совершенствованием системы подготовки специалистов лесного и садово-паркового хозяйства в вузах и техникумах страны, особенно по таким важным на современном этапе дисциплинам, как аэрокосмические методы и геоинформационные технологии.

Основной тематикой докладов явилось развитие аэрокосмических методов в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве, проблемы их применения в лесоустройстве и лесоправлении в связи с принятием нового Лесного кодекса, пути совершенствования преподавания в вузах и техникумах. Этой проблеме был посвящен развернутый и обширный доклад В. И. Сухих (ЦЭПЛ РАН – МарГТУ). Им было обращено внимание на недостаточность объема часов, выделяемых в учебных планах вузов на преподавание дисциплин «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве», «ГИС - технологии в лесном хозяйстве», необходимость включения элементов данных дисциплин в курсы «Лесоводство», «Лесная таксация», «Лесные культуры», «Лесная мелиорация», «Геодезия», а также на развитие дистанционных методов обучения через Интернет, прежде всего для студентов, обучающихся без отрыва от производства.



Участники Всероссийского семинара

Руководитель ООО НПП «Аэросъемка» И. О. Веселов и специалист «Совзонда» А. В. Абросимов ознакомили участников семинара с современными техническими фотографическими и цифровыми средствами аэросъемок и космических съемок в оптическом и радиодиапазонах, с основными направлениями развития технических и программных средств, методов съемки и использования их при решении задач лесного хозяйства. Продолжением темы, связанной с совершенствованием технической базы лесоустройства и лесного хозяйства, был доклад Ю. С. Галкина и В. С. Шалаева (МГУЛ), в котором они рассматривали проблемы, связанные с применением спутниковых навигационных систем.

Серия докладов была посвящена исследованиям в области применения дистанционных методов в целях изучения лесов и оценки их состояния (В. М. Жирин – ЦЭПЛ РАН; О. Л. Орлова – ВНИИЛМ; И. А. Вуколова – ВИПКЛХ; С. В. Князева и Т. А. Золina – ЦЭПЛ РАН – ВНИИЛМ и др.).

Геоинформационные технологии в лесном хозяйстве и в учебном процессе освещались в докладах В. Л. Черных (МарГТУ), Н. В. Малышевой (ВНИИЛМ), С. И. Чумаченко (МГУЛ), М. В. Устинова (БГИТА), Г. В. Вольмана и Н. А. Ли (Сыктывкарский лесной институт), А. Т. Гурьева и др. (АГТУ), С. Е. Чеснокова (МарГТУ), В. В. Карманова (Департамент природных ресурсов Минсельхоза РМЭ), М. Т. Серикова и А. Н. Смольянова (Воронежская ГЛТА). В опубликованных материалах семинара представлен текст докладов зарубежных участников семинара И. Ф. Букши, В. П. Пастернака, Т. С. Пивовара и М. И. Букши (Харьков, Украина) – «Применение полевой ГИС-технологии FIELD-MAP в ландшафтном строительстве для инвентаризации и картирования городских зеленых насаждений».

В ходе семинара была проведена серия мастер-классов: Ю. С. Галкин провел мастер-класс по спутниковым навигационным системам; М. А. Ануфриев посвятил его знакомству с программой ScanMagic; С. В. Князева ознакомила слушателей семинара с программой «Stereo Comporator v. 4.0 (КСК – 4)»; Д. М. Ворожцов ознакомил участников с программой «Test student» – Базой заданий и тестовым контролем студентов по дисциплине «ГИС в лесном хозяйстве».

Во время экскурсии по МарГТУ участники семинара ознакомились с лабораторией систем мультимедиа, методическим центром «РИТМ», научно-информационным центром государственной аккредитации Министерства образования РФ, а также посетили Ботанический сад МарГТУ.

В завершение семинара был проведен «круглый стол», на котором состоялась дискуссия, подведены итоги семинара и принято развернутое решение. Во время дискуссии была дана исключительно высокая оценка научному и профессиональному уровню семинара, его целенаправленности на развитие и совершенствование учебных процессов в вузах и техникумах лесного профиля. Было высказано пожелание по проведению на постоянной основе ежегодных семинаров в период зимних студенческих каникул в различных, преимущественно периферийных городах страны, где расположены лесные вузы или лесохозяйственные факультеты.

Участники семинара выразили искреннюю признательность руководству МарГТУ, лесохозяйственному факультету и кафедре лесной таксации и лесоустройства за хорошую организацию семинара, теплую товарищескую обстановку и прекрасные бытовые условия.

Информация о семинаре, его целях и его программе была освещена прессой и телевидением Йошкар-Олы.

В. И. Сухих, В. Л. Черных, М. А. Ануфриев

Статья поступила в редакцию 19.04.08

All-Russia educational seminar on distant methods and GIS-technologies

The seminar was devoted to the analysis and the experience of applying distant methods and GIS-technologies in forestry and teaching such subjects as "Aerospace methods in forestry and garden-park construction", "Geo-informational systems" and "Distance methods of forest studies". The peculiarities and further ways of improvement in the teaching of these subjects in high and higher educational institutions were considered.

СУХИХ Василий Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. Область научных интересов – лесоустройство, аэрокосмические методы и ГИС-технологии в лесном хозяйстве. Автор более 250 публикаций.

ЧЕРНЫХ Валерий Леонидович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой лесной таксации и лесоустройства МарГТУ. Область научных интересов – информационные и ГИС-технологии в лесном хозяйстве, лесная таксация и лесоустройство. Автор более 220 публикаций.

АНУФРИЕВ Максим Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства МарГТУ. Область научных интересов – аэрокосмические методы и ГИС-технологии в лесном хозяйстве. Автор 12 публикаций.

УДК 378.014.241

МарГТУ в гостях у старейшего университета Европы

В апреле 2008 года представительная делегация МарГТУ посетила с деловым визитом в рамках европейского проекта Темпус итальянский университет Падуя.



Делегация МарГТУ в лесном парке Каза Марина

Университет Падуя (Universita degli Studi di Padova) основан в 1222 году большой группой студентов и профессоров, которая покинула университет Болоньи в поисках большего количества академической свободы. С пятнадцатого до восемнадцатого столетия университет был известен своими исследованиями, особенно в областях медицины, астрономии, философии и закона. Все это было возможным частично благодаря защите республики Венеция, которая позволила университету быть относительно свободным и независимым от влияния Римско-католической церкви. В это время университет принял латинский девиз: *Universa universis patavina libertas* (Свобода для всех).

В университете Падуя учатся 66000 студентов и 1550 аспирантов, работают 2270 преподавателей и 2250 чел. административного персонала, ежегодный бюджет составляет 500 млн. евро, 13 факультетов, 65 департаментов (кафедр), 53 библиотеки, 33 научных и технических центра, госпиталь, музей, бюджет научных исследований составляет 30 млн. евро в год, 104 специальности первого цикла обучения (бакалавриат), 84 специальности в магистратуре, 13000 выпускников каждый год, три нобелевских лауреата.

Семинар в Италии подготовили и провели сотрудники департамента землепользования, сельскохозяйственных и лесных систем факультета сельского хозяйства под руководством проф. Давиде Петтенеллы.

История университета началась с дворца дель Бо. Дворец дель Бо неразрывно связан с 800-летней историей развития академического общества и научных идей того времени. В настоящие дни аудитория «Aula Magna», первый анатомический театр, «антиактовый» зал с кафедрой Галилея и ряд других уникальных помещений этого дворца являются частью музейного комплекса. Внутренний двор лучше всего сохранил ренессансный облик XVI в. Надпись на фасаде университета гласит: «Сюда входят, чтобы с каждым днем становиться все более учеными, отсюда выходят, чтобы с каждым днем быть все более полезными отечеству и обществу».



Во дворце дель Бо состоялась встреча делегации МарГТУ с проректорами университета Падуя, во время которой произошел взаимный обмен презентациями о вузах, другими информативными материалами. Во время встречи была достигнута договоренность о продолжении сотрудничества, конкретных совместных проектах с МарГТУ, об обмене студентами и аспирантами.

Программа семинара была направлена на знакомство с лесным и лесопарковым хозяйством этой страны. Лесные массивы в основном расположены в альпийской зоне, поэтому большую часть времени наша делегация проводила в горных условиях северной части Италии. Подробно о ведении лесного хозяйства в одном из восьми муниципальных округов Азияго района Венето, основанного на коллективной форме собственности, нам рассказал эксперт по оценке лесов Жанбатиста Ригоне Стерн.

Лесной фонд муниципального округа в 4000 га состоит из 55% ели (*Picea abies*), 27% пихты (*Abies Alba*), 15% бука (*Fagus sylvatica*) и 3% лиственницы (*Larix*). Среди других пород называлась сосна горная (*Pinus mugo*), которая потенциально может использоваться в качестве биотоплива. Лесистость территории 37%. Выполнение Киотского протокола по депонированию углерода обеспечивается хорошим ежегодным приростом пихты белой – 5-6 т га⁻¹ год⁻¹, елью – 2-3 т га⁻¹ год⁻¹, сосной горной – 1-1,5 т га⁻¹ год⁻¹.

Хорошие природные условия способствуют высокой производительности местных горных лесов. В связи с туризмом большую роль играет недревесная продукция леса – сбор грибов (до 2 кг бесплатный), живицы, рекреация. В лесах запрещены сплошные рубки, лесовосстановление проводится естественным путем, вырубка леса строго кон-

тролируется федеральной службой лесного хозяйства. Лесные культуры создаются в исключительных случаях только на небольших участках, которые были подвержены стихийным бедствиям. Искусственные посадки были широко распространены после первой мировой войны. Тогда было уничтожено до 75% всех лесов данной территории.

Доход от пользования лесом, в том числе от аренды отдельных земель под коммуникационные сооружения, поступает в муниципалитет и расходуется на развитие инфраструктуры, культурных объектов, альтернативные источники энергии и спортивные сооружения.

В лесном хозяйстве Италии на ближайшие годы намечено несколько стратегических направлений: отказ от монокультур, многоцелевое лесопользование с приоритетом на рекреационные функции для туризма, ведение лесного хозяйства в условиях меняющегося климата и стихийных бедствий, сохранение и приумножение лесов в рамках европейских и международных конвенций.

В общинных лесах «Magnifica Val di Fiemme», национальном парке «Доломити Демпрессо», лесном парке Кансиглио представители муниципалитетов и работники леса подробно рассказывали о проблемах и особенностях ведения лесного хозяйства в горных условиях. Вызывает уважение бережное отношение итальянцев к своим лесным ресурсам, аккуратность ведения работ при лесозаготовках, контроль за лесопользованием и справедливое распределение доходов от лесохозяйственной деятельности между членами общины.



В Сан Вито произошла встреча с учеными научно-исследовательской лаборатории университета Падуя по исследованию метеорологических параметров и роста древесных пород в связи с изменением климата

Оценивая результаты семинара в Италии, его российские участники отметили, что подобные встречи чрезвычайно важны для изучения опыта ведения лесного хозяйства в Европе и его практического использования в России. Слушатели (от преподавателей до представителей министерств лесного хозяйства) получают эксклюзивную профессио-

нальную информацию непосредственно на производстве, практикуются в знании европейских языков, общаясь с зарубежными коллегами. Полученные знания и материалы будут использоваться преподавателями МарГТУ в учебной и научной работе, а производственники смогут перенести многовековой итальянский опыт ведения лесного хозяйства при различных формах собственности на российские реалии современных экономических и организационных реформ.

Э. А. Курбанов

Статья поступила в редакцию 16.04.08

КУРБАНОВ Эльдар Аликрамович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства МарГТУ, руководитель центра «Устойчивого управления лесами». Область научных интересов – устойчивое управление лесами, депонирование углерода лесными формациями, леса Киото. Автор 70 публикаций.

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 исследований автора, завершенных не более чем за год до публикации.

К печати будут приниматься материалы, которые не опубликованы и не переданы в другие редакции. Статьи подвергаются обязательному рецензированию. Рецензенты назначаются редколлегией журнала. Мнение рецензента доводится до автора представленных работ. В «Вестнике ...» печатаются только статьи, получившие положительные рецензии.

Требования к оригиналам представляемых работ

Структура научной статьи

1. Аннотация (3-4 предложения).
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 представлена 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.

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, жирный).

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

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

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.

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

К статье прилагаются следующие **документы**:

- выписка из протокола заседания кафедры;
- экспертное заключение о возможности опубликования.

Материалы представляются в папке с завязками (каждая статья в отдельной папке).

Подписка на журнал осуществляется по каталогу «Газеты. Журналы» Агентства «Роспечать» (подписной индекс **42920**, тематический указатель: Научно-технические издания. Известия РАН. Известия вузов).

Очередность выхода журнала:

Сентябрь – №2, Декабрь – №3.