

*Вестник Московского государственного университета леса*

# ЛЕСНОЙ ВЕСТНИК

2007 № 1 (50)

В ЧЮМЕРЕ



- *Современные аспекты искусственного выращивания сосны обыкновенной*
- *Расчет несущих конструкций панельных домов при использовании строительных материалов*
- *Моделирование доходности активов и разработка стратегий деятельности лесопильных предприятий*
- *Плосточно-групповой способ раскряжевки хлыстов*
- *Философская основа китайской садовой эстетики*
- *Нечеткая логическая модель многокритериального выбора образовательных информационных ресурсов*

*Издательство Московского государственного университета леса*

## СОДЕРЖАНИЕ

### Лесное хозяйство

Ловков А.М.	<i>Современные аспекты искусственного выращивания сосны обыкновенной в зоне смешанных лесов России</i>	4
Лебков В.Ф., Каплина Н.Ф.	<i>Приростная структура сосняков Подмосковья по данным сплошного учета прироста деревьев по диаметру и высоте</i>	6
Зайцев Г.А., Скотников Д.В.	<i>Развитие корневой системы ели сибирской в условиях нефтехимического загрязнения воздуха на примере Уфимского промышленного центра</i>	13
Закамский В.А., Крылова А.А., Власова Н.А.	<i>Лесоводственно-рекреационная оценка устойчивости лесных фитоценозов при массовой рекреации в водоохранно-рекреационных лесах Марийского Заволжья</i>	17
Степаненко И.И.	<i>Естественное возобновление леса в удобренных сосняках Унженской низменности</i>	23
Попова Э.П., Зубарева О.Н., Перевозникова В.Д.	<i>Почвенный покров парков г. Красноярска и обеспеченность элементами минерального питания древесных растений</i>	32
Брынцев В.А., Заре А.	<i>Значение фенологических фаз при выращивании сеянцев сосны обыкновенной</i>	39
Вайс А.А.	<i>Моделирование видовых чисел на основе морфолого-пространственных признаков деревьев</i>	42
Тарханов С.Н., Надеин А.Ф.	<i>Состояние сообществ дереворазрушающих грибов пригородных лесов вблизи Архангельска</i>	47
Залывская О.С., Бабич Н.А.	<i>Репродуктивная способность арборифлоры г. Северодвинска</i>	50
Гиниятуллин Р.Х.	<i>Биоконсервация металлов в надземных органах тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения</i>	53
Сухоруков А.С., Мерзленко М.Д.	<i>Обоснование выбора провениенций сосны обыкновенной для создания насаждений в городской черте Москвы</i>	56
Мерзленко М.Д.	<i>Уникальнейший лесоводственный объект Щелковского учебно-опытного лесхоза</i>	59
Шимон Т.Н.	<i>Концептуальные основы эколого-экономической оценки потоков углерода в лесных насаждениях РФ с учетом воздействия неблагоприятных факторов</i>	62

### Химические технологии

Угрюмов С.А.	<i>Использование парафиновой эмульсии для повышения водостойкости композиционной фанеры с внутренним слоем на основе костры льна</i>	65
Рангавар Х., Мельникова Л.В.	<i>Оценка эффективности различных химических добавок для производства цементно-стружечных плит</i>	68

### Деревообработка

Глебов И.Т.	<i>Расчет режимов фрезерования торцовой фрезой</i>	71
Сердюков В.Н.	<i>Устойчивость ленточной пилы при следящей нагрузке</i>	74
Сафин Р.Р.	<i>Экспериментальное исследование процесса вакуумной сушки деревянных шпал в гидрофобных жидкостях</i>	78

### Строительство

Запруднов В.И.	<i>Расчет несущих конструкций панельных домов при использовании новых строительных материалов</i>	81
----------------	---	----

### Экономика

Шваб О.В.	<i>Конкурентоспособность продукции лесопромышленного комплекса</i>	84
Кузминых Ю.В., Моисеев А.А.	<i>Оценка конкурентоспособности Российских лесных углеродных сертификатов, полученных при реализации проектов по управлению лесным хозяйством</i>	86
Курзин П.А.	<i>Эволюция теории инвестирования</i>	91

Захаренкова И.А., Петухов Н.И.	<i>Моделирование доходности активов и разработка стратегий деятельности лесопильных предприятий</i>	97
Мизиковский И.Е., Репин С.А.	<i>Структурирование предмета бухгалтерского управленческого учета как отрасли научных знаний</i>	102
Кукшин А.И.	<i>Методология формирования когерентных экономических структур</i>	105
Макеева Д.Р.	<i>Интеграционные процессы лесопромышленного комплекса России</i>	115
<b>Лесонинженерное дело</b>		
Редькин А.К., Суханов А.К., Торопов А.С., Теслюк С.К.	<i>Поштучно-групповой способ раскряжевки хлыстов</i>	119
Суханов А.К.	<i>Факторы эффективности поштучно-групповой раскряжевки хлыстов</i>	121
Шадрин А.А.	<i>Экономическая оценка эффективности создания комбинированных лесобрабатывающих цехов</i>	125
Рябухин П.Б.	<i>Обоснование выбора основных показателей качества функционирования систем лесозаготовительных машин в условиях Дальнего Востока</i>	129
Рукомойников К.П.	<i>Обоснование технологии работ по трелевке лесоматериалов с труднодоступных участков на территории квартала</i>	132
Иванов Г.А.	<i>Моделирование пачки (воза) стволов деревьев, перемещаемых за комли в полуподвешенном состоянии расчетным стволом</i>	134
<b>Ландшафтная архитектура</b>		
Голосова Е.В.	<i>Философская основа китайской садовой эстетики</i>	137
Садакова Т.А., Баринин А.В.	<i>Создание электронной карты главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН</i>	141
<b>Математическое моделирование</b>		
Девянин П.Н.	<i>Методы предотвращения реализации запрещенных информационных потоков в компьютерных системах с дискреционным управлением доступом</i>	143
Полещук О.М., Комаров Е.Г.	<i>Нечеткая логическая модель многокритериального выбора образовательных информационных ресурсов</i>	147
Никонов Н.В.	<i>Снижение оценки длины запрета С.Н. Сумарокова</i>	151
<b>Физика</b>		
Саврухин А.П.	<i>Постоянная тонкой структуры – масштабный энергетический фактор</i>	159
<b>Образование</b>		
Курзина В.М., Курзин П.А.	<i>Методика обучения математике с привлечением программных средств</i>	160
Гаврилова М.А.	<i>Модель подготовки специалиста в условиях непрерывного образования</i>	162
Домрачев В.Г., Полещук О.М., Антошина И.В.	<i>Комплекс методов, моделей и программ для создания и оценки качества образовательных информационных ресурсов</i>	164
<b>Культурология</b>		
Щербаков С.А.	<i>Мотив сада в творчестве Сергея Клычкова</i>	172
Туфанова О.А.	<i>Бесноватые и больные в «житии» Протопопа Аввакума</i>	175
<b>Педагогика</b>		
Саматова А.В.	<i>Основные типы затруднений при восприятии некоторых выразительных средств русского языка людьми с глубокими нарушениями зрения</i>	181

## СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИСКУССТВЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗОНЕ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ РОССИИ

А.М. ЛОВКОВ, «Рослесхоз», экономический отдел

Концепция устойчивого управления лесами Российской Федерации на 2003–2010 гг. в нынешних условиях требует уточнения и раскрытия целей и задач государства по воспроизводству и сохранению лесов как составной части землепользования в России. Для ее реализации необходимо улучшить существующие и создать новые системы научно обоснованных лесохозяйственных мероприятий.

Увеличение объема потребления древесины хвойных пород на внутреннем и на внешнем рынках, отсутствие ее доступности для промышленных заготовок на большей части покрытых лесом земель России делает зону смешанных лесов европейской части страны зоной интенсивного ведения лесного хозяйства. В связи с этим научно обоснованное решение задачи повышения эффективности лесокультурного производства как никогда актуально.

Как показывает зарубежный опыт, при любом сценарии развития структуры собственности на леса за государством остается обязанность и право государственного регулирования ведения лесного хозяйства. Особая роль при этом отводится искусственному выращиванию лесов, своевременному созданию лесных культур, сокращению не покрытых лесной растительностью земель лесного фонда независимо от форм собственности на леса или земли лесного фонда.

Анализ отечественного опыта лесовосстановления позволяет сделать вывод о том, что наиболее надежным способом получения высокопродуктивных насаждений являются лесные культуры. Впервые это доказано К.Ф. Тюрмером, который еще в 50–60-х гг. 19 в. заложил культуры в Порецком лесничестве, продуктивность и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов которых превосходит естественные насаждения. В дальнейшем вопросы лесокультурного дела получили развитие в трудах М.К. Турского, В.Д. Огиевского, Э.Э. Керна, Н.К. Генко, А.И. Писаренко, Г.И. Редько, А.Р. Родина, М.Д. Мерзленко, И.В. Трещевского и других [2–5 и др.]. Ученые и практики в течение многих лет занимались изучением проблем лесовосстановления, обеспечивающих создание

высокопродуктивных и устойчивых насаждений. Однако постоянно меняющаяся социальная обстановка в стране, ограниченное выделение средств не позволили решить в полной мере ни тех, ни других проблем.

В условиях, когда в результате длительной и интенсивной деятельности человека лесные экосистемы претерпевают изменения, сосне обыкновенной – виду, обладающему целым комплексом преимущественных качеств перед другими лесобразующими породами, в последнее время не уделяется должного внимания. В зоне смешанных лесов европейской части России культуры сосны закладываются около 300 лет. К возрасту рубки запас древесины в культурах сосны обыкновенной может достигать 600–800 м/га. До середины 60-х гг. прошлого века сосна по площади преобладала, а позднее, не всегда оправданно, уступила первое место ели.

Проблемы создания устойчивых культур сосны обыкновенной неоднократно поднимались учеными и лесоводами. Еще на XI Всероссийском лесном съезде в Туле в 1909 г. проф. Г.Ф. Морозов в своем докладе «Будущность наших сосняков в связи с типами насаждений в зависимости от хозяйства в них» говорил, что вопрос о возобновлении сосны является «больным вопросом» нашей лесохозяйственной действительности.

С тех пор прошло почти 100 лет, а вышеприведенные слова одного из корифеев лесной науки не потеряли значения. Как отмечал в 1977 г. А.И. Писаренко: «...на протяжении последних 10 лет заметно снижается доля сосны в зоне смешанных лесов» [5]. Аналогичная ситуация прослеживается до начала третьего тысячелетия. Так, делая анализ породного состава лесопокрываемых площадей Калужской области, руководитель управления лесами Л.М. Битков отмечает, что «лесопокрываемая площадь с преобладанием сосны составила лишь около 10,7 %. Это серьезный просчет властей края и лесоводов» [1].

Но ситуация меняется. В последние годы в ряде районов зоны смешанных лесов ежегодная площадь культур сосны стала постепенно увеличиваться. Так, в лесхозах Калужской области в период 1995–2001 гг. ежегодный объем посадок

культур с преобладанием сосны обыкновенной составлял в среднем 255 га, в 2003 г. он увеличился до 593 га, в 2004 г. был равен 658 га, а в 2005 г. – 876 га, что на 131 га превышает объем посадок культур ели.

Искусственное лесовосстановление и дальнейшее выращивание лесных культур – процесс сложный и длительный, измеряемый десятилетиями. Просчеты, допущенные при посадке, могут проявиться не сразу, а при выявлении их впоследствии исправить трудно. Поэтому лесовод, создающий лесные культуры или осуществляющий контроль за их созданием, должен знать закономерности будущего роста и развития.

Первоначально культуры сосны закладывались преимущественно чистыми по составу, так как из-за отсутствия опыта вводимая примесь часто была неблагоприятной для сосны по видам пород и размещению деревьев. Смешанные культуры оказывались неудачными, хотя требовали больше затрат на выращивание. Закладка смешанных культур увеличилась в 30–50 гг. прошлого века. В таблице приведены основные показатели лучших чистых культур сосны в возрасте спелости в Порецком лесничестве, Орехово-Зуевском лесхозе Московской области и Андреевском лесхозе Владимирской области (данные Х.М. Исаченко, А.И. Писаренко и М.Д. Мерзленко) [3, 6].

По данным Х.М. Исаченко [3], культуры сосны с первоначальной густотой 4350 шт./га смыкаются в возрасте 10 лет, что является удовлетворительным. Однако если требуется полу-

чить в короткий срок крупномерную древесину с пониженным качеством, то первоначальную густоту культур сосны можно уменьшить до 1500–2000 посадочных мест на 1 га. А.И. Писаренко, Г.И. Редько, М.Д. Мерзленко [7] считают, что культуры с густотой посадки в 4,0 тыс.шт./га смыкаются в условиях типа лесорастительных условий  $A_2$  в возрасте 12 лет,  $B_2$  – в возрасте 10 лет,  $C_2$  – в возрасте 9 лет.

В соответствии с действующим Наставлением по проведению лесовосстановительных работ в зоне хвойно-широколиственных лесов (1986) приемлемый срок лесовосстановления на вырубках с помощью лесных культур составляет 1–2 года. Рекомендуемая первоначальная густота культур сосны колеблется от 4 тыс. на богатых до 8 тыс.шт./га на бедных песчаных почвах и ширине междурядий от 2 до 3,5 м при расстоянии между растениями в рядах от 0,5 до 0,7 м. На участках, заселенных личинками майского хруща, густота культур может увеличиваться до 8–10 тыс.шт./га. Для закладки культур используются сеянцы в возрасте 2–3 лет. По Наставлению агротехнический уход в культурах должен проводиться в течение 3 лет. Количество уходов, проводимых с помощью тракторного культиватора КЛБ-1,7 на сухих и свежих песчаных и супесчаных почвах, трехкратное, на богатых суглинистых почвах – пятикратное. Взамен механизированного может назначаться уход ручным инструментом на втором и третьем годах или химическими средствами на втором году.

Т а б л и ц а

**Основные показатели чистых культур сосны**

Способ обработки почвы, размещение посадочных мест	Количество посадочных мест на 1 га	Возраст, лет	Количество оставшихся деревьев, шт./га	Средняя высота, м	Средний диаметр ствола, см	Запас, м <sup>3</sup> /га
Порецкое лесничество, почвы суглинистые свежие						
Плужными гребнями, 1,8 × 0,9 м	6170	85	856	28,5	30,0	646
Ямками, 2,4 × 0,9 м	4160	89	818	30,0	32,0	695
Орехово-Зуевский лесхоз, почвы песчаные свежие						
Сплошная вспашка, 1,5 × 1,0 м	6670	80	690	24,4	25,1	400
Сплошная вспашка, 2,0 × 1,0 м	5000	80	617	26,0	26,7	442
Андреевский лесхоз, почвы песчаные и супесчаные свежие						
Бороздами, 2,0 × 1,0 м	5000	80	492	23,8	29,0	353
Бороздами, 1,8 × 0,9 м	6170	81	980	22,5	19,6	410
Нет данных	–	79	410	28,0	27,1	521
Нет данных	–	79	647	26,9	28,0	

В связи с недостатком рабочей силы и средств, начиная с 70-х годов прошлого века, агротехника выращивания культур сосны постепенно упрощалась. Особенно часто нарушались рекомендации по способам и числу проводимых уходов, что снижало их качество, иногда приводя к гибели. В настоящее время многие сосновые древостои подвергаются ослаблению и усыханию. Площади, ранее занимаемые сосняками, сокращаются, на смену им приходят менее ценные мелколиственные породы. Рубки, в том числе и санитарные, зачастую не останавливают процесс деградации, а в отдельных случаях даже являются причиной образования очагов усыхания. Но даже в меняющихся условиях остаются деревья и целые насаждения сосны, сохранившие устойчивость.

С учетом всех природных, производственных и социально-экономических факторов возникла острая необходимость в разработке энергоресурсосберегающих технологий создания культур сосны обыкновенной, изыскании менее затратных способов восстановления высокопродуктивных насаждений необходимого видового состава и определенного целевого назначения. По культурам ели обыкновенной эти вопросы успешно решает ВНИИЛМ [9]. В научных и практических аспектах с сосной обыкновенной актуально и перспективно изучение условий произрастания искусственно созданных устойчивых сосняков, особенностей их строения, характера размещения по площади.

Поэтому исследование в области искусственно созданных лесных культур сосны обыкновенной в зоне смешанных лесов даст возможность

лесоведам на практике применять приемы, способы и методы проведения лесокультурных работ, обеспечивающих повышение биологического разнообразия, увеличение лесистости территории, сокращение непродуктивных земель лесного фонда, повышение продуктивности лесов, а на фоне увеличения экологических проблем, особенно в центральном регионе европейской части страны, улучшить санитарно-гигиеническую обстановку.

### Библиографический список

1. Битков, Л.М. Лесное хозяйство Калужского края / Л.М. Битков. – Калуга: Золотая аллея, 1998. – 88 с.
2. Генко, Н.К. О естественном и искусственном возобновлении сосны в среднем Поволжье / Н.К. Генко: труды IX Всероссийского съезда лесовладельцев и лесохозяев в г. Самара. – СПб., 1900. – С. 83–90.
3. Исаченко, Х.М. Опыт лесоразведения в центральных областях европейской части СССР / Х.М. Исаченко – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1957. – 112 с.
4. Морозов, Г.Ф. Очерки по возобновлению сосны / Г.Ф. Морозов. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1930. – 160 с.
5. Писаренко, А.И. Лесовосстановление / А.И. Писаренко. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 250с.
6. Писаренко, А.И. Создание искусственных лесов / А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 270 с.
7. Писаренко, А.И. Искусственные леса, в 2-х частях / А.И. Писаренко, Г.И. Редько, М.Д. Мерзленко. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1992. – 308 с. и 239 с.
8. Редько, Г.И. Лесные культуры и защитное лесоразведение / Г.И. Редько, М.Д. Мерзленко, Н.А. Бабич и др. – С.-Пб.: ЛТА, 1999. – 418с.
9. Родин, С.А. Эколого-ресурсосберегающие технологии лесовосстановления и моделирования культур ели на вырубках в зоне хвойно-широколиственных лесов / С.А. Родин. – М.: МГУЛ, 2002. – 212 с.
10. Тюрмер, К.Ф. Пятьдесят лет лесохозяйственной практики / К.Ф. Тюрмер. – М., 1891. – 182 с.

## ПРИРОСТНАЯ СТРУКТУРА СОСНЯКОВ ПОДМОСКОВЬЯ ПО ДАННЫМ СПЛОШНОГО УЧЕТА ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ ПО ДИАМЕТРУ И ВЫСОТЕ

В.Ф. ЛЕБКОВ, *проф. Института лесоведения РАН, д-р биол. наук,*

Н.Ф. КАПЛИНА, *ст. науч. сотр. Института лесоведения РАН, канд. биол. наук*

Структура (строение) древостоя представляет собой его дифференциацию, расчлененность по тем и или иным признакам. Наряду с плотностью древостоя структура определяет его количественную, качественную ресурсную и «экологическую» продуктивность, последняя представляет собой уровень средозащитных свойств.

Можно выделить следующие, в той или другой степени сопряженные между собой виды структуры:

1. Пространственная – по пространству роста дерева или его проекции на горизонтальную плоскость – площадь питания.
2. Временная – по возрасту ствола и кроны дерева.
3. Плотностная – по насыщенности пространства роста древесной массой, или по элементарной полноте (полноте пространства роста дерева).
4. Размерная – по распределениям деревьев по их морфометрическим параметрам ствола, кроны и корневой системы дерева.

Характеристики размерных и приростных структур древостоев сосны  
на пробных площадях (пр. пл.) Московская область

№ пр. пл.	A	N		Показатели	x	CV	As	E	Параметры уравнения Вейбулла			M Z <sub>M</sub>
		на 1 га	на пр. пл.						a	b	c	
1-1993	56	971	233	D	21,5	16,4	0,28	-0,45	12,7	9,8	2,7	422 11,4
				Z <sub>D</sub>	0,20	50,4	0,58	0,18	0,016	0,20	1,9	
				H	24,9	8,1	0,00	-0,57	18,7	6,9	3,4	
				Z <sub>H</sub>	0,34	11,2	0,01	-0,75	0,23	0,12	3,2	
				V	0,434	41,6	0,76	0,17	0,12	0,36	1,9	
				Z <sub>V</sub>	0,012	57,9	0,95	0,66	0,0017	0,011	1,5	
3-1993	61	774	193	D	21,8	25,0	0,08	-0,47	7,1	16,5	2,9	379 11,2
				Z <sub>D</sub>	0,22	53,7	0,16	-0,58	0,0036	0,25	1,9	
				H	24,9	13,0	-0,36	-0,48	11,9	14,2	4,7	
				Z <sub>H</sub>	0,35	16,2	-0,50	-0,68	0,13	0,25	4,8	
				V	0,481	60,6	0,87	0,59	0,044	0,48	1,5	
				Z <sub>V</sub>	0,014	68,5	0,64	-0,20	0,00090	0,014	1,2	
5-1993	60	717	166	D	24,8	20,2	0,42	-0,23	12,7	13,7	2,6	461 11,3
				Z <sub>D</sub>	0,22	54,4	0,60	-0,19	0,015	0,23	1,8	
				H	26,6	9,4	-0,03	-0,48	18,0	9,6	3,9	
				Z <sub>H</sub>	0,30	12,9	-0,16	-0,55	0,16	0,15	4,1	
				V	0,642	50,2	1,00	0,76	0,12	0,59	1,7	
				Z <sub>V</sub>	0,016	66,0	1,05	0,46	0,0010	0,016	1,5	
2-1994	73	455	161	D	28,4	21,0	-0,13	-0,56	9,4	21,1	3,6	405 6,9
				Z <sub>D</sub>	0,17	54,5	0,28	-0,69	0,00	0,19	1,9	
				H	28,2	9,7	-0,65	-0,01	15	14,3	6,0	
				Z <sub>H</sub>	0,20	15,0	-0,55	-0,43	0,05	0,16	6,1	
				V	0,890	47,3	0,40	-0,50	0,086	0,91	2,0	
				Z <sub>V</sub>	0,015	60,1	0,52	-0,42	0,00088	0,016	1,5	
4-1994	87	434	186	D	34,0	17,3	0,03	-0,56	17,4	18,6	3,1	577 8,3
				Z <sub>D</sub>	0,19	53,1	0,23	-0,66	0,0024	0,21	1,9	
				H	30,5	6,8	-0,54	-0,23	20,0	11,3	6,1	
				Z <sub>H</sub>	0,16	12,2	-0,59	-0,36	0,070	0,10	5,8	
				V	1,33	39,1	0,44	-0,38	0,30	1,16	2,1	
				Z <sub>V</sub>	0,019	53,1	0,39	-0,56	0,0012	0,020	1,8	
4-1993	90	564	195	D	28,5	17,3	-0,05	-0,33	8,9	21,5	4,5	495 7,9
				Z <sub>D</sub>	0,19	52,3	0,49	-0,02	0,009	0,20	1,9	
				H	28,4	7,8	-0,57	0,19	18,0	11,2	5,6	
				Z <sub>H</sub>	0,17	11,0	-0,49	-0,17	0,086	0,089	5,3	
				V	0,88	40,1	0,45	-0,17	0,063	0,92	2,5	
				Z <sub>V</sub>	0,014	53,7	0,49	-0,33	0,0016	0,014	1,7	
1-1994	112	269	94	D	40,1	20,9	0,46	-0,12	22,6	19,8	2,2	530 4,6
				Z <sub>D</sub>	0,13	55,6	0,73	-0,17	0,0058	0,14	1,8	
				H	32,1	6,6	-0,43	-0,67	23,3	9,7	5,1	
				Z <sub>H</sub>	0,11	9,8	-0,33	-0,41	0,064	0,054	5,2	
				V	1,97	47,2	0,99	1,04	0,51	1,63	1,6	
				Z <sub>V</sub>	0,017	50,4	0,75	0,36	0,0022	0,017	1,8	
3-1994	120	180	54	D	44,4	15,6	0,36	-0,51	26,5	20,2	2,8	427 3,8
				Z <sub>D</sub>	0,16	62,7	0,80	-0,11	0,037	0,12	1,1	
				H	33,3	4,16	-0,48	-0,01	27,7	5,2	6,2	
				Z <sub>H</sub>	0,11	9,9	-0,26	-1,00	0,074	0,037	3,6	
				V	2,41	34,6	0,66	-0,32	0,77	1,9	2,1	
				Z <sub>V</sub>	0,021	52,2	0,38	-1,08	0,0044	0,019	1,51	
2-1993	140	186	106	D	43,5	15,7	0,53	0,32	29,3	16,1	2,2	429 3,6
				Z <sub>D</sub>	0,17	52,2	0,85	-0,012	0,034	0,15	1,6	
				H	33,1	4,2	-0,22	-0,70	27,9	5,7	4,4	
				Z <sub>H</sub>	0,09	7,3	-0,31	0,48	0,058	0,038	5,9	
				V	2,31	35,4	0,85	0,20	0,95	1,53	1,7	
				Z <sub>V</sub>	0,020	48,1	1,09	0,83	0,0055	0,016	1,6	

№ пр. пл.	A	N		Показатели	x	CV	As	E	Параметры уравнения Вейбулла			M Z <sub>M</sub>
		на 1 га	на пр. пл.						a	b	c	
5-1994	180	50	50	D	53,2	14,5	0,24	-0,56	29,5	26,4	3,4	177 1,1
				Z <sub>D</sub>	0,17	47,8	0,87	0,22	0,041	0,14	1,7	
				H	34,7	2,74	-0,98	1,54	30,0	5,1	6,3	
				Z <sub>H</sub>	0,06	5,7	-0,04	-0,08	0,044	0,018	5,5	
				V	3,55	30,9	0,50	-0,54	1,05	2,82	2,5	
				Z <sub>V</sub>	0,022	36,4	0,68	-0,01	0,0055	0,019	2,2	
В среднем				D	34,0	18,4	0,22	-0,35	17,6	18,4	3,0	
				Z <sub>D</sub>	0,18	53,7	0,56	-0,20	0,016	0,18	1,8	
				H	29,7	7,2	-0,43	-0,14	21,05	9,32	5,2	
				Z <sub>H</sub>	0,19	11,1	-0,32	-0,40	0,097	0,10	5,0	
				V	1,49	42,7	0,69	0,08	0,40	1,23	2,0	
				Z <sub>V</sub>	0,017	54,6	0,69	-0,03	0,0025	0,016	1,6	

Обозначения: A – возраст, лет, N – число деревьев, шт., D и Z<sub>D</sub> – диаметр и прирост по диаметру, см, H и Z<sub>H</sub> – высота и прирост по высоте, м, V и Z<sub>V</sub> – объем и прирост по объему, м<sup>3</sup>, x – среднее значение, CV – коэффициент вариации, As и E – показатели асимметрии и эксцесса, a, b и c – параметры, соответственно, сдвига, масштаба и формы, M и Z<sub>M</sub> – запас и прирост по запасу, м<sup>3</sup>/га

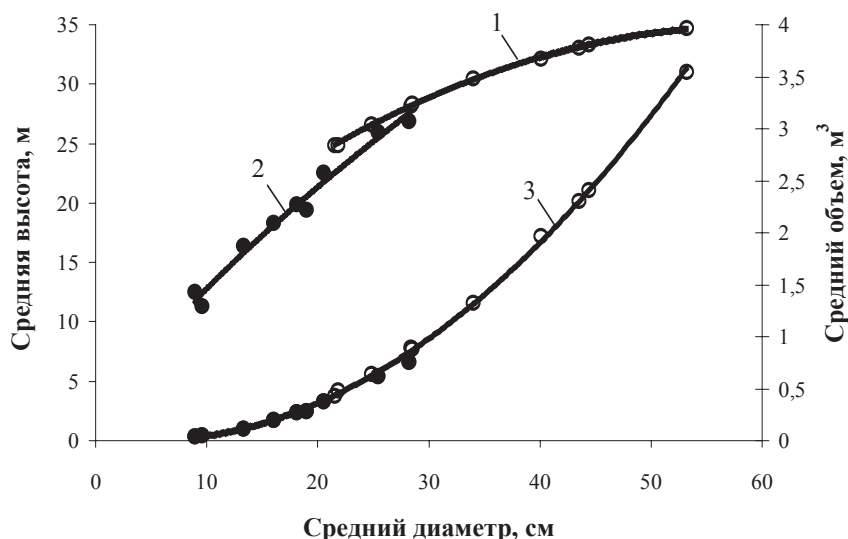


Рис. 1. Средние размеры деревьев на пробных площадях. Высота: 1 – Московская область, 2 – Владимирская область. Объем ствола: 3 – Московская и Владимирская области (светлые точки – пробные площадки в Московской области, темные – во Владимирской)

5. «Формовая» – по форме ствола и кроны дерева.

6. Приростная, или продукционная, – по величине годичного приращения размерных показателей дерева.

Структура полиэлементных древостоев, включающих различное число элементов леса, более сложна в сравнении с моноэлементными. Каждый из видов структур отличается специфичным диапазоном изменчивости и динамичен во времени адекватно возрасту древостоя и среднему значению признака.

Структурной организации древостоев посвящен ряд литературных источников и предыдущих работ авторов статьи. Общие принципы и подходы к оценке структуры изложены в [3, 6], особенности пространственной структуры

освещены в [2], «временной» – в [7], плотностной – в [5], размерной – в [4, 8, 12], «формовой» – в [9, 10]. Текущий древесный прирост сосняков рассмотрен в [1, 13]. Приоритетное внимание в литературе уделяется размерной структуре древостоев, наиболее часто используемой для инвентаризации лесного фонда. Наименее изученной к настоящему времени является приростная структура, требующая для определения значительных затрат труда.

Целью статьи является характеристика строения сосновых древостоев по текущему (годовому) приросту деревьев по диаметру на высоте груди, высоте и объему древесного ствола. В качестве объекта исследования были избраны сосняки Подмосковья и Владимирской области. Авторами настоящей статьи – научными сотрудниками



Института лесоведения РАН заложены на территории Серебряноборского опытного лесничества РАН, Звенигородского лесхоза и Биостанции Московского госуниверситета (Московская область) в 1993–1994 гг. 10 пробных площадей в возрастном диапазоне 56–180 лет, и в Андреевском лесхозе (Владимирская область) в 1986–1988 гг. – 9 пробных площадей в древостоях 25–78-летнего возраста.

Наиболее точная оценка приростной структуры требует измерения прироста у каждого дерева. Поскольку сплошная рубка деревьев на пробных площадях в условиях Подмосковья неосуществима, была применена следующая технология получения искомой информации. У каждого дерева на высоте 1,3 м приростным буровом брался керн, на котором измерялся радиальный прирост за последнее пятилетие и рассчитывалась средняя годовичная величина прироста. Затем по уравнениям связи относительных приростов дерева по объему ствола и по высоте с относительным приростом диаметра на высоте груди и возрастом дерева находились значения этих показателей для каждого дерева.

Для этого предварительно определялись параметры упомянутых уравнений. Связь относительного прироста дерева по объему ствола с относительным приростом по диаметру рассчитывалась с привлечением 315 модельных деревьев на 33 пробных площадях в различных регионах Российской Федерации в широком возрастном диапазоне, а связь относительного прироста деревьев по высоте с приростом по относительному диаметру на высоте груди – по 312 модельным деревьям, срубленным на 29 пробных площадях.

Полученные уравнения имеют вид  $P_{ZV} = 35,1 A^{-0,622} P_{ZD}^{0,589}$ ,  $R^2 = 0,902$ ; (1)

$P_{ZH} = 374 A^{-1,52} P_{ZD}^{0,104}$ ,  $R^2 = 0,946$ , (2)

где  $A$  – возраст дерева, лет;

$P_{ZD}$  – годовичный прирост по диаметру на высоте 1,3 м, %;

$P_{ZV}$  – прирост ствола по объему, %;

$P_{ZH}$  – прирост дерева по высоте, %.

Для перехода к абсолютным значениям текущего прироста деревьев использованы таблицы объемов стволов по разрядам высот и формы, предложенные авторами [11]. Древостои на пробных площадях в сосняках Подмосковья отнесены к первому разряду высот и среднему разряду формы древесного ствола.

Для суждения о точности результатов расчетов статистик распределения деревьев в

древостоях на пробных площадях по относительному текущему приросту по объему и высоте ствола, полученных с использованием уравнений (1) и (2), произведена их проверка по данным пробной площади в 89-летнем сосняке со сплошной рубкой деревьев, заложенной В.В. Гончаруком в Красноярском Приангарье. На ней учитывались приросты по диаметру, высоте и объему ствола. Получены следующие экспериментальные и расчетные значения статистик распределения:

	$Z_H$		$Z_V$	
	Эксперимент	Расчет	Эксперимент	Расчет
$x$	0,140	0,125	0,00793	0,00702
$CV$	29,0	13,4	53,2	60,6
$As$	-0,83	-0,70	0,42	0,85
$E$	0,90	0,020	0,17	1,20

При этом приняты следующие обозначения:

$Z_H$  – прирост по высоте;

$Z_V$  – прирост по объему ствола;

$x$  – среднее значение;

$CV$  – коэффициент вариации, %;

$As$  – коэффициент асимметрии кривой распределения деревьев по данному признаку;

$E$  – коэффициент эксцесса.

Как видно из приведенных данных, различия экспериментальных и расчетных значений статистик распределений по  $Z_H$  и  $Z_V$  можно считать приемлемыми для ориентировочной оценки приростных структур древостоев по высоте и объему ствола, за исключением коэффициента вариации деревьев по  $Z_H$ . Расчеты с использованием уравнения (2) существенно занижают его. Для компенсации этого недостатка потребовалось привлечение экспериментальных данных по оценке  $Z_H$  на площадях со сплошной рубкой деревьев (Владимирская область).

Для характеристики структуры древостоя по тому или иному приростному и размерному показателю произведены расчеты статистик распределения деревьев: среднего значения, коэффициента вариации, коэффициентов асимметрии и эксцесса (в программе EXCEL), а также, для более полной оценки, параметры трехпараметрического распределения Вейбулла – сдвига, масштаба и формы (в программе STATISTICA).

Результаты оценки размерной и приростной структуры древостоев сосны на пробных площадях помещены в табл. 1 и 2. Сопряженность структур по средним значениям, размаху и форме кривых распределений средних значений приростов на про-

бных площадях показаны на рис. 1–3. При подготовке графиков исключены сведения о коэффициенте вариации прироста по диаметру и параметре формы уравнения Вейбулла для этого же показателя на пробной площади 3-1994, резко отличающиеся от показателей прочих пробных площадей.

Анализ содержащейся в упомянутых таблицах и рисунках информации позволяет сделать следующие выводы.

Прежде всего следует отметить, что подобранные в обеих областях совокупности пробных площадей однородны по своему лесотипологическому составу и динамике средних размерных показателей древостоев, отличаясь очень малой изменчивостью в ступенях среднего диаметра. Возрастной диапазон пробных площадей охватывает практически все возрастные группы сосняков, представленных в Подмоскowie.

Обращают на себя внимание значительные различия между приростной и размерной структурами, причем это касается как варьирования значений исследуемых признаков, так и формы кривой распределения.

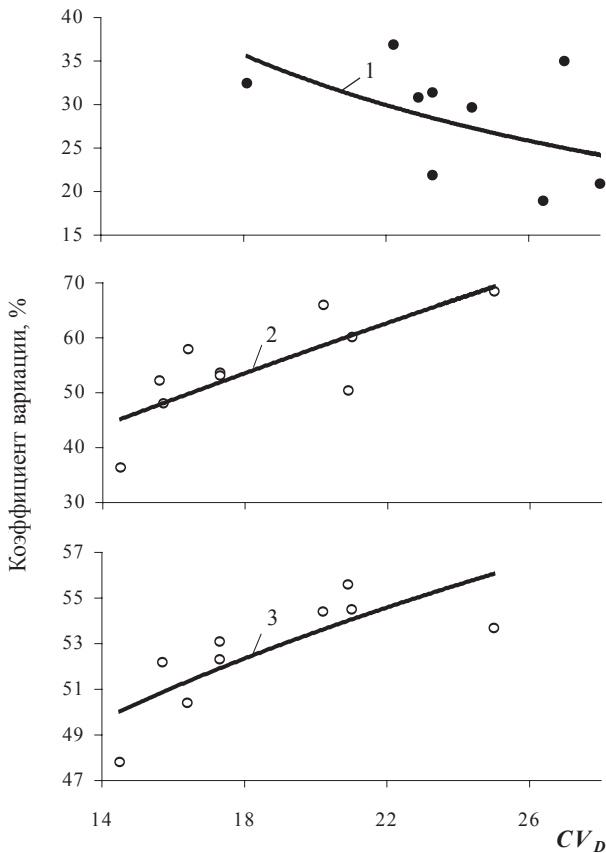


Рис. 2. Сопряженность коэффициентов вариации (%) текущего прироста и размеров деревьев по пробным площадям: 1 – прирост по высоте дерева, 2 – прирост по объему ствола, 3 – прирост по диаметру на высоте 1,3 м,  $CV_D$  – коэффициент вариации диаметра ствола

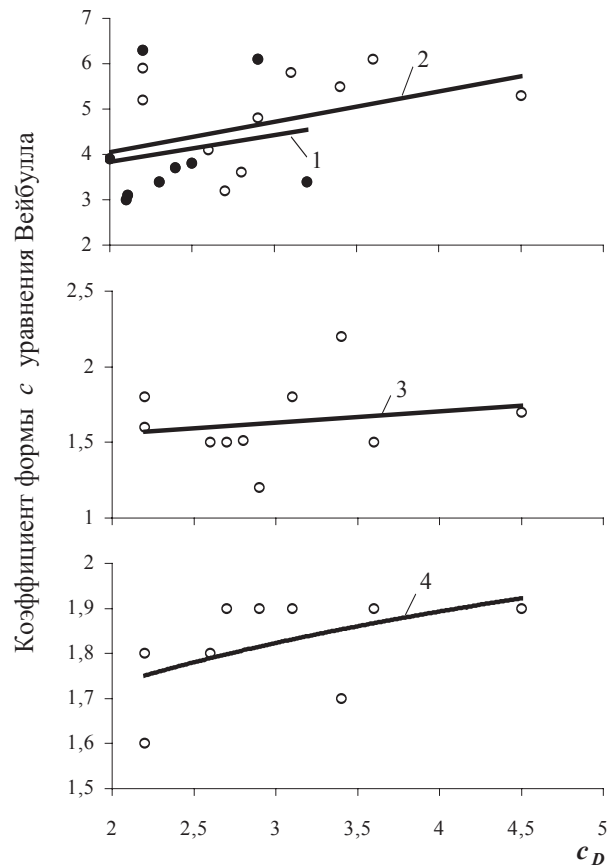


Рис. 3. Сопряженность формы кривых распределений деревьев по приросту в высоту, по объему ствола и по диаметру на высоте 1,3 м с аналогичной кривой по диаметру ствола на пробных площадях: 1 – прирост по высоте дерева, Владимирская область, 2 – то же, Московская область, 3 – прирост по объему ствола, 4 – прирост по диаметру на высоте 1,3 м,  $c_D$  – параметр формы уравнения Вейбулла кривой распределения деревьев по диаметру ствола на высоте 1,3 м

Коэффициенты вариации приростов во всех случаях выше, чем размеров деревьев, а коэффициенты формы первых ниже, чем вторых. Форма кривых распределений приростов по диаметру и объему ствола заметно отклоняется от параметров кривой нормального распределения, а приростов по высоте ствола, напротив, приближается к форме кривой нормального распределения. Эти различия можно объяснить тем, что размер дерева представляет собой суммарный (интегральный) текущий прирост показателя за весь прошлый период жизни дерева, что сглаживает его изменчивость в сравнении с сильно колеблющимся во времени годичным приростом. Более высокий коэффициент асимметрии кривых распределений деревьев по размерным показателям, равно как и снижение коэффициента вариации размерных структур, мотивируется характером изреживания древостоев – отпадом деревьев низших ступеней толщины.

Статистики распределений деревьев сосны по некоторым таксационным показателям на пробных площадях со сплошной рубкой деревьев (Владимирская область)

№ пр. пл.	A	N на 1 га	M	Показатели	x	CV	As	E	Параметры уравнения Вейбулла		
									a	b	c
3-1988	25	4075	187	D	8,9	26,4	0,42	-0,45	4,0	5,5	2,2
				H	12,5	7,5	-0,87	0,93	8,0	4,8	6,0
				Z <sub>H</sub>	0,51	18,9	-0,52	0,69	0,00	0,55	6,3
2-1988	25	4182	177	D	9,6	28,0	0,65	0,18	2,2	8,3	2,9
				H	11,3	10,9	-0,34	-0,00	4,5	7,3	6,4
				Z <sub>H</sub>	0,56	20,9	-1,04	1,24	0,00	0,61	6,1
2-1986	35	2597	322	D	13,3	23,3	0,45	-0,53	7,4	6,7	2,0
				H	16,4	8,5	0,07	0,18	9,2	7,8	5,6
				Z <sub>H</sub>	0,42	21,9	-0,28	-0,19	0,11	0,35	3,9
3-1987	47	1667	335	D	16,0	27,0	0,16	-0,71	6,7	10,5	2,3
				H	18,3	12,2	-0,43	-0,40	8,0	11,2	5,5
				Z <sub>H</sub>	0,31	35,0	-0,71	-0,52	0,00	0,35	3,4
3-1986	51	1429	386	D	18,1	18,1	0,42	-0,00	11,3	7,8	2,1
				H	19,9	9,27	-0,14	-0,12	13,3	7,3	4,1
				Z <sub>H</sub>	0,28	32,5	-0,33	-0,50	0,04	0,27	3,0
2-1987	58	1263	357	D	19,0	24,4	0,27	0,16	5,4	15,2	3,2
				H	19,4	10,8	-0,01	0,22	10,3	9,9	4,8
				Z <sub>H</sub>	0,20	29,7	0,26	1,78	0,01	0,21	3,4
1-1988	60	1042	402	D	20,5	23,3	0,42	-0,13	10,0	11,9	2,4
				H	22,6	10,9	0,04	-0,69	16,5	6,8	2,8
				Z <sub>H</sub>	0,21	31,4	-0,41	-0,07	0,00	0,23	3,7
1-1986	77	687	422	D	25,4	22,2	0,45	0,01	14,4	12,4	2,1
				H	26,0	8,5	-0,14	-0,70	18,6	8,2	3,8
				Z <sub>H</sub>	0,18	36,9	-0,17	-0,56	0,00	0,20	3,0
1-1987	78	510	385	D	28,2	22,9	0,31	-0,19	13,1	16,9	2,5
				H	26,9	8,8	-0,48	0,23	17,7	10,1	4,6
				Z <sub>H</sub>	0,21	30,8	-0,54	0,32	0,00	0,23	3,8
В среднем				D	17,7	24,0	0,39	-0,18	8,3	10,6	2,4
				H	19,3	9,7	-0,26	-0,04	11,8	8,2	4,8
				Z <sub>H</sub>	0,32	28,7	-0,42	0,24	0,02	0,33	4,1

Т а б л и ц а 3

D, см	16	20	24	28	32	36	40	Среднее значение
Z <sub>V</sub> , м <sup>3</sup>	0,002	0,004	0,007	0,012	0,018	0,026	0,035	0,014

Рассматривая параметры приростных структур по различным морфометрическим показателям, можно отметить специфичность каждой структуры по варьированию значений признака и форме кривой распределения деревьев по данному показателю. Наибольшее варьирование свойственно приросту по объему дерева, немногим меньше варьирование прироста по диаметру на высоте груди. Наивысшей однородностью отличается приростная структура по высоте ствола (коэффициент вариации для Z<sub>H</sub> почти в два раза ниже, чем для Z<sub>V</sub> и Z<sub>D</sub>). Форма кривой распределения по текущему приросту объема ствола характеризуется наибольшей правосторонней

асимметрией (c в среднем = 1,6), по диаметру ствола несколько меньшей, также правосторонней асимметрией (c = 1,8). Форма кривой распределения по текущему приросту по высоте имеет совершенно иной вид, отличаясь левосторонней асимметрией (c = 4,1), т.е. у большинства деревьев текущий прирост по высоте имеет значение выше среднего.

Параметры приростной структуры по рассматриваемым признакам связаны с параметрами размерной структуры древостоя, в частности с его структурой по диаметру ствола.

На рис. 2 видно, что коэффициенты вариации прироста по объему ствола и диаметру дерева

существенно возрастают с увеличением изменчивости диаметра на высоте груди, а для прироста по высоте, напротив, наблюдается иная ситуация – его варьирование с увеличением неоднородности древостоя по диаметру уменьшается. Так, коэффициент вариации прироста по диаметру ( $y$ ) связан с  $CV_D$  уравнением

$$y = 28,6CV_D^{0,209}, R^2 = 0,61. \quad (3)$$

Форма приростных кривых распределений деревьев (по  $Z_D$ ,  $Z_V$  и  $Z_H$ ), как видно на рис.3, отличается высокой стабильностью и мало зависит от формы кривых распределений деревьев по размерам ствола, в частности по диаметру дерева на высоте груди.

Можно сделать вывод, что размерная структура в значительной степени определяет уровень однородности древостоев по приросту деревьев и очень слабо отражается на форме кривых распределений деревьев по показателям их прироста.

В исследуемых древостоях наблюдается не только сопряженность приростной и размерной структуры, но и зависимости прироста от размеров деревьев. Так, на пр. пл. 4-1993 текущий прирост дерева по объему (средний в ступени толщины) изменяется с возрастанием диаметра дерева (табл. 3).

Это означает приуроченность левой, наиболее слабо продуцирующей ветви приростных кривых распределений деревьев к низшим ступеням толщины.

Из изложенного можно сделать заключение:

1. Твердо установленные различия между показателями приростной и размерной структуры сосновых древостоев в широком возрастном диапазоне можно считать фундаментально значимыми.

2. Между приростными и размерными структурами существует весьма тесная сопряженность, что дает возможность ориентировочной оценки приростной структуры через показатели ее размерной структуры.

3. Установленная амплитуда варьирования текущего прироста древостоя позволяет рассчитать число измерений (модельных деревьев) для достижения заданной точности результатов при изучении приростной структуры древостоев.

4. Знание приростной структуры и ее связи с размерами деревьев подтверждает целесообразность назначения в рубку при уходе за древостоем экземпляров низших рангов толщины.

5. Использованная авторами технология оценки текущего прироста растущих деревьев по объему и высоте через измерение их радиально-го прироста позволяет без разрушения древостоя получить нужную информацию с приемлемой точностью при минимальных трудозатратах.

### Библиографический список

1. Гончарук, В.В. Текущий прирост сосняков Приангарья и его использование при лесоустройстве: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / В.В. Гончарук. – Красноярск, 1985. – 23 с.
2. Лебков, В.Ф. Закономерности строения древостоев сосны по элементарной густоте (площади питания дерева) / В.Ф. Лебков // Закономерности роста и производительности древостоев. – Каунас: ЛитСХА, 1985. – С. 46–49.
3. Лебков, В.Ф. Типы строения древостоев / В.Ф. Лебков // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 12–23.
4. Лебков, В.Ф. Динамика распределений деревьев сосны по морфометрическим показателям ствола и кроны / В.Ф. Лебков // Лесоведение. – 1990. – № 5. – С. 57–69.
5. Лебков, В.Ф. Плотностная структура древесных ценозов сосны / В.Ф. Лебков // Лесоведение. – 1991. – № 3. – С. 3–13.
6. Лебков, В.Ф. Дендрометрические основы структурно-динамической организации древесных ценозов сосны: дисс. ... д-р биол. наук / В.Ф. Лебков. – М., 1992. – 43 с.
7. Лебков, В.Ф. Возраст крон деревьев в сосновых древостоях / В.Ф. Лебков // Лесоведение. – 1993. – № 4. – С. 58–65.
8. Лебков, В.Ф. Структура и динамика сосняков по соотношениям массы хвои и биометрических показателей деревьев / В.Ф. Лебков, Н.Ф. Каплина // Лесоведение. – 1997. – № 5. – С. 67–76.
9. Лебков, В.Ф. Закономерности формы ствола хвойных и лиственных пород / В.Ф. Лебков, Н.Ф. Каплина // Лесной вестник. – 2001. – № 5. – С. 49–55.
10. Лебков, В.Ф. Строение древостоев сосны и ели в чистых и смешанных насаждениях по форме ствола и его возрастная динамика / В.Ф. Лебков, Н.Ф. Каплина // Лесная таксация и лесоустройство. – 2003. – № 1(32). – С. 37–41.
11. Лебков, В.Ф. Объемы стволов деревьев хвойных и лиственных пород по разрядам высот и формы ствола / В.Ф. Лебков, Н.Ф. Каплина // Лесное хозяйство. – 2004. – № 3. – С. 24–26.
12. Лебков, В.Ф. Структурная организация высокопродуктивных сосновых древостоев Центра Европейской части России / В.Ф. Лебков, Н.Ф. Каплина // Структурно-функциональная организация и динамика лесов. – Красноярск, 2004. – С. 55–57.
13. Лебков, В.Ф. Текущий древесный прирост одновозрастных сосняков / В.Ф. Лебков, Н.Ф. Каплина // Лесное хозяйство. – 2005. – № 6. – С. 32–34.

## РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА ПРИМЕРЕ УФИМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА

Г.А. ЗАЙЦЕВ, *доц., ст. науч. сотр. Института биологии УНЦ РАН, канд. биол. наук,*  
Д.В. СКОТНИКОВ, *асп. Института биологии УНЦ РАН*

Создание в крупных промышленных центрах (таких, как Уфимский) устойчивых древесных насаждений способных выполнять роль фитофилтра, попрежнему является актуальной задачей государственного масштаба. Благоприятное влияние деревьев, способствующее созданию более благоприятных условий для здоровья и жизнедеятельности людей, осуществляется за счет поглощения значительной части газообразных загрязнителей из воздуха. В то же время превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе ухудшает рост и состояние лесов [3, 10]. Поэтому в основу создания устойчивого фитофилтра должен быть положен принцип правильного подбора видов деревьев. Было установлено, что засухоустойчивые растения являются более газоустойчивыми [8]. Для функционирования фитофилтра необходимо, чтобы древесные виды, входящие в его состав, были способны сохранять в техногенных условиях без изменений способность к росту и возобновлению естественным путем. Фитофилтр характеризуется годичной ритмикой периодичности в поглощении, увеличением емкости поглощения с возрастом по мере увеличения биомассы, способностью к самоочистке за счет ежегодного листопада, повышенной чувствительностью к внешним факторам и ограниченным запасом прочности, а также способностью к «автоматическому ремонту» за счет регенерации поврежденных органов [1].

Несмотря на то, что некоторыми авторами указывается меньшая газоустойчивость хвойных пород по сравнению с лиственными [12], введение хвойных вечнозеленых видов в состав санитарно-защитных лесонасаждений имеет преимущества, а именно: промышленный фитофилтр действует круглый год. Еловые леса обладают лучшей способностью задерживать аэрозольные загрязнения за счет большей площади поверхности, постоянной в течение всего года. В этом отношении лиственные породы проигрывают вечнозеленым хвойным. Установлено, что влияние загрязнения воздуха на надземную часть некоторых хвойных пород деревьев приводит к

следующим изменениям: при сильном загрязнении уменьшается прирост боковых побегов, средняя длина хвои и ее масса, усиливается ее опад. Имеются данные значительного снижения количества хлорофилла в хвое при увеличении загрязнения. Эти закономерности характерны для всех возрастов хвои у всех видов. Замечено, что у ели сибирской и сосны сибирской данные тенденции выражены сильнее [8]. Воздействие промышленных загрязнителей на корневые системы древесных растений в настоящее время слабо изучено. Вместе с тем деревья, чья надземная часть сильно поражена техногенными выбросами, продолжают существовать благодаря особенностям строения их корневых систем [13].

Согласно Государственному докладу [4] для Уфимского промышленного центра характерно преобладание углеводородного промышленного загрязнения с преимущественным содержанием в составе выбросов смесей предельных и непредельных углеводородов с участием окиси углерода, окислов азота, сероводорода, сернистого газа и ряда других соединений. Индекс загрязнения атмосферы г. Уфы определяется высокой концентрацией формальдегида и бенз(а)пирена. И.Ю. Никитин [9] установил, что углеводородное загрязнение оказывает заметное влияние на анатомическое строение листьев (хвои), в частности на состояние устьичного аппарата листьев деревьев. Замечено возрастание числа устьиц на 1 мм<sup>2</sup> листа с увеличением загазованности воздуха. Подобные данные были получены в исследованиях Н.В. Гетко и С.А. Сергейчик [2].

Реакция корневых систем светлохвойных лесообразователей (сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева) на нефтехимическое загрязнение исследовалось ранее [5]. Было установлено, что в условиях загрязнения данного типа наблюдается увеличение корненасыщенности почвы; в насаждениях сосны обыкновенной доля поглощающих корней уменьшается, а доля полускелетных – увеличивается. В насаждениях лиственницы Сукачева в условиях загрязнения доля поглощающих корней увеличивается. Также отмечены

изменения в анатомической структуре корней. Завершая литературный обзор проблемы, следует заметить, что воздействие углеводородного типа

загрязнения воздуха на лесные сообщества имеет специфические особенности, требующие дальнейшего изучения.

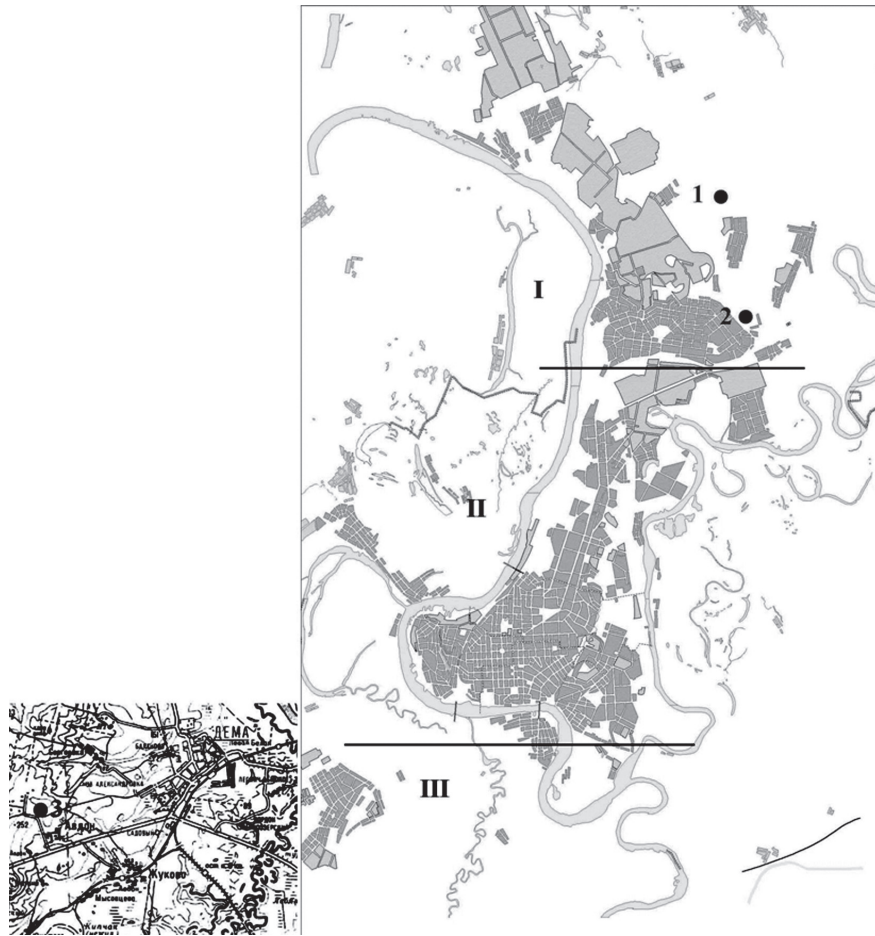


Рис. 1. Схема размещения пробных площадей, заложенных в насаждениях ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) Уфимского промышленного центра. 1, 2, 3 – пробные площади; I, II, III – зоны сильного загрязнения, среднего загрязнения, относительного контроля

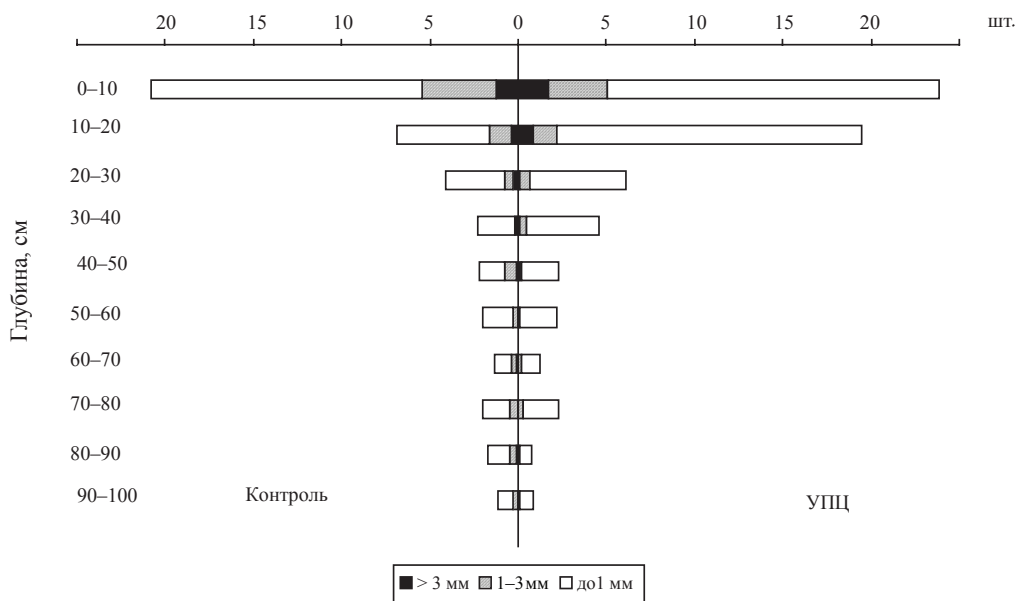


Рис. 2. Количество выходов корней ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) (в пересчете на 1 дм<sup>2</sup>) в условиях углеводородного типа загрязнения воздуха Уфимского промышленного центра

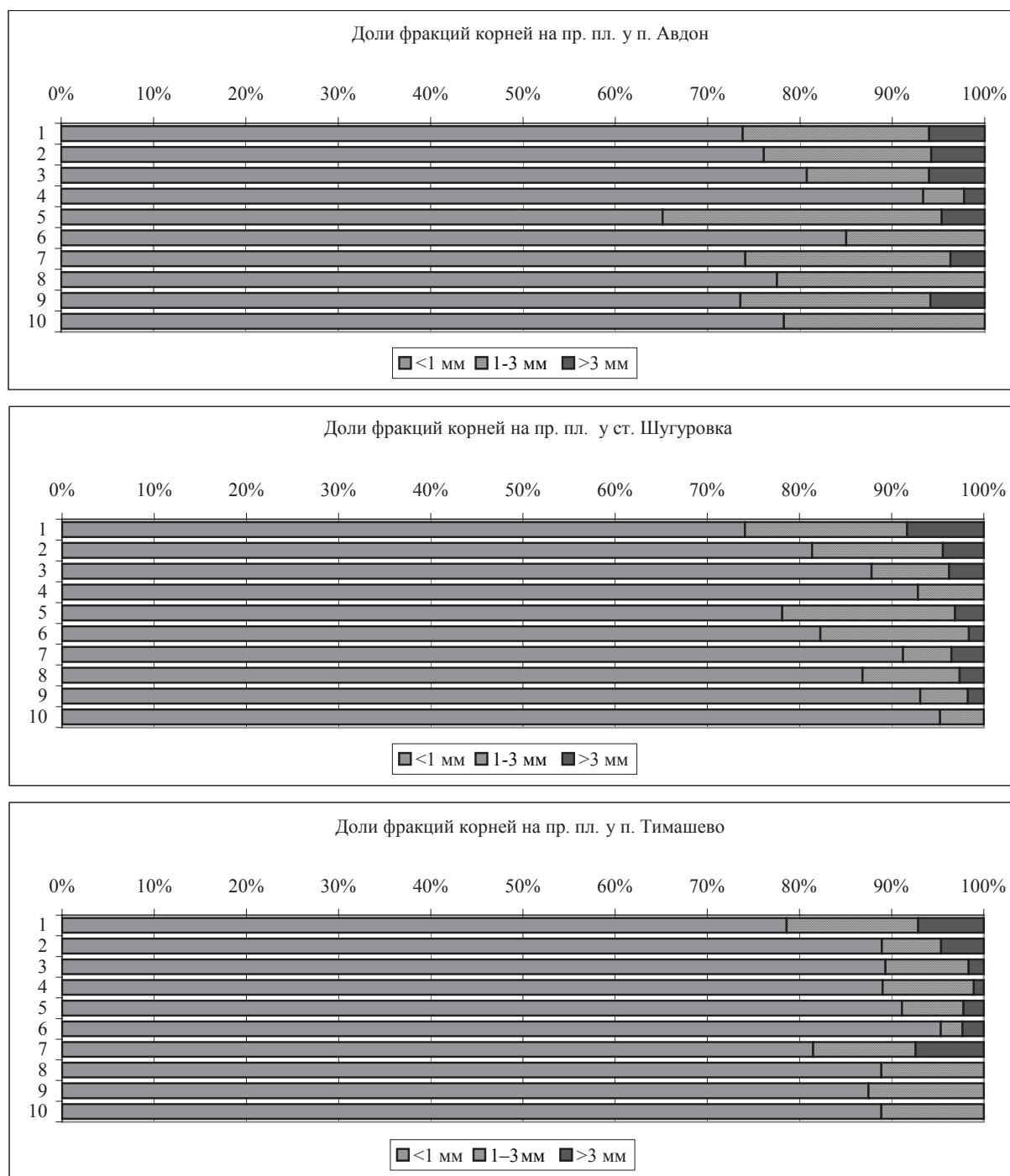


Рис. 3. Фракционный состав корневой системы ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) при различных степенях нефтехимического загрязнения воздуха

Цель данной работы – изучение особенностей развития корневых систем ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях углеводородного типа загрязнения воздуха. Для этого были заложены 3 пробные площади на различной отдаленности от нефтехимических предприятий Уфимского промышленного центра (УПЦ): первая – возле поселка Тимашево (зона сильного загрязнения), вторая – рядом со станцией «Шугуровка» (зона среднего загрязнения) и третья – у поселка Авдон (зона относительного контроля).

Возраст деревьев составлял около 30–50 лет на всех участках, насаждения входят в один класс возраста. Во всех случаях имели место относительно чистые посадки ели без примеси иных пород с составом древостоя 10Е (рис. 1).

На каждой пробной площадке было сделано по одной траншее с вертикальной площадью среза грунта 2 м<sup>2</sup> с расстоянием от ближайшего дерева 70–80 см (исследуемая площадь – 1 м в глубину и 2 м в длину). Закладка траншей проводилась во второй половине вегетационного пе-

риода (август-октябрь). Корневые системы ели исследовались по методу «среза» [7]: площадь среза грунта делится на 100 прямоугольников 20 × 10 см, затем на миллиметровке зарисовываются все выходы корней у каждого прямоугольника в масштабе 1 : 2. При зарисовке корни делятся на 3 группы по диаметру: меньше 1 мм (поглощающие), от 1 до 3 мм (полускелетные) и больше 3 мм (скелетные) [6]. Измерения диаметра корней проводились штангенциркулем, длину и высоту монолитов измеряли линейкой. Полученные данные были занесены в компьютер и обработаны в программе Excel 2002.

После обработки собранных материалов были замечены следующие тенденции. При увеличении загрязнения наблюдается заметное увеличение среднего количества выходов поглощающих корней в горизонтах 10–20 и 30–40 см, а также полускелетных корней в горизонте 30–40 см и скелетных корней на глубине 0–20 и 50–70 см (в пересчете на 1 дм<sup>2</sup>). При этом наблюдается увеличение загрязнения, среднее количество выходов полускелетных корней на глубине 40–100 см снижается. Общее среднее количество выходов корней на 1 дм<sup>2</sup> возрастает с увеличением загрязнения на глубине 10–40 см. В целом можно сказать, что общее количество выходов корней с повышением загрязнения возрастает: разница между зонами сильного загрязнения и контроля составляет приблизительно 43 % (рис. 2).

Общее количество выходов корней на глубине 0–20 см сравнительно одинаково во всех зонах, однако прослеживается следующая тенденция. В контроле большая часть выходов корней (почти половина от общего количества) находится в слое почвы 0–10 см. При повышении загрязнения количество выходов корней в обоих горизонтах почти сравнивается. При определении доли каждой фракции корней отмечено, что с увеличением загрязнения доля фракции поглощающих корней возрастает на всех уровнях глубины, а доля фракции скелетных корней – только на глубине 0–10 см. При этом доля фракции полускелетных и скелетных корней с увеличением загрязнения уменьшается на всех уровнях глубины (рис. 3).

Полученные результаты выявляют особенности строения корневых систем ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях смешанного типа загрязнения воздуха с преобладанием углеводородной составляющей, которые заключают-

ся в перераспределении корневой массы по всем горизонтам почвы, а также в увеличении корневых насыщенных. Данные изменения рассматриваются нами как адаптивные реакции ели сибирской на действие нефтехимического загрязнения, направленные на обеспечение устойчивого роста и развития данного лесообразователя в экстремальных лесорастительных условиях Уфимского промышленного центра.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (МК 5076.2006.4) и Российского фонда фундаментальных исследований (гранты №№05-04-97901, 05-04-97903, 05-04-97906).

### Библиографический список

1. Баталов, А.А. Санитарно-защитные функции лесных насаждений и проблемы оптимизации условий сельскохозяйственного производства в промышленных районах Башкортостана / А.А. Баталов, А.Ю. Кулагин // Дендрология: техногенез и вопросы лесовосстановления. – Уфа: Гилем, 1996. – С. 9–23.
2. Гетко, Н.В. О роли устьиц в приспособлении растений к условиям загрязнения атмосферного воздуха / Н.В. Гетко, С.А. Сергейчик // Интродукция растений и оптимизация окружающей среды средствами озеленения. – Минск: Наука и техника, 1977. – С. 161–164.
3. Гетко, Н.В. О газопоглощительной способности хвойных / Н.В. Гетко, Ю.З. Кулагин, Э.М. Яфаев // Экология хвойных БФАН СССР. – Уфа, 1978. – С. 112–131.
4. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды республики Башкортостан в 2003 году. – Уфа, 2004. – 240 с.
5. Зайцев, Г.А. Особенности формирования корневых систем сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) в техногенных условиях Предуралья (Уфимский промышленный центр): дисс. ... канд. биол. наук / Г.А. Зайцев – Уфа: Институт биологии УНЦ РАН, 2000. – С. 13–15.
6. Калинин, М.И. Корневедение: учебное пособие / М.И. Калинин. – Киев: УМК ВО, 1989. – 196 с.
7. Колесников, В.А. Методы изучения корневой системы древесных растений / В.А. Колесников. – М.: Лесная пром-сть, 1972. – 152 с.
8. Кулагин, Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 125 с.
9. Никитин, И.Ю. Проблема индустриальной дендрологии и нефтехимического производства И.Ю. Никитин // Дендрология, техногенез, вопросы охраны природы: сб. науч. тр. – Уфа: БФАН СССР, 1987. – С. 18–19.
10. Николаевский, В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.
11. Сметанина, Е.Э. Адаптация хвойных в антропогенных условиях / Е.Э. Сметанина // Леса Башкортостана: современное состояние и перспективы: Материалы научно-практической конференции. – Уфа, 1997. – С. 87.
12. Ткаченко, М.Е. Общее лесоведение / М.Е. Ткаченко. – М.-Л.: Гослесбуиздат, 1952. – 599 с.
13. Ярмишко, В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере / В.Т. Ярмишко. – СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 1997. – 210 с.



## ЛЕСОВОДСТВЕННО-РЕКРЕАЦИОННАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПРИ МАССОВОЙ РЕКРЕАЦИИ В ВОДООХРАННО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСАХ МАРИЙСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

В.А. ЗАКАМСКИЙ, доц. каф. лесоводства МарГТУ, канд. с.-х. наук,

А.А. КРЫЛОВА, ст. препод. каф. лесоводства МарГТУ,

Н.А. ВЛАСОВА, ст. препод. каф. таксации и лесоустройства МарГТУ

Рекреационное лесопользование на сегодняшний день является одной из актуальных, но недостаточно изученных проблем в области лесного хозяйства. Можно считать критическим использование леса для отдыха, причем как в организованных базах и лагерях, так и при самостоятельном стационарном туризме [11–13]. Проблематичность работы и в наличии большого количества методик исследований. На сегодняшний день нет единой системы анализа воздействия рекреации, дающей четкие представления о сложившейся ситуации и приспособленной к природным комплексам в местах рекреации.

Целью научного изыскания является рассмотрение хода рекреационной дигрессии лесных территорий в местах массового отдыха и проведение лесоводственно-рекреационной оценки устойчивости фитоценозов к антропогенным нагрузкам в лесах республики Марий Эл для рационального природопользования.

Первоначально была поставлена задача разработать шкалу оценки состояния лесных территорий для насаждений в учреждениях отдыха в зависимости от степени воздействия антропогенных факторов и упрощенный метод оценки жизнеспособности деревьев хвойных пород в водоохранно-рекреационных лесах. В качестве объектов выбраны лесные насаждения, являющиеся местами массовой рекреации в течение всего весенне-летнего сезона. С увеличением числа посетителей в них непрерывно растут рекреационные нагрузки [1–7].

Работа проводилась с 1997 г. и велась в течение 9 лет, включая 2005 г. Для регламентации исследований был разработан алгоритм (рис. 1), апробированный для объектов Среднего Поволжья [1, 5, 6].

На первом этапе рассматривается проблематика использования водоохранных лесов для отдыха населения. Изучается состояние рекреационного потенциала территорий Республики Марий Эл. Определяется программа и методика исследований.

Второй этап включает оценку устойчивости к действию рекреации ландшафтов вокруг водных объектов, расположенных в зоне водоохранно-рекреационных лесов, и дигрессию насаждений на крутых склонах берегов рек и озер в местах массового отдыха.

Для достижения поставленной цели проводится лесоводственно-рекреационная оценка компонентов лесных фитоценозов в рекреационных условиях, а также характер происходящих в них антропогенных сукцессий в зависимости от интенсивности и вида рекреационных нагрузок с учетом экологических условий [5, 6].

При изучении были выделены стадии рекреационной дигрессии с оценкой вытоптанной площади [8].

Для оценки устойчивости древостоев использовали шкалу категорий состояния деревьев согласно «Санитарным правилам в лесах РФ» (1992) Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации, но в ходе восьмилетних исследований были выделены особенности для экспресс-характеристики состояния деревьев хвойных пород, которые объединили в шкалу оценки рекреационной жизнеспособности (табл. 1) [6].

Проведенные исследования в ряде оздоровительных учреждений, расположенных на озере Яльчик НП «Марий Чодра», указывают на существенное снижение числа жизнеспособных деревьев с I стадии дигрессии к V, на которой, в свою очередь, отмечается увеличение количества деревьев с нарушенной и утраченной жизнеспособностью (рис. 2) [6].

Полученные результаты анализа и проведенные наблюдения за состоянием территорий мест массовой рекреации, ходом их использования и спецификой течения деградации лесной среды антропокультурных комплексов различного профиля и инфраструктуры леги в основу разработанной нами шкалы определения стадий деградации лесных территорий (табл. 2) [3, 5–7].

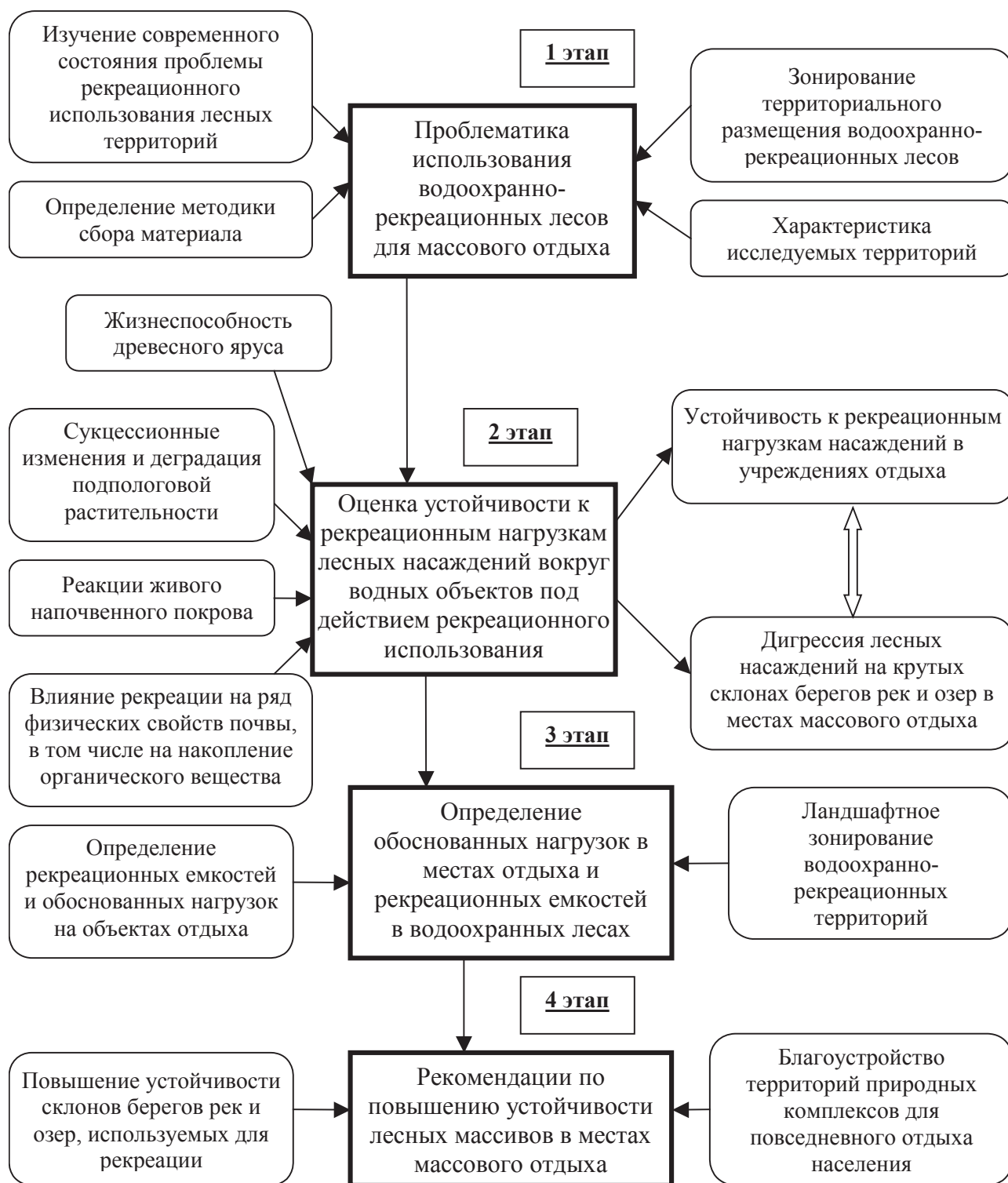


Рис. 1. Алгоритм исследования устойчивости к рекреационным нагрузкам фитоценозов в рекреационных лесах, используемых для повседневного отдыха

Используя обе шкалы, провели оценку состояния лесных территорий в 35 оздоровительных учреждениях различного профиля в зоне водоохранных рекреационных лесов Республики Марий Эл. Это наиболее известные как в республике, так и за ее пределами базы и

лагеря отдыха, расположенные на озерах Яльчик, Кичиер, Шап, Таир и Лесное, а также на берегах реки Волги. Исследования затронули и береговую полосу реки Волги в национальном парке «Самарская Лука» Самарской области [1–7].

**Шкала оценки рекреационной жизнеспособности деревьев хвойных пород [6]**

Категории деревьев	Признаки состояния
Жизнеспособные	Крона густая, хвоя зеленая, выглядит естественно, размер текущего прироста по диаметру последнего года является нормальным для данной породы, возраста, сезона и условий местопроизрастания. Дерево не имеет механических повреждений. Следы поражения вредителями и болезнями единичны. Усыхание ветвей не более 5 %.
Жизнеспособность нарушена	Ажурность кроны четко выражена, хвоя светло-зеленая, блестящая, может быть частично повреждена, прирост по диаметру снижен до половины нормы, встречаются небольшие механические повреждения размером не более 1/3 ствола, возможно оголение и усыхание отдельных корневых лап, вредители и болезни не распространены. Усохших ветвей до 20 %.
Жизнеспособность утрачена	Крона сильно ажурная, хвоя с повреждениями, желтоватая, иногда серая, матовая, прирост очень слабый или отсутствует, усыхание кроны более 20 %. Ствол поврежден механически более чем на 1/3 поверхности ствола на высоте 1,3 м. Поверхностная корневая система оголена почти полностью, имеет механические травмы, много усохших корневых лап. Отмечаются очаги вредителей, распространены болезни, доминируют рак и стволовые гнили. Деревья усыхают, встречается сухостой как текущего года, так и прошлых лет.

**Стадии деградации лесных территорий в учреждениях отдыха под влиянием высоких рекреационных нагрузок [6]**

Стадии деградации	Характеристика стадий
I	Территория имеет хорошо организованную инфраструктуру с надлежащим благоустройством. Проведено озеленение с использованием живых изгородей, газонов и клумб. Доминируют двух-, трехэтажные постройки из кирпича, бетона и дерева для проживания отдыхающих с разным количеством комнат. Более 25 % дорожно-тропиночной сети имеет твердое покрытие. Размер выбитых участков и троп не превышает 25 %. Не менее 50 % территории облесено. В составе древостоя до 30 % жизнеспособных деревьев, 45–50 % деревьев имеют нарушенную жизнеспособность, 25–30 % жизнеспособность утратили. В живом напочвенном покрове преобладают лесные виды с наибольшей встречаемостью и фитомассой. Проективное покрытие травянистой растительности территории составляет 70 % и более. Состояние подроста хорошее, преобладает благонадежное разновозрастное возобновление с равномерным размещением. Подлесок разнообразен, доминируют типичные для данных лесорастительных условий виды, в составе не более 3 занесенных пород.
II	Организация и инфраструктура удовлетворительная, недостаточно емкостей для мусора, но захламленность небольшая. Постройки разнообразны как по характеру, так и по строению. Застроенность территории средняя. Площадь дорожно-тропиночной сети с твердым покрытием не превышает 15–20 %, выбитые участки занимают больше 30 % земли. Облесено менее 50 % территории. В древостое 15–20 % деревьев жизнеспособны, у 30–35 % жизнеспособность нарушена, более 60 % ее утратили. Живой напочвенный покров составляют как лесные, так и луговые виды, встречается сорная растительность. Общее проективное покрытие менее 60 %. Подрост большей частью сомнительный, местами угнетен, распространен неравномерно, общее состояние удовлетворительное. В подлеске встречается большое количество занесенных не типичных для данных лесорастительных условий видов.
III	Территория организована слабо, избыточная захламленность свидетельствует о недостатке мусорных емкостей и требует уборки. Площадь избыточно застроена, в большинстве своем это щитовые одноэтажные двух-, трехместные домики. Дорожек с твердым покрытием недостаточно, не более 10 % от площади лагеря. Выбитые площади и хаотичные тропы занимают 35 % и больше. Озеленение слабое, достигает лишь 30 % от общего размера территории учреждения отдыха. В древостое преобладают деревья, утратившие жизнеспособность – более 65 %, 25–30 % с нарушенной жизнеспособностью и не более 10 % жизнеспособных деревьев. Живой напочвенный покров испытывает повышенные нагрузки, в составе преобладают луговые и сорные виды, местами встречаются полностью оголенные участки, часто не имеющие даже подстилки. Общее проективное покрытие меньше 50 %. Возобновление слабое, подрост угнетен, размещен неравномерно. В составе преобладают не характерные для данного типа леса виды. Местами подрост отсутствует совсем или представлен небольшими куртинами размещенных, в основном, у основания взрослых деревьев. Подлесок подавлен, большинство видов не типичны для лесных территорий.

Как показали результаты исследований, во всех оздоровительных учреждениях Республики Марий Эл отмечается замена лесного ландшафта декоративным лесопарковым благоустройством, нет ни одной базы или лагеря, где бы сохранилась первозданная красота лесной природы. По сте-

пени устойчивости к рекреационным нагрузкам лесных фитоценозов большая их часть (48,6 %) отнесена ко II стадии деградации, состояние 37,1 % критическое, они отнесены к III стадии. Лишь 14,3 % учреждений характеризуются I стадией устойчивости к рекреационной деградации.

Деградация антропокультурных комплексов зависит и от инфраструктуры: если преобладают многоэтажные каменные здания, то часть площади будет менее подвержена рекреационному воздействию. При этом более высокой степенью дигрессии отличаются территории вокруг корпусов. Однако этот вопрос решается с помощью садово-паркового благоустройства. С преобладанием небольших щитовых домиков, расстояние между которыми иногда не превышает 1,0 м, дигрессия по площади распространена более широко. При этом деградирует большая часть лесного фитоценоза, восстановление растительности и благоустройство затрудняется.

Рекреационная дигрессия связана с размером площади и размещением объектов в акваториях: чем больше площадь антропогенного комплекса, тем равномернее распространена деградация насаждений, но ее влияние слабее; при небольших площадях и высокой степени застройки дигрессия имеет очень высокий уровень, часто проявляется в полном разрушении лесной среды.

Близость к водным объектам служит одним из важнейших показателей степени воздействия на насаждения. На территориях около водоемов, на их берегах и пляжах скапливается самое большое количество отдыхающих. Здесь высокая плотность посетителей отмечается даже в ночное время.

Отдельно следует выделять деградацию территорий детских оздоровительных комплексов. Чаще всего здесь для размещения построек и площадок используется только центральная часть, окраины бывают не застроены и не эксплуатируются. Уровень рекреационного использования центральной части очень высок, степень ее благоустройства обычно незначительна.

Применение методики оценки деградации лесных территорий в учреждениях отдыха под влиянием высоких рекреационных нагрузок позволит наиболее рационально вести организацию лесных природных комплексов. В этом случае считаем целесообразным выделять такие территории как самостоятельную классификационную единицу с комплексным подходом оценки состояния лесных ландшафтов, с учетом степени благоустройства и особенностей инфраструктуры.

Использование предложенной шкалы даст возможность не только рационально планировать работы по благоустройству в зонах массового отдыха, но и расширит возможности проведения на них лесовосстановления. Важно отметить, что выделение территории антропокультурных комплексов как самостоятельных классификационных единиц облегчит работу специалистов лесного хозяйства и, что самое главное, внесет изменения в рекреационное природопользование.

Для определения жизнеспособности деревьев хвойных пород в водоохранно-рекреационных лесах рекомендуем использовать разработанный упрощенный метод лесоводственно-рекреационной оценки, опробованный при мониторинговых исследованиях в ряде мест на озерах и реках Республики Марий Эл и Самарской области [3, 5, 6].

Например, одним из показателей определения степени влияния рекреационных нагрузок является изменение фитомассы наземной части живого напочвенного покрова. Полученные результаты дают возможность определить, какую долю органической массы производит тот или иной вид, входящий в фитоценоз [4, 6, 8].

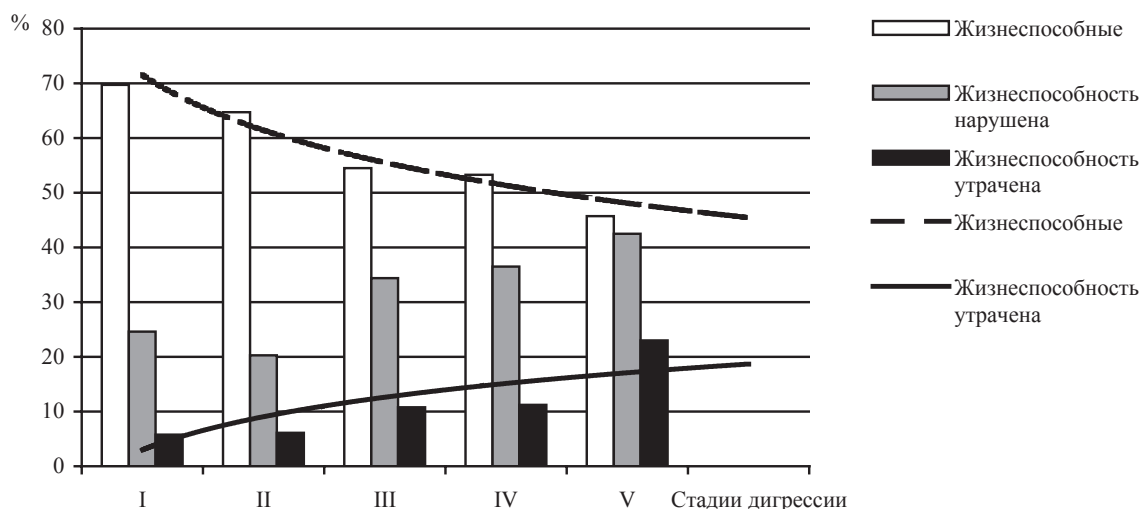


Рис. 2. Распределение деревьев в учреждениях отдыха по степени рекреационной жизнеспособности

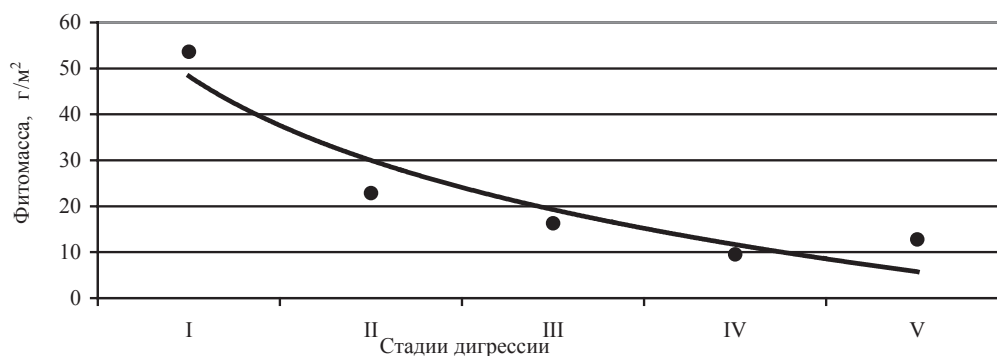


Рис. 3. Динамика изменения фитомассы надземной части живого напочвенного покрова по стадиям рекреационной дигрессии

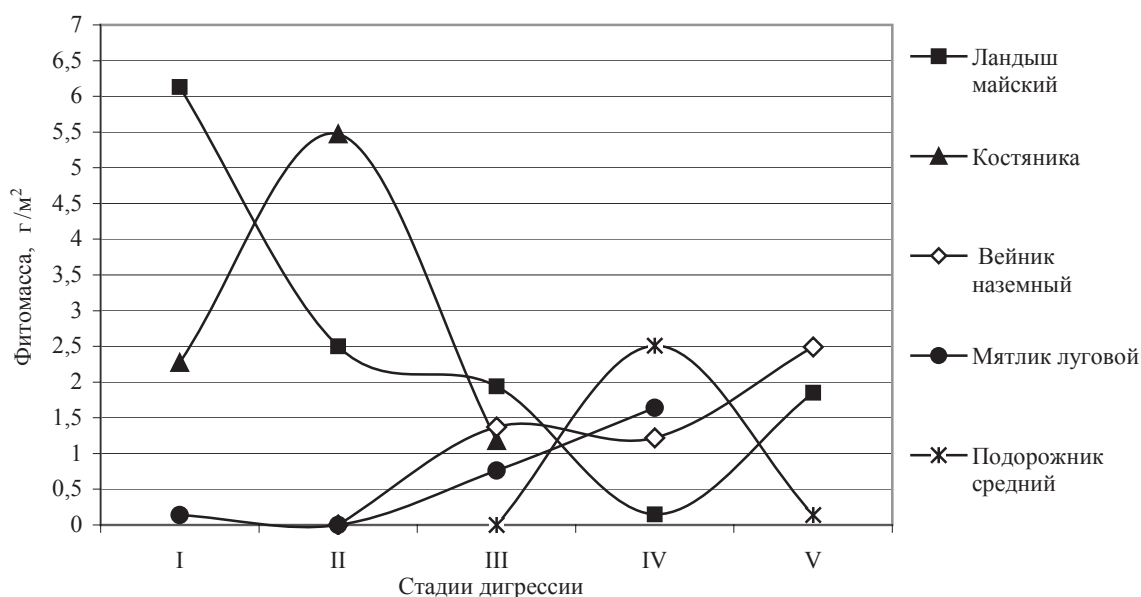


Рис. 4. Влияние рекреационных нагрузок на фитомассу травянистой растительности

Выявлено, что под влиянием рекреационных нагрузок происходит изменение всех основных показателей состояния живого напочвенного покрова, в т.ч. и общей фитомассы надземной части растений по стадиям рекреационной дигрессии (рис. 3).

Влияние рекреационных нагрузок на фитомассу травянистой растительности различных экологических групп наиболее четко можно выразить, применив градиентный анализ (рис. 4). Виды разных экологических групп по стадиям дигрессии распределяются индивидуально. По рис. 4 видно, что фитомасса лесных видов (ландыш майский, костяника) с ростом дигрессии снижается. В свою очередь, такие виды, как вейник наземный и мятлик луговой, наращивают надземную массу к V стадии.

Проявляется закономерность снижения числа лесных видов и доминирования сорной и луговой растительности на территориях антропокультурных комплексов с ростом рекреационных нагрузок на лесные насаждения. [12, 13].

На третьем этапе осуществляется ландшафтное зонирование с расчленением территорий по степени сходства и различия их внутренней структуры, направленности динамических процессов, отличающихся по комплексам признаков.

Например, в ходе исследований прибрежных территорий вокруг водных объектов выделили три зоны:

1) зону учреждений отдыха, включающую земли баз и домов отдыха, а также пятидесятиметровую полосу, непосредственно прилегающую к границам объектов;

2) зону массовой рекреации, включающую участки, используемые для кошевых, бивачных, а также «часовых» стоянок;

3) зону косвенного влияния рекреации, территории, соседствующие с антропокультурными комплексами и зонами массовой рекреации, но напрямую не затронутые рекреационным использованием.

В рассматриваемом случае ландшафтное зонирование позволит регламентировать уровень рекреационного использования, даст возможность получать более высокий доход от отдыха и туризма путем привлечения желающих на рационально организованные привлекательные и удобные природные комплексы. И самое главное, такое ведение хозяйства будет способствовать снижению рекреационного воздействия на рекреационные насаждения [2, 3, 7, 9].

Дальнейшая исследовательская работа должна быть направлена на определение обоснованных нормативных рекреационных нагрузок и их сравнение с фактическим давлением рекреантов на лесные территории. Для всех изучаемых природных комплексов определяется емкость, т.е. размер способности и привлекательности для отдыха территории обеспечивать некоторому числу отдыхающих психофизический комфорт и спортивно-укрепляющую деятельность без деградации природной среды [14].

Заключительный четвертый этап позволяет выявить мероприятия по повышению устойчивости природных комплексов в местах массового отдыха. Особое внимание при этом уделяется лесовосстановлению и берегоукреплению крутых склонов водных объектов, используемых для рекреации [2, 3, 7].

Выявлены следующие особенности:

1. Территории учреждений отдыха следует считать самостоятельными классификационными единицами с комплексным подходом оценки состояния лесной среды, учетом степени благоустройства и особенностей инфраструктуры. Предлагаем использовать опробованную шкалу оценки устойчивости лесных территорий антропокультурных комплексов в зависимости от степени рекреационных изменений в них.

2. Для оценки деградации лесных фитоценозов береговых склонов в зоне массового отдыха следует выделять стадии дигрессии крутых склонов по оценочной шкале.

3. Для всех озер, рек и береговой полосы Республики Марий Эл необходимо проведение полного ландшафтного зонирования прибрежных территорий с выделением зон рекреации, определением их емкостей и обоснованием нормативных рекреационных нагрузок.

Научные результаты исследования внедрены на ведущих предприятиях лесного хозяйства и экологии Республики Марий Эл и Самарской об-

ласти. Полученные в ходе исследований выводы используются при подготовке специалистов лесного хозяйства и природопользования Марийского государственного технического университета.

#### Библиографический список

1. Аглиуллин, Ф.В. Состояние и рекреационная емкость прибрежных лесов озер национального парка «Марий Чодра» / Ф.В. Аглиуллин, В.А. Закамский, С.А. Денисов / Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000 – 63 с.
2. Лесоводственно-рекреационная оценка воздействия рекреации на лесные экосистемы в местах массового отдыха вдоль реки Волга Марийского Заволжья (г. Волжск – плотина Чебоксарской ГЭС) / В.А. Закамский, А.В. Кусакин, А.А. Крылова и др. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. – 189 с.
3. Лесоводственно-рекреационная оценка воздействия рекреации на лесные экосистемы в местах массового отдыха вдоль реки Волга Марийского Заволжья (Ч.2 плотина Чебоксарской ГЭС – п. Юрино) / В.А. Закамский, А.В. Кусакин, А.А. Крылова. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 185 с.
4. Крылова, А.А. Оценка изменения видов живого напочвенного покрова под влиянием рекреационных нагрузок в спортивно-оздоровительном лагере «Политехник» / А.А. Крылова: тр. науч. конф. по итогам науч.-исслед. работы МарГТУ. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – С. 26–29.
5. Крылова, А.А. Устойчивость сосновых древостоев к рекреационным нагрузкам в учреждениях отдыха национального парка «Марий Чодра» / А.А. Крылова: юб. сб. статей студ., асп. и докторантов по итогам научно-техн. конф. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003 – С. 55–59.
6. Крылова, А.А. Исследования устойчивости лесных фитоценозов при массовой рекреации в учреждениях отдыха Республики Марий Эл / А.А. Крылова, В.А. Закамский // Пути рационального воспроизводства, использования и охраны лесных экосистем в зоне хвойно-широколиственных лесов: сб. науч. чтений, посв. 70-летию засл. лесовода России, д. с-х. наук, проф. Аглиуллина Ф.В. – Чебоксары, 2005 – С. 281–286.
7. Крылова, А.А. Состояние и рекреационная емкость насаждений на территории туристического городка «Кугу-Ер» в национальном парке «Марий Чодра» / А.А. Крылова, В.А. Закамский. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 77 с.
8. Марков, М.В. Общая геоботаника: учеб. пособие для гос. ун-тов и пед. ин-тов СССР / М.В. Марков. – М.: «Высш. шк.», 1962. – 450 с.
9. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.Н. Загребев, В.И. Сухих, А.З. Шваденко и др. – М.: Колос, 1992. – 495 с.
10. ОСТ 59-100-95. Стандарты отрасли. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы. – Введ. 09.01.95.– 12 с.
11. Многофункциональная кадастровая оценка лесов рекреационного назначения и организация их мониторинга / Л.П. Рысин, Г.П. Рысина, И.В. Карманова и др. // Совр. состояние и перспективы рекреационного лесопользования: тез. докл. всес. совещ. – Л., 1990. – С. 126–130.
12. Рысин, Л.П. Влияние рекреационного лесопользования на растительность: прир. аспекты рекреационного использ. леса / Л.П. Рысин, Г.А. Полякова. – М., 1987. – С. 4–26.
13. Рысин, Л.П. Рекреационные леса и проблема оптимизации рекреационного лесопользования. «Рекреационное лесопользование в СССР» / Л.П. Рысин. – М., 1983. – С. 5–20.
14. Хайретдинов, А.Ф. Рекреационное лесоводство / А.Ф. Хайретдинов, С.И. Конашова. – Уфа.: БГАУ, 1994. – 223 с.

## ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА В УДОБРЕННЫХ СОСНЯКАХ УНЖЕНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

И.И. СТЕПАНЕНКО, доц. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, канд. биол. наук

В практике мирового лесоводства широко используются естественное и искусственное возобновление леса. В большинстве развитых стран (США, Великобритании, ФРГ, Франции и др.) преобладает искусственное выращивание леса, в основном быстрорастущих плантаций [12, 13]. В последнее десятилетие в России и некоторых других странах (Финляндии, Швеции, Норвегии) отдается предпочтение естественному лесовозобновлению [3, 12, 13].

Лесоводственный опыт показывает, что при грамотной организации лесохозяйственных и лесоэксплуатационных работ можно обеспечить успешное возобновление леса естественным путем [2, 8–13]. При этом естественные насаждения в большинстве случаев отличаются от искусственных большей устойчивостью к неблагоприятным природным и антропогенным воздействиям. При сохранении подроста после рубки (предварительном возобновлении леса) деревья быстрее достигают возраста спелости [6, 8, 9]. Древостои естественного происхождения имеют высокие технические показатели строения стволов и физико-технические свойства древесины [8–11].

Наши исследования проводились в сосняках Унженской низменности, в подзоне южной тайги Костромской области, которые в 30–50-х гг. прошлого столетия интенсивно эксплуатировались, что привело к резкому снижению их продуктивности и ухудшению возобновления леса. Процесс естественного лесовозобновления изучался под пологом приспевающих и спелых древостоев четырех типов леса: сосняках брусничном, лишайниковом, черничном, долгомошном. Для сосняков брусничного и черничного характерны соответственно свежие ( $B_2$ ) и влажные ( $B_3$ ) условия произрастания, для лишайникового – сухие ( $A_1-B_1$ ), дерновые средне- и слабопodzолистые песчаные и супесчаные почвы, для долгомошного – сырые условия произрастания ( $B_4$ ), глеевые слабодренированные песчаные почвы.

Изучаемые древостои имели следующие таксационные показатели. Сосняк брусничной: состав древостоя 10С, возраст 100 лет, класс бонитета II, средняя высота 26 м, средний диаметр 32 см,

полнота 0,8 (0,7), запас 370 м<sup>3</sup>. Сосняк лишайниковый соответственно: 9С+Б; 105 лет; II класс бонитета; 25 м; 30 см; полнота 0,7; 330 м<sup>3</sup>. Сосняк черничный: 10С, 100 лет, II класс бонитета; 27 м; 31 см; полнота 0,9; 420 м<sup>3</sup>. Сосняк долгомошный: 8С2Б+Е; 90 лет; III класс бонитета; 24 м; 26 см; полнота 0,7, 240 м<sup>3</sup>.

Во всех изучаемых насаждениях наблюдалось снижение их радиального прироста. Почвенные и хвое-лиственные анализы показали низкую обеспеченность сосны азотом, фосфором и калием. Во всех типах леса под пологом древостоев лесовозобновление оценивалось как плохое.

Для улучшения минерального питания и повышения продуктивности сосновых насаждений в опытном лесхозе «Чернолуховский» были заложены пробные площади и вручную внесены в два приема (1982 г. и 1987 г.) минеральные удобрения. Удобрение насаждений и закладка пробных площадей проводились по одинаковой схеме во всех изучаемых типах леса. В первый прием удобрения в форме карбамида (46 % N), гранулированного суперфосфата (20 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и хлористого калия (54 % K<sub>2</sub>O) внесли в каждый тип леса с трехкратной повторностью, испытывались 4 вида удобрений (N, P, K, NPK) по 3 дозы – 100, 150, 200 кг/га действующего вещества (д.в.) соответственно. Во втором приеме в изучаемых типах леса использовались азотные удобрения в форме карбамида в дозе 150 кг/га д.в., которые были внесены на опытные участки: N100, N150, P150, K150, (NPK)150. В сосняке долгомошном из-за низкой эффективности удобрений в этом типе леса повторного внесения не проводили.

Процесс естественного возобновления в разных типах в опытах с минеральными удобрениями изучался через 5 лет после первого приема удобрения (1986) и через 6 лет после второго приема удобрения (1992). Закладка пробных площадей и характеристика подроста лесобразующих пород проводились по существующим в лесоводстве методам (ОСТ56–69–83) и методическим указаниям И.С. Мелехова (1962, 1965), А.В. Побединского (1980), А.Н. Мартынова (1995), В.И. Обыденникова (1995). Типы леса

определялись согласно методическим указаниям В.Н. Сукачева, С.В. Зонна (1961), И.С. Мелехова (1976, 1980), Л.П. Рысина (1969, 1982). Данные количества подроста лесообразующих пород по категориям высот удобренных участков сравнивали с контрольными (неудобренными) и данными за 5 лет до удобрения, достоверность различий проверяли по *t*-критерию Стьюдента. Различия были значимы при вероятности 0,95.

Исследования естественного возобновления под пологом удобренных сосняков показали, что минеральные удобрения оказывают значительное влияние на динамику естественного возобновления главных лесообразующих пород, в основном сосны, количество и состояние их самосева и подроста в зависимости от типа леса, вида, дозы и повторности внесения удобрений.

Во всех изучаемых типах леса положительное влияние на лесовозобновительный процесс оказали азотные и полные удобрения в дозах 150 и 200 кг/га д.в. при первом и втором приемах их внесения. Наибольший эффект от удобрений был в сосняке брусничном.

В **сосняке брусничном** первый прием внесения азотных, полных и фосфорных удобрений способствовал увеличению под пологом леса количества самосева и подроста сосны (рис. 1). В опытах с азотными и полными удобрениями количество и встречаемость самосева выросли соответственно на 40,9–122,7 % и в 1,4–2,7 раз, с фосфорными удобрениями – соответственно на 15,2–25,0 % и в 1,7–1,9 раз по сравнению с контролем. В опытах с удобрениями количество подроста разных категорий по высоте увеличивалось за счет мелкой и средней категории.

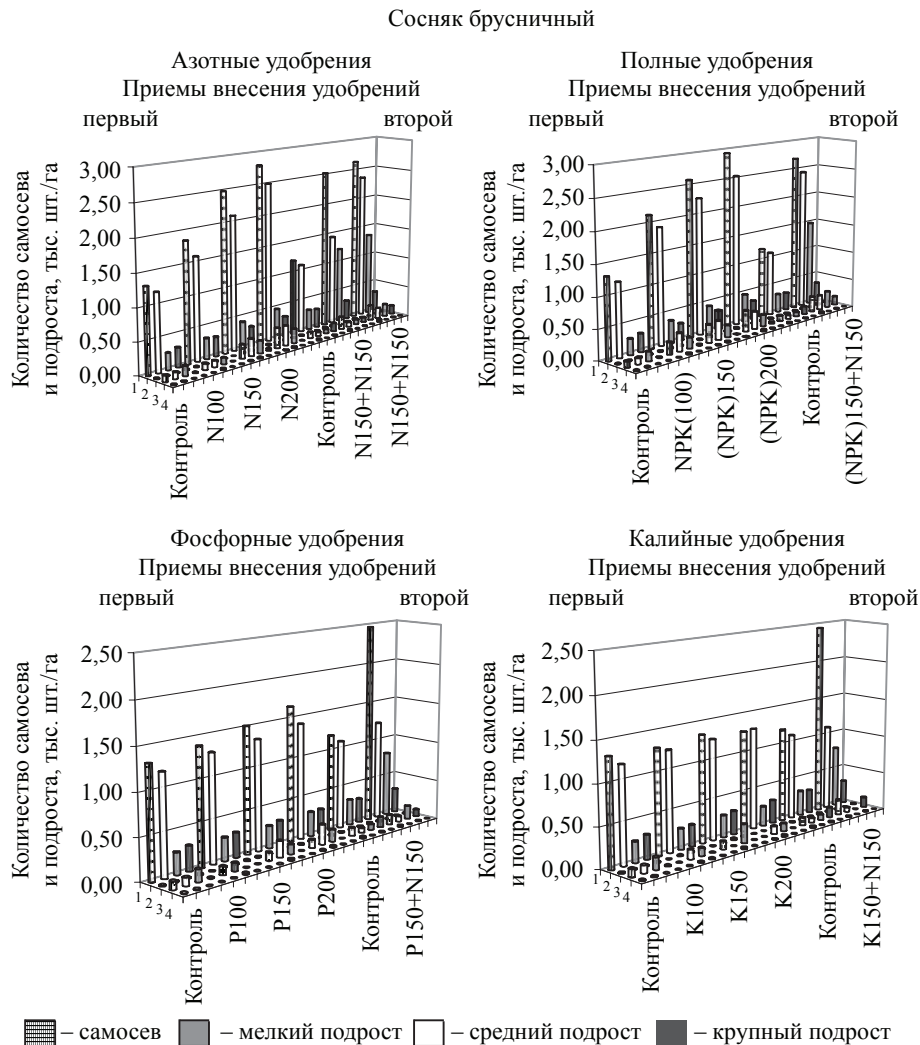


Рис. 1. Гистограммы распределения количества подроста лесообразующих древесных пород по высоте в зависимости от вида, дозы и повторности внесения минеральных удобрений в сосняке брусничном. Лесообразующие древесные породы: 1 – сосна, 2 – ель, 3 – береза, 4 – дуб



Азотные полные удобрения повысили количество подроста: мелкого на 33,3–111,7 %, среднего на 23,1–80,8 %, увеличили встречаемость подроста этих категории в 1,6–2,3 раза по сравнению с контролем. Фосфорные удобрения повлияли на мелкий подрост в опытах с P150 (увеличили на 11,7 %), P200 (увеличили на 18,3 %), и средний подрост в опыте с P200 (увеличили на 15,3 %), повысили встречаемость подроста всех категорий в 1,3–1,6 раз по сравнению с контролем (рис. 1). Во всех опытах самой эффективной была максимальная доза удобрений 200 кг/га д.в. (рис. 1).

В среднем за 6 лет после первого приема удобрения в сосняке брусничном общее количество подроста всех категорий по высоте главных и лесообразующих пород (в пересчете на крупный подрост) увеличилось соответственно в опытах с азотными и полными удобрениями на 28,7–122,1 % и 23,0–71,5 %, в опытах с фосфорными удобрениями – на 17,3–24,1 % (P150, P200) и 18,5 % (P200) по сравнению с контролем (табл.1).

*Второй прием* внесения азотных удобрений в дозе 150 кг/га во всех вариантах опыта увеличил количество и встречаемость самосева сосны в 1,9–2,2 раза по сравнению с контролем (рис. 1). Общее количество подроста сосны значительно выросло за счет средней категории по высоте.

В среднем за 6 лет после повторного удобрения количество подроста сосны по высоте увеличилось: мелкого на 11,8–120,9 %, среднего на 146,9–321,8 %, крупный подрост существенно вырос только в опыте с (NPK)150+N150 на 10,0 %. Встречаемость повысилась в 1,7–2,0 раза по сравнению с контролем. Наибольшие количество и встречаемость самосева и подроста было в опытах с N150+N150 и (NPK)150+N150 (рис. 1, табл. 2).

В сосняке брусничном в составе молодого поколения леса преобладала сосна (90 %), участие березы (8–10 %) и других главных пород (ели, дуба) было незначительным. В этом типе леса однократное и повторное внесение азотных и полных удобрений в дозах 150 и 200 кг/га д.в. существенно увеличило количество и встречаемость подроста не только сосны, но и ели, дуба, березы (рис. 1, табл. 1, 2). Однако эти изменения из-за малого количества подроста других пород в сосняке брусничном не повлияли на динамику его состава.

В среднем за 6 лет после второго приема удобрения в сосняке брусничном общее количество подроста всех категорий по высоте главных и лесообразующих пород (в пересчете на крупный подрост) выросло во всех опытах с удобрениями соответственно на 55,7–135,3 % и 48,0–135,7 % по сравнению с контролем (табл. 2).

Таким образом, в сосняке брусничном первый прием внесения азотных и полных удобрений в дозах 150 и 200 кг/га и второй прием внесения азотных удобрений в дозе 150 кг/га д.в. обеспечивают успешное естественное возобновление вырубок. В этом типе леса на удобренных площадях нет необходимости в создании лесных культур.

В **сосняке лишайниковом** минеральные удобрения также оказали положительное действие на процесс естественного возобновления сосны под пологом леса, преобладающей (98–100 %) в составе молодняка.

Как и в предыдущем типе леса, наиболее эффективными были комбинации удобрений, содержащие азот в дозах 150 и 200 кг/га д.в. (рис. 2, табл. 1).

*Первый прием* внесения азотных и полных удобрений увеличил количество и встречаемость самосева сосны соответственно на 33,0–138,3 % и в 1,5–2,8 раз, фосфорных удобрений (P150 и P200) – соответственно на 13,9–19,1 % и в 1,3 раза по сравнению с контролем. Калийные удобрения в дозе 200 кг/га д.в. отрицательно повлияли на самосев сосны, они снизили его количество и встречаемость соответственно на 10,4 % и в 1,3 раза по сравнению с контролем.

Минеральные удобрения стимулировали рост и сохранность подроста сосны, особенно мелкого. Азотные и полные удобрения увеличили количество мелкого подроста на 36,9–134,5 %, среднего – на 21,7–43,5 % и не повлияли на крупный подрост. Фосфорные удобрения существенно повысили количество мелкого подроста в опытах с P150 на 13,1 %, P200 – на 19,0 %, среднего подроста в опыте с P200 – на 13,0 % по сравнению с контролем.

В опытах с удобрениями встречаемость мелкого и среднего подроста выросла в 1,3–2,7 раз по сравнению с контролем. Во всех опытах повышение количества и встречаемости экземпляров жизнеспособного подроста было пропорционально увеличению дозы вносимых удобрений (рис. 2).



оценивалось как плохое и недостаточное для лесовосстановления вырубок.

Следовательно, в сосняке лишайниковом, несмотря на существенный положительный эффект удобрений на процесс естественного возоб-

новления сосны, количество подроста было недостаточно для успешного лесовозобновления. В этом типе леса необходимо полное или частичное создание лесных культур в зависимости от количества и состояния подроста.

Т а б л и ц а 1

**Количество благонадежного подроста лесообразующих пород в сосняках разных типов леса в опытах с первым приемом внесения удобрений в Опытном лесхозе «Чернолуховский»**

Тип леса	Порода	Варианты опыта												
		Контр	N 100	N 150	N 200	(NPK) 100	(NPK) 150	(NPK) 200	P 100	P 150	P 200	K 100	K 150	K 200
Сосняк брусничный	Сосна	1,768 100,0	2,286* 129,3	2,941* 166,3	3,354* 189,7	2,606* 147,4	3,102* 175,5	3,436* 194,3	1,874* 106,0	1,966* 111,2	2,075* 117,4	1,753 99,2	1,834 103,7	1,785 101,0
	Ель	0,028 100,0	0,028 100,0	0,018* 64,3	0,033* 117,9	0,028 100,0	0,033* 117,9	0,033* 117,9	0,023* 82,1	0,020* 71,4	0,028 100,0	0,023* 82,1	0,026 92,9	0,018* 64,3
	Дуб	0,010 100,0	0,010 100,0	0,015* 150,0	0,015* 150,0	0,010 100,0	0,015* 150,0	0,023* 230,0	0,010 100,0	0,010 100,0	0,015* 150,0	0,013* 130,0	0,010 100,0	0,015* 150,0
	Береза	0,230 100,0	0,180* 78,3	0,435* 189,1	0,504* 219,1	0,414* 180,0	0,470* 204,3	0,520* 226,1	0,100* 43,5	0,246 107,0	0,295* 128,3	0,140* 60,9	0,242 105,2	0,130* 56,5
	Итого главн. пород:	1,806 100,0	2,324* 128,7	2,974* 164,7	3,906* 216,3	3,058* 169,3	3,620* 200,4	4,012* 222,1	1,907 105,6	2,242* 124,1	2,118* 117,3	1,789 99,1	1,870 103,5	1,818 100,7
	Итого лесообраз. пород:	2,036 100,0	2,504* 123,0	3,409* 167,4	3,402* 167,1	2,644* 129,9	3,150* 154,7	3,492* 171,5	2,000 98,6	1,996 98,0	2,413* 118,5	1,929 94,7	2,112 103,7	1,948 95,7
Сосняк лишайниковый	Сосна	1,379 100,0	1,740* 126,2	2,289* 166,0	2,565* 186,0	2,079* 150,8	2,410* 174,8	2,829* 205,1	1,467 106,4	1,530* 110,9	1,593* 115,5	1,409 102,2	1,382 100,2	1,305 94,6
	Береза	0,020 100,0	0,015* 60,0	0,033* 165,0	0,025* 125,0	0,010* 50,0	0,023* 115,0	0,033* 165,0	0,005* 25,0	0,020 100,0	0,015* 60,0	0,005* 25,0	0,018 90,0	0,010* 50,0
	Итого лесообраз. пород:	1,399 100,0	1,755* 125,4	2,322* 166,0	2,590* 185,1	2,089* 149,3	2,433* 173,9	2,862* 204,6	1,472* 105,2	1,550* 110,8	1,608* 114,9	1,414 101,1	1,400 100,1	1,315 94,0
Сосняк черничный	Сосна	0,172 100,0	0,220* 127,9	0,263* 152,9	0,296* 172,1	0,235* 136,6	0,278* 161,6	0,311* 180,8	0,177 102,9	0,187 108,7	0,205* 119,2	0,177 102,9	0,187 108,7	0,187 108,7
	Ель	0,785 100,0	1,007* 128,3	1,281* 163,2	1,446* 184,2	1,119* 142,5	1,372* 174,8	1,519* 193,5	0,843 107,4	0,876* 111,6	0,914* 116,4	0,871* 111,0	0,909* 115,8	0,914* 116,4
	Дуб	0,005 100,0	0,005 100,0	0,010* 200,0	0,018* 360,0	0,013* 260,0	0,023* 460,0	0,023* 460,0	0,013* 260,0	-	0,015* 300,0	0,010* 200,0	0,020* 400,0	-
	Береза	0,021 100,0	0,021 100,0	0,031* 147,6	0,036* 171,4	0,031* 147,6	0,036* 171,4	0,041* 195,2	-	0,020 95,2	0,028* 133,3	0,023* 109,5	0,041* 195,2	0,016* 76,2
	Итого главн. пород:	0,962 100,0	1,012 105,2	1,554* 161,5	1,760* 182,9	1,367* 142,1	1,673* 173,9	1,853* 192,6	1,033 107,4	1,063* 110,5	1,134* 117,9	1,058* 110,0	1,116* 116,0	1,101* 114,4
	Итого лесообраз. пород:	0,983 100,0	1,033* 105,1	1,585* 161,2	1,796* 182,7	1,398* 142,2	1,709* 173,8	1,894* 192,7	1,033 105,1	1,083* 110,2	1,162* 118,2	1,081* 110,0	1,157* 117,7	1,117* 113,6
Сосняк долгомошный	Сосна	0,043 100,0	0,058* 134,9	0,063* 146,5	0,068* 158,1	-	0,063* 146,5	-	-	0,053* 123,3	-	-	0,048* 111,6	-
	Ель	0,015 100,0	0,015 100,0	0,023* 153,3	0,028* 186,7	-	0,028* 186,7	-	-	0,015 100,0	-	-	0,013* 86,7	-
	Береза	0,033 100,0	0,038* 115,2	0,048* 145,5	0,061* 184,8	-	0,056* 169,7	-	-	0,038* 115,2	-	-	0,033 100,0	-
	Итого главн. пород:	0,058 100,0	0,073* 125,9	0,086* 148,3	0,096* 165,5	-	0,091* 156,9	-	-	0,068* 117,2	-	-	0,061* 105,2	-
	Итого лесообраз. пород:	0,091 100,0	0,111* 122,0	0,134* 147,3	0,157* 172,5	-	0,147* 161,5	-	-	0,106* 116,5	-	-	0,094 103,3	-

Примечания: 1. Числитель – абсолютные значения признака, знаменатель – проценты от контроля. 2. \* – Различие с контролем существенно с вероятностью 0,95 ( $t_{\phi} > t_{\tau}$ ),  $t_{\tau} = 2,2$ .

**Количество благонадежного подроста лесобразующих пород в сосняках разных типов леса в опытах со вторым приемом внесения удобрений в Опытном лесхозе «Чернолуховский»**

Тип леса	Порода	Варианты опыта					
		Контр	N 100 +N150	N 150 +N150	(NPK) 150 +N150	P150 +N150	K150 +N150
Сосняк брусничный	Сосна	<u>1,706</u> 100,0	<u>3,266*</u> 191,4	<u>3,900*</u> 228,6	<u>4,074*</u> 238,8	<u>2,796*</u> 164,0	<u>2,707*</u> 158,7
	Ель	<u>0,033</u> 100,0	<u>0,038*</u> 115,2	<u>0,023*</u> 69,7	<u>0,038*</u> 115,2	<u>0,023</u> 69,7	<u>0,015*</u> 45,5
	Дуб	<u>0,018</u> 100,0	<u>0,018</u> 100,0	<u>0,028*</u> 155,6	<u>0,023*</u> 127,8	<u>0,018</u> 100,0	<u>0,013*</u> 72,2
	Береза	<u>0,266</u> 100,0	<u>0,279</u> 104,9	<u>0,510*</u> 191,7	<u>0,634*</u> 238,3	<u>0,321*</u> 120,7	<u>0,260</u> 97,7
Итого главн.пород:		<u>1,757</u> 100,0	<u>3,322*</u> 189,1	<u>3,951*</u> 224,9	<u>4,135*</u> 235,3	<u>2,839*</u> 161,6	<u>2,735*</u> 155,7
Итого лесобразующих пород:		<u>2,023</u> 100,0	<u>3,601*</u> 178,0	<u>4,461*</u> 220,5	<u>4,769*</u> 235,7	<u>3,160*</u> 156,2	<u>2,995*</u> 148,0
Сосняк лишайни- ковый	Сосна	<u>1,398</u> 100,0	<u>2,505*</u> 179,2	<u>2,958*</u> 211,6	<u>3,146*</u> 225,0	<u>2,205*</u> 157,7	<u>2,051*</u> 146,7
	Береза	<u>0,028</u> 100,0	<u>0,020*</u> 179,2	<u>0,033*</u> 117,9	<u>0,033*</u> 117,9	<u>0,020*</u> 71,4	<u>0,015*</u> 53,6
Итого лесобразующих пород:		<u>1,426</u> 100,0	<u>2,525</u> 177,1	<u>2,991</u> 209,7	<u>3,179*</u> 222,9	<u>2,225*</u> 156,0	<u>2,066</u> 144,9
Сосняк черничный	Сосна	<u>0,175</u> 100,0	<u>0,290*</u> 165,7	<u>0,329*</u> 188,0	<u>0,347*</u> 198,3	<u>0,272*</u> 155,4	<u>0,254*</u> 145,1
	Ель	<u>0,738</u> 100,0	<u>1,273*</u> 172,5	<u>1,431*</u> 193,9	<u>1,483*</u> 200,9	<u>1,212*</u> 164,2	<u>0,895</u> 121,3
	Дуб	<u>0,005</u> 100,0	<u>0,010*</u> 200,0	<u>0,018*</u> 360,0	<u>0,010*</u> 200,0	<u>0,005</u> 100,0	<u>0,010*</u> 200,0
	Береза	<u>0,020</u> 100,0	<u>0,030*</u> 150,0	<u>0,038*</u> 190,0	<u>0,038*</u> 190,0	<u>0,033*</u> 165,0	<u>0,025*</u> 125,0
Итого главн.пород:		<u>0,918</u> 100,0	<u>1,573*</u> 171,4	<u>1,778</u> 193,7	<u>1,840*</u> 200,4	<u>1,489*</u> 162,2	<u>1,159*</u> 126,3
Итого лесобразующих пород:		<u>0,938</u> 100,0	<u>1,603*</u> 170,9	<u>1,816*</u> 193,6	<u>1,878*</u> 200,2	<u>1,522</u> 162,3	<u>1,184</u> 126,2

Примечания: 1. Числитель – фактические значения, знаменатель – проценты от контроля. 2. \* – различие с контролем существенно с вероятностью 0,95 ( $t_{ф} > t_{т}$ ),  $t_{т} = 2,2$ .

В опытах с удобрениями наблюдалось повышение прироста в высоту. В сосняках брусничном и лишайниковом в опытах с первым и вторым приемами внесения азотных и полных удобрений в дозах 150 и 200 кг/га д.в. средний текущий прирост в высоту за 6 лет после удобрения самосева и мелкого подроста увеличился в 1,3–2,2 раза, среднего и крупного подроста в 1,5–2,0, в опытах с фосфорными и калийными удобрениями – на 10,5–33,7 % по сравнению с контролем.

Применение минеральных удобрений в сосняках черничном и долгомошном существенно увеличило количество жизнеспособного самосева и подроста ели, сосны и других пород, особенно в опытах с азотными и полными удобрениями, но из-за недостаточного количества подроста под пологом леса эти изменения не повлияли на динамику естественного возобновления лесобразующих пород в указанных типах леса.

В сосняке черничном минеральные удобрения оказали положительное влияние на подрост ели, господствующей в составе молодняка под пологом леса (78–80 %), а также сосны и других пород. *Первый прием* внесения удобрений в среднем за 6 лет после удобрения увеличил количество и встречаемость самосева ели в опытах с азотными и полными удобрениями соответственно на 41,8–125,5 % и в 1,6–2,1 раза, а сосны – на 35,7–100,0 % и в 1,7–2,0 раза по сравнению с контролем. В опытах с фосфорными и калийными удобрениями наблюдалось повышение только количества самосева ели соответственно на 18,4–23,6 % (P150, P200) и 12,7–21,8 %, сосны – на 14,3–21,4 % (P150, P200) и 14,3 % (K150, K200). Минеральные удобрения существенно увеличили количество мелкого и среднего подроста ели и сосны. В опытах с азотными и полными удобрениями количество мелкого подроста ели выросло на 37,5–117,5 %, со-

сны – на 30,0–90,0 %; среднего подроста ели – на 20,0–90,0 %; сосны – на 25,0–75,0 % по сравнению с контролем. При этом встречаемость подроста повысилась в 1,7–2,0 раза по сравнению с контролем (рис. 3).

В опытах с фосфорными и калийными удобрениями увеличилось количество мелкого подроста ели на 12,5–27,5 %, сосны – на 10,0–20,0 % (P150, P200, K150, K200), среднего подроста ели – на 10,0–15,0 %, сосны – на 25,0 % (P200). В опытах с фосфорными и калийными удобрениями встречаемость ели и сосны не изменилась по сравнению с контролем. В опытах с удобрениями наиболее эффективными были дозы 150 и 200 кг/га д.в. (рис. 3).

В среднем за 6 лет после первого приема удобрения в сосняке черничном общее количество подроста всех категорий по высоте главных и лесообразующих пород (в пересчете на крупный подрост) выросло соответственно в опытах с азотными и полными удобрениями – на 42,1–92,6 % и 42,2–92,7 %, фосфорными – на 10,5–17,9 % и

10,2–18,2 % (P150, P200), калийными удобрениями – на 10,0–16,0 % и 10,0–17,7 % по сравнению с контролем (табл. 1).

Второй прием внесения азотных удобрений в сосняке черничном во всех опытах вызвал повышение количества и встречаемость самосева ели соответственно на 75,0–102,1 % и в 1,7–1,8 раз, сосны – на 53,8–92,3 % и в 1,7–2,0 раза по сравнению с контролем. Он способствовал улучшению роста и увеличению сохранности подроста ели и сосны, особенно среднего и мелкого. В среднем за 6 лет после повторного удобрения количество мелкого подроста ели увеличилось на 70,6–100,0 %, сосны – на 50,0–100,0 %, среднего подроста ели – на 85,7–190,5 %, сосны – на 60,0–180,0 % по сравнению с контролем. Встречаемость подроста во всех опытах с повторным удобрением выросла в 1,5–1,9 раз по сравнению с контролем. Максимальный эффект от удобрений, как и в других типах леса, был в опытах с N150+N150 и (NPK)150+N150 (рис. 3, табл. 2).

Сосняк черничный

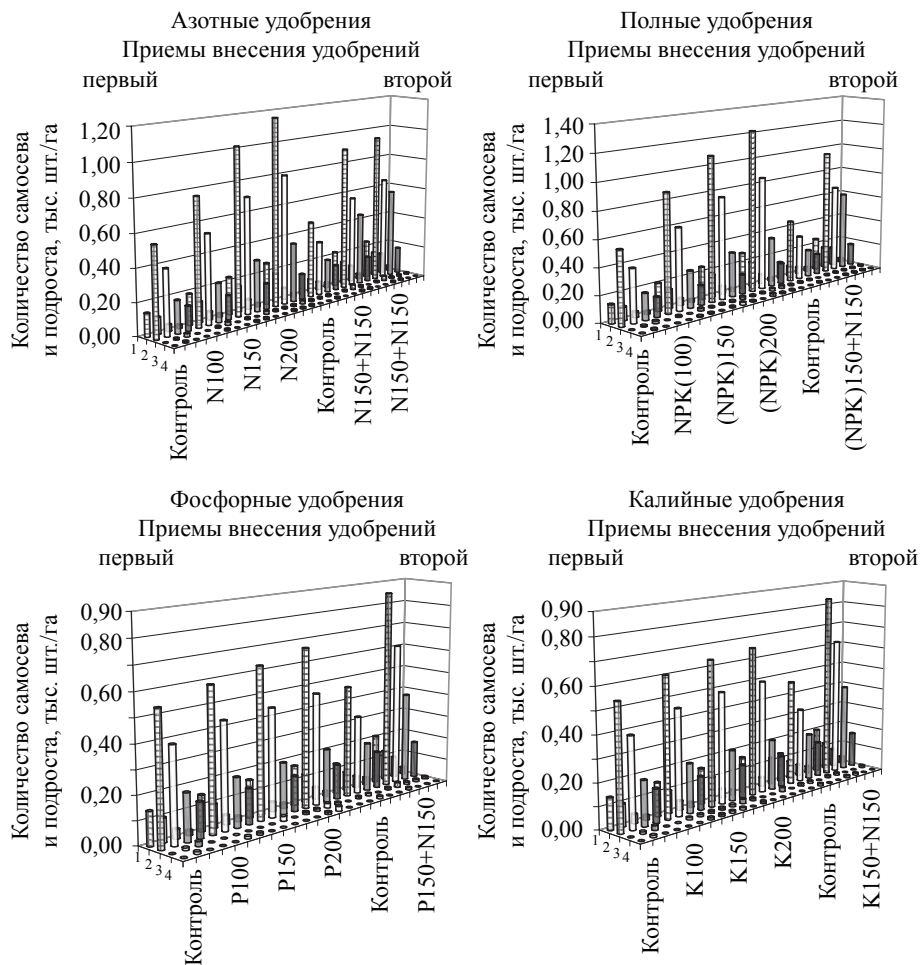


Рис. 3. Гистограммы распределения количества подроста лесообразующих древесных пород по высоте в зависимости от вида, дозы и повторности внесения минеральных удобрений в сосняке черничном

В среднем за 6 лет после второго приема удобрения в сосняке черничном общее количество подроста всех категорий по высоте главных и лесообразующих пород (в пересчете на крупный подрост) выросло во всех опытах с удобрениями соответственно на 26,3–100,4 % и 26,2–100,2 % по сравнению с контролем (табл. 2).

В сосняке черничном в опытах с удобрениями, несмотря на значительное повышение количества подроста ели, сосны и других пород, возобновление леса оценивалось как плохое и недостаточное для лесовосстановления вырубок. В этом типе леса для его восстановления необходимо создание лесных культур.

В **сосняке долгомошном** наблюдалась ситуация, аналогичная с сосняком черничным. Под пологом сосняка долгомошного количество подроста было крайне мало (количество хвойных пород было 0,09, березы – 0,05 тыс. шт./га). Внесение минеральных удобрений улучшило рост и состояние подроста лесообразующих пород, но существенно не изменило процесс естественного возобновления в этом типе леса.

В сосняке долгомошном под пологом леса формировался смешанный сосново-березовый молодняк с примесью ели, возобновление леса было плохим. Минеральные удобрения увеличили количество самосева и подроста всех лесообразующих пород в этом типе леса. Наиболее эффективными были азотные (N150, N200) и полные ((NPK)150) удобрения (табл. 1).

В сосняке долгомошном количество самосева сосны увеличилось в опытах с азотными и полными удобрениями на 66,7–100,0 %, фосфорными и калийными удобрениями – на 33,3 % (K150) и 66,7 % (P150). Встречаемость изменилась только в опытах с азотными и полными удобрениями, она выросла в 1,7 раз по сравнению с контролем. Азотные и полные удобрения оказали положительное действие на мелкий подрост сосны. Они увеличили его количество в 1,5–2,0 раз по сравнению с контролем (рис. 4). Минеральные удобрения не повлияли на численность среднего и крупного подроста сосны, но улучшили качественное состояние подроста всех категорий по высоте.

В этом типе леса удобрения не повлияли на численность подроста ели, но способствовали появлению самосева ели (0,01 тыс. шт./га) под пологом древостоев в опытах с N200 и (NPK)150 и улучшили рост в высоту и качество самосева и подроста.

В сосняке долгомошном больше остальных древесных пород на удобрения, содержащие азот, отреагировала береза (рис. 4). В среднем по березе для всех категорий молодняка количество самосева и подроста выросло в опытах с азотными и полными удобрениями на 15,2–84,8 %, с фосфорными удобрениями – на 15,2 % по сравнению с контролем (табл. 1).

Минеральные удобрения в сосняке долгомошном не повлияли на динамику состава молодняка и качество естественного возобновления леса, которое после удобрения оценивалось как плохое и недостаточное для лесовосстановления вырубок.

В сосняке долгомошном под пологом древостоев в среднем за 6 лет после удобрения общее количество молодого поколения всех категорий по высоте хвойных и всех лесообразующих пород (в пересчете на крупный подрост) увеличилось соответственно в опытах с азотными и полными удобрениями на 25,9–65,5 % и 22,0–72,5 %, с фосфорными удобрениями – на 17,2 и 16,5 % по сравнению с контролем (табл. 1). Таким образом, в сосняке долгомошном лесовозобновительный процесс идет неудовлетворительно как в естественных древостоях, так и в опытах с минеральными удобрениями, поэтому в этом типе леса удобрения неэффективны, необходимо искусственное лесовосстановление с созданием лесных культур.

В сосняках черничном и долгомошном минеральные удобрения оказали положительное действие на качество самосева и подроста хвойных пород. В опытах с азотными полными удобрениями количество здорового самосева возросло на 8,7–11,5 %, благонадежного подроста – на 9,0–10,4 % по сравнению с контролем. Минеральные удобрения, содержащие азот, улучшили рост молодняка хвойных пород. Они увеличили средний текущий прирост в высоту за 6 лет после удобрения самосева и мелкого подроста сосны и ели в 1,2–1,6 раз, крупного и среднего подроста – в 1,2–1,4 раза по сравнению с контролем.

После удобрения или комплексного ухода в лесу в случаях сильного разрастания нижних ярусов растительности эффективно применение гербицидов и арборицидов. Так, в опытном лесхозе «Чернолуховский» приводились экспериментальные работы по комплексному уходу в сосновых культурах разного возраста [1]. В этих опытах после проведения рубок ухода и внесе-

ния удобрений произошло сильное разрастание подлеска и живого напочвенного покрова, препятствующих возобновлению и росту хвойных пород. Применение гербицидов значительно снизило количество и проективное покрытие нежелательной растительности в лесу и улучшило лесовозобновительный процесс на опытных участках. Аналогичные результаты приводятся в научной литературе отечественными [2, 11] и зарубежными [12, 13] исследователями.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. В естественных сосняках с полнотой выше 0,7 количество подроста недостаточно для успешного возобновления леса.

2. В сосновых насаждениях с полнотой 0,7 (0,6) и ниже в опытах с азотными и полными удобрениями в сосняках брусничном и лишайниковом начинается успешное возобновление сосны. В удобренных сосняках возобновление леса из

плохого переходит в удовлетворительное (сосняк лишайниковый) и хорошее (сосняк брусничный).

3. Азотные и полные удобрения в дозах 150 и 200 кг/га д.в. в зависимости от типа леса увеличивают количество самосева и подроста сосны и ели в 1,5–2,0 раза по сравнению с контролем. Удобрения являются эффективным приемом в содействии естественному возобновлению леса.

4. В типах леса с крайне низким количеством подроста под пологом древостоев (сосняки черничный и долгомошный) минеральные удобрения без рубок ухода не влияют на ход естественного возобновления хвойных пород.

5. Минеральные удобрения улучшают качество подроста, способствуют росту количества здорового самосева и благонадежного подроста, увеличению их текущего прироста в высоту.

6. В изучаемых сосняках минеральные удобрения не влияют на состав молодняков под пологом леса.

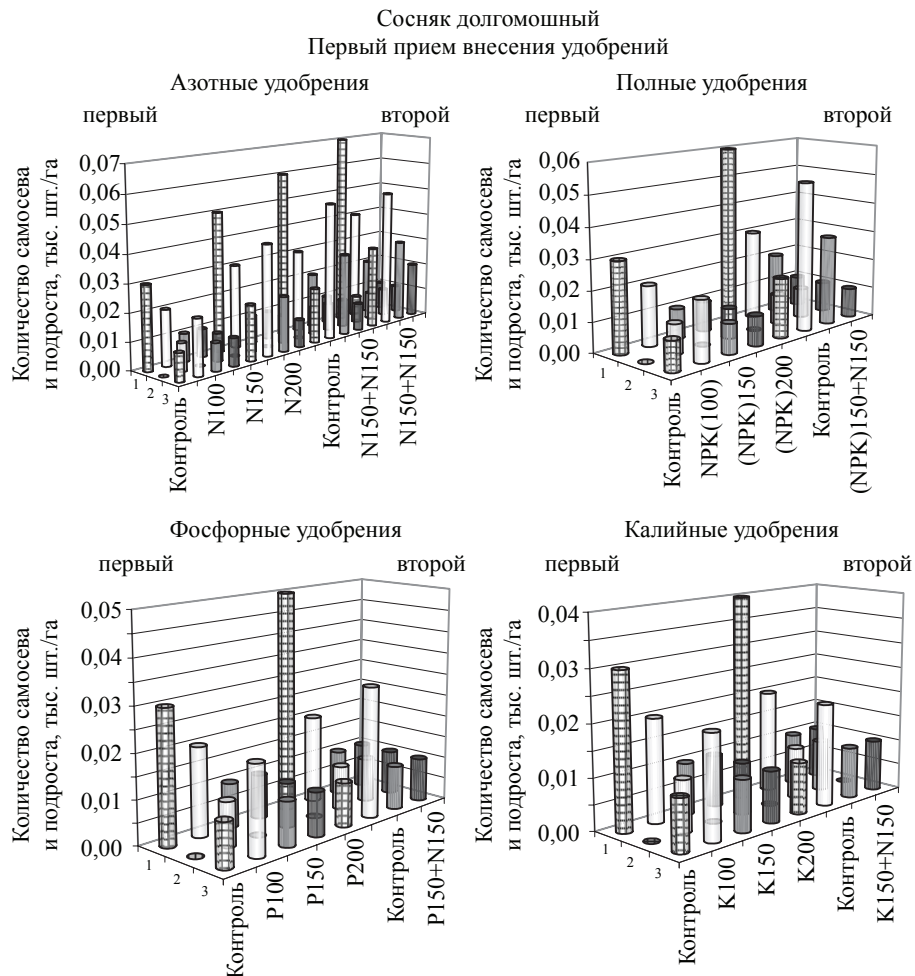


Рис. 4. Гистограммы распределения количества подроста лесобразующих древесных пород по высоте в зависимости от вида, дозы и повторности внесения минеральных удобрений в сосняке долгомошном

7. В опытах с азотными и полными удобрениями в сосняке брусничном количество жизнеспособного подроста достаточно для успешного возобновления вырубок, создание лесных культур не требуется, в сосняках лишайниковом, черничном и долгомошном – недостаточно, необходимо проведение искусственного лесовосстановления.

8. Для повышения эффективности применения удобрений в сосновых насаждениях перед их внесением необходимо проводить рубки ухода и доводить полноту древостоев ниже 0,7.

9. При комплексном уходе (рубки ухода и удобрения) в случае сильного разрастания травянистой и кустарниковой растительности целесообразно применение гербицидов и арборицидов для создания благоприятных условий для возобновления и роста молодого поколения хвойных пород.

10. В удобренных сосняках рубку главного пользования целесообразно проводить через 5–10 лет после внесения удобрений, когда достигается максимальный эффект от их применения для лесовозобновления главных пород и получения максимального дополнительного прироста древесины.

#### Библиографический список

1. Виноградов, А.Н. Комплексное применение экологически безопасных средств химии при выращивании семян и культур сосны обыкновенной на дерново-подзолистых супесчаных и среднесуглинистых окультуренных почвах Центрального района европейской части России: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / А.Н. Виноградов. – М., 2005 – 25 с.
2. Возобновление леса / под ред. И.С. Мелехова, А.Р. Родина.: науч. тр. ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1975. – 362 с.
3. Гиряев, М.Д. О лесовосстановлении в России в 2002–2010 гг. / М.Д. Гиряев // Лесохоз. информ. – 2003. – № 1. – С. 35–37.
4. Карманова, И.В. Экспериментальное изучение роста и развития подроста ели, сосны и клена в разных режимах питания и освещения / И.В. Карманова // Естественное возобновление древесных пород и количественный анализ его роста. – М.: Наука, 1970. – С. 54–84.
5. Коровин, В.В. Особенности естественного роста средневозрастных и преуспевающих сосняков Приунженского массива / В.В. Коровин, А.Ф. Гуров, А.И. Савченко и др. // Лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов: науч. тр. МГУЛ. – Вып. 303. – 2000. – С. 31–35.
6. Львов, П.Н. Сравнительная оценка роста молодняков естественного и искусственного происхождения / П.Н. Львов, Л.Ф. Ипагов, Р.Н. Климов и др. // Научно-исследовательские работы за 1981–1985 гг. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – С. 66–72.
7. Мальщук, Н.В. Повышение продуктивности сосновых лесов Ветлужско-Унженской низменности: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Н.В. Мальщук. – М., 2003. – 21 с.
8. Мелехов, И.С. Рубки и возобновление леса на Севере / И.С. Мелехов. – Архангельск: Кн. изд-во, 1960. – 201 с.
9. Моисеев, Н.А. Воспроизводство лесных ресурсов (вопросы экономики, планирования и организации) / Н.А. Моисеев. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 264 с.
10. Телегин, Н.П. Лесовосстановление в связи с перспективами развития лесоперерабатывающей промышленности / Н.П. Телегин // Обзorn. информ. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1982. – № 2. – 32 с.
11. Штукин, С.С. Интенсификация выращивания сосны и ели / С.С. Штукин // Обзorn. информ. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1993. – Вып. 3. – 36 с.
12. International Forestry Review XXII IUFRO World Congress «Forest in the Balance: Linking Tradition and Technology». 8 – 13 August 2005: abstracts. – Brisbane, Australia. – 414 p.
13. XII World Forestry Congress «Forest, source of life». В – Forests for the planet. Quebec City, Canada, September 21 – 28, 2003: Congress proceedings Quebec, 2003. – 488 p.

## ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПАРКОВ г. КРАСНОЯРСКА И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЭЛЕМЕНТАМИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Э.П. ПОПОВА, *ст. науч. сотр. Института леса СО РАН, канд. биол. наук,*

О.Н. ЗУБАРЕВА, *доц. каф. экологии и защиты леса СибГТУ, канд. биол. наук,*

В.Д. ПЕРЕВОЗНИКОВА, *ст. науч. сотр. лаб. биогеоэкологии Института леса СО РАН, канд. биол. наук*

**И**нтенсивная хозяйственная деятельность человека в пределах крупных промышленных городов ведет к существенным и часто необратимым изменениям окружающей среды. Почвы как неотъемлемая часть природной системы, находясь в динамическом равновесии со всеми компонентами биосферы, также претерпевают ряд изменений, которые негативно сказываются на их свойствах и экологических функциях.

Городская почва – это любая почва или почвоподобное тело, созданное человеком и

функционирующее в окружающей среде города. Городские почвы не всегда подходят под классическое определение почв как природного естественно-исторического тела, но они, как и зональные почвы, являются биокосной многообразной системой с неперенным участием биоты.

Почвы городов образуются и функционируют под воздействием тех же факторов почвообразования, что и естественные, но ведущим и доминирующим является антропогенный. Морфологический профиль городских почв



существенно отличается от профиля фоновых. Они различаются по способу образования (насыпные, перемешанные, перемешанно-насыпные), по мощности гумусного слоя, по характеру и количеству включений. Выделены естественно нарушенные и искусственно созданные почвы, которые подразделяются на следующие группы [1, 2].

Естественные почвы:

- ненарушенные с нормальным строением почвенного профиля;
- слабонарушенные с трансформацией гумусово-аккумулятивного горизонта на глубине 10–25 см;
- сильнонарушенные – глубина нарушения достигает иллювиальных горизонтов на глубине 25–50 см;
- погребенные – сохранившие под антропогенной толщей весь почвенный профиль;
- запечатанные под асфальтовыми и бетонными покрытиями.

Искусственно созданные почвы (урбаноземы или антропоземы):

- собственно урбаноземы, для которых характерно отсутствие генетических горизонтов до глубины 50 см. Состоят они из субстрата разного качества и происхождения с примесью городского мусора;
- культуросемы – почвы парков, садов и скверов. Отличаются, как правило, большой мощностью гумусового горизонта, образованного в результате подсыпки привозной плодородной почвы;
- индустриоземы – почвы промышленных зон, сильно техногенно загрязненные и уплотненные;
- некроземы – почвы, входящие в комплекс почв городских кладбищ.

Почвы городских территорий находятся под сильнейшим многообразным антропогенным воздействием, что неблагоприятно сказывается на всех без исключения их свойствах [3–5]. В качестве побочных продуктов индустриальной деятельности человека в почву поступает большое количество химических загрязнителей, которые, накапливаясь в почвах, нарушают оптимальное соотношение и видовое разнообразие почвенной микрофлоры и мезофауны [6, 7].

Важнейшим свойством городских почв, кроме ряда экологических функций (гидрологических, атмосферных, адсорбционных, трансформационных, санитарно-гигиенических), является

способность задерживать и инактивизировать патогенную микрофлору, снижать токсичность загрязнителей. Загрязнители, проникающие в почву, не просто накапливаются в ней, а в результате сложных биохимических реакций разлагаются или переходят в формы менее токсичные, чем первоначальные.

Состояние почв в условиях современного индустриального города отражается на экологии города как среде обитания человека. Поэтому появилась настоятельная необходимость изучения всех категорий городских почв, их свойств, степени загрязнения, систематики, а также инвентаризации. Почвы газонов, скверов и парков занимают незначительную часть территории города, но это не умаляет их роли в оптимизации городской среды, тем более, что большинство зеленых насаждений сформировано именно на них.

Почвенное обследование парков и скверов Красноярска проводили следующим образом. На типичных участках закладывали почвенные разрезы, проводили морфологическое описание и отбор почвенных образцов сплошной колонкой до глубины 40 см по десятисантиметровым слоям. Объемную массу определяли весовым методом в пятикратной повторности. Химические анализы выполняли по общепринятым методикам: гумус по Тюрину, валовой азот по Кьельдалю, кислотность почв в водной и солевой вытяжке, обменные кальций и магний по Каппену, обменные водород и алюминий – по Гейдройцу, аммонийный азот – с реактивом Нестлера, нитратный азот – с дисульфосоляной кислотой, подвижный фосфор и калий – по Мачигину [8].

Красноярск находится на стыке крупных геоморфологических структур Западно-Сибирской равнины, Сибирской платформы и Алтае-Саянской горной системы. Как и большинство крупных сибирских городов, основан на реке и в настоящее время занимает долину реки Енисей в радиусе 30 км вверх и вниз по течению. Окрестности города в разные геологические эпохи неоднократно пенеплезировались и испытывали орогенез, вызвавшие изменения гидрографической сети. Река много раз меандрировала, и в результате эрозии (как боковой так и глубинной) к четвертичному периоду в районе города образовалось девять террас, которые, за исключением первых трех, являются скульптурно-аккумулятивными [9].

**Парк «Центральный»** расположен на второй террасе Енисея (высотой 15–25 м), сложен-

ной галечником, лессовидными суглинками и песками. Обследование территории парка показало, что почвенный покров в нем представлен дерновой лесной маломощной среднесуглинистой почвой естественного происхождения с нормальным и полным набором генетических горизонтов. Антропогенное воздействие на эту почву заключается в локальной подсыпке или уничтожении гумусового слоя, частичном перемешивании верхних горизонтов и пертурбации почвенной толщи в результате строительных и озеленительных работ.

Дерновая лесная почва парка относится к группе почв с рыхлым и нормальным сложением (уплотнением) и хорошей аэрацией (табл. 1). Из морфологических особенностей почвы парка следует отметить отсутствие на поверхности почвы органо-генного слоя – лесной подстилки, малую мощность (10 см) и интенсивную окраску поверхностного гумусно-аккумулятивного горизонта, непрочную пылеватую-комковатую структуру верхних слоев и бесструктурность нижних, многотонкопористость и слабое уплотнение корнеобитаемой толщи.

В соответствии с общепринятой шкалой обеспеченности почв гумусом [10], почва парка относится к высокообеспеченным с плавнораспределением гумуса по профилю. Содержание валового азота в верхних горизонтах высокое. Отношение C:N свидетельствует о нормальной насыщенности гумуса азотом. Реакция почвенного раствора щелочная, с чем связано отсутствие водорода и алюминия. Среди обменных катионов преобладает кальций, содержание обменного магния в 2–3 раза ниже (табл. 2).

Рост, развитие и нормальное функционирование фитоценозов во многом зависят от уровня обеспеченности их доступными элементами питания. Среди минеральных форм азота в дерновой лесной почве парка присутствуют как обменный аммоний, так и нитраты с явным преобладанием последних.

Об уровне потенциального и эффективного плодородия, а также питательного потенциала почв можно судить по запасам органических соединений и питательных веществ, основная часть которых сосредоточена в поверхностной гумусированной части почвенного профиля, наиболее насыщенной корнями растений. В поверхностном слое дерновой лесной почвы мощностью 0–40 см запасы гумуса и других элементов минерального питания достаточно высоки (табл. 3).

**Парк «Гвардейский»** расположен на пятой скульптурно-аккумулятивной террасе высотой 60–80 м, сложенной галечником, песком, облесованным суглинком. Почвенный покров этого парка представлен насыпной искусственно созданной разновидностью урбанозема – маломощным культуроземом (0–30 см), однородным по морфологическим признакам, созданным за счет привозной почвы, богатой органическими соединениями. По этой причине генетические горизонты не выделены. Весь этот слой имеет темно-серую окраску, по гранулометрическому составу относится к средним суглинкам, тонкопористый, структура непрочная пылеватая-комковатая или комковатая. Объемная масса с глубиной возрастает, а общая порозность с глубиной снижается (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

**Объемная масса и общая порозность почв парков г. Красноярска**

Парки	Глубина, см					
	0–3	3–6	0–10	10–20	20–30	30–40
ДК Автомобилист	$\frac{0,72}{70}$	$\frac{0,95}{60}$	$\frac{0,84}{65}$	$\frac{0,90}{62}$	$\frac{0,95}{60}$	$\frac{1,00}{58}$
ДК Сибтяжмаш	$\frac{0,84}{65}$	$\frac{0,95}{60}$	$\frac{0,90}{62}$	$\frac{0,95}{60}$	$\frac{1,00}{58}$	$\frac{1,15}{52}$
ДК 1 Мая	$\frac{1,09}{55}$	$\frac{1,11}{54}$	$\frac{1,10}{54}$	$\frac{1,00}{58}$	$\frac{1,15}{52}$	$\frac{1,25}{48}$
Гвардейский	$\frac{0,75}{69}$	$\frac{0,95}{60}$	$\frac{1,00}{60}$	$\frac{1,00}{58}$	$\frac{1,15}{52}$	$\frac{1,20}{50}$
Центральный	$\frac{0,83}{65}$	$\frac{1,00}{58}$	$\frac{0,92}{61}$	$\frac{0,95}{60}$	$\frac{1,00}{58}$	$\frac{1,10}{54}$
Им. Ю.А. Гагарина	$\frac{0,75}{69}$	$\frac{1,00}{58}$	$\frac{0,88}{63}$	$\frac{0,92}{62}$	$\frac{1,00}{58}$	$\frac{0,95}{60}$
40 лет ВЛКСМ	$\frac{0,94}{61}$	$\frac{0,93}{61}$	$\frac{0,93}{61}$	$\frac{1,00}{58}$	$\frac{1,05}{56}$	$\frac{1,10}{54}$

Примечание: в числителе – объемная масса, г/см<sup>3</sup>; в знаменателе – общая порозность, %

**Физико-химическая характеристика почв парков г. Красноярск**

Глубина, см	Гумус, %	С, %	N об-щий, %	C:N	pH вод.	pH сол.	Обменные, экв/100 г				Подвижные, мг/кг				
							Ca	Mg	H	Al	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
<b>Центральный</b>															
0-10	10,2	6,6	0,505	12	8,0	7,1	18,1	6,0	0	0	4,6	40,7	86	625	
10-20	5,9	5,2	0,288	11	7,8	7,1	11,8	5,3	0	0	0,7	42,4	66	120	
30-40	2,0	5,2	0,104	11	7,8	7,0	9,4	4,2	0	0	0,3	15,5	20	96	
<b>Гвардейский</b>															
0-10	8,8	5,1	0,424	12	7,9	7,2	18,9	4,7	0	0	3,5	8,7	56	311	
10-20	7,8	4,5	0,402	11	8,1	7,2	19,3	4,7	0	0	0,3	5,4	26	165	
30-40	4,3	2,5	0,210	12	8,3	7,1	17,7	6,3	0	0	0,3	2,3	14	110	
<b>Им. Ю.А. Гагарина</b>															
0-10	26,0	15,0	1,385	11	7,8	7,1	26,5	8,6	0	0	19,9	17,8	113	1085	
10-20	9,0	5,0	0,465	11	7,8	6,9	19,6	4,6	0	0	1,1	3,8	31	362	
30-40	8,0	4,6	0,406	11	7,8	6,9	22,6	3,9	0	0	3,6	4,9	41	187	
<b>40 лет ВЛКСМ</b>															
0-10	12,7	7,4	0,622	10	7,9	7,2	18,2	6,8	0	0	20,5	6,8	20	450	
10-20	1,0	0,6	0,096	6	8,3	7,4	11,2	3,9	0	0	1,4	3,5	3	107	
30-40	0,6	0,3	0,082	4	8,7	7,5	8,6	4,5	0	0	0,1	2,9	2	90	
<b>ДК «Автомобилист»</b>															
0-10	11,4	6,6	0,538	12	8,0	7,1	30,0	8,7	0	0	3,5	6,0	38	312	
10-20	9,0	5,2	0,485	11	8,1	7,2	26,6	7,9	0	0	0,6	5,6	23	183	
30-40	9,2	5,7	0,475	11	8,0	7,1	28,9	7,5	0	0	0,4	5,5	25	184	
<b>ДК «Сибтяжмаш»</b>															
0-10	7,8	4,5	0,406	11	8,0	7,2	15,0	4,2	0	0	3,5	25,7	45	735	
10-20	6,0	3,5	0,315	11	8,2	7,2	13,8	3,9	0	0	0,7	12,0	41	350	
30-40	0,9	0,5	0,054	9	8,2	7,1	9,4	3,4	0	0	1,5	2,2	13	134	
<b>ДК «1 Мая»</b>															
0-10	5,8	3,4	0,290	12	8,0	7,3	11,5	3,3	0	0	1,2	8,9	45	371	
10-20	9,2	5,3	0,458	11	8,0	7,2	14,5	4,3	0	0	0,3	6,3	106	172	
30-40	2,4	1,4	0,110	13	8,4	7,4	11,0	4,1	0	0	сл,	1,9	30	127	

**Запасы гумуса, валового азота и основных элементов питания в парках г. Красноярск**

Парки	Глубина, см	Запасы					
		Гумус, т/га	Азот, т/га	N-NH <sub>4</sub> , кг/га	N-NO <sub>3</sub> , кг/га	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , кг/га	K <sub>2</sub> O, кг/га
ДК Автомобилист	0-10	95,7	4,5	2,9	5,0	31,9	262,1
	10-20	81,0	4,4	0,5	5,0	20,7	164,7
	0-40	352,3	18,3	3,8	20,2	100,4	778,9
ДК Сибтяжмаш	0-10	70,2	3,6	3,1	23,1	40,5	661,5
	10-20	57,0	3,6	0,7	11,4	38,9	332,5
	0-40	169,5	8,9	6,5	49,7	120,3	1465,1
ДК 1 Мая	0-10	63,8	3,2	1,2	9,8	49,5	408,1
	10-20	92,0	4,6	0,3	6,3	106,0	172,0
	0-40	218,0	10,9	2,0	20,7	224,0	877,9
Гвардейский	0-10	88,0	4,2	3,5	8,7	56,0	311,0
	10-20	78,0	4,0	0,3	5,4	26,0	165,0
	0-40	298,1	14,7	5,0	23,2	136,7	794,3
Центральный	0-10	93,8	4,6	4,2	37,4	79,1	575,0
	10-20	56,0	2,7	0,7	68,8	62,7	114,0
	0-40	206,8	10,3	5,2	158,7	202,8	890,6
Им. Ю.А. Гагарина	0-10	228,8	12,2	17,5	15,7	99,4	954,8
	10-20	82,8	4,3	1,0	3,5	28,5	333,0
	0-40	461,6	23,8	25,1	28,4	209,8	1670,4
40 лет ВЛКСМ	0-10	118,1	5,8	19,1	6,3	18,6	418,5
	0-20	10,0	1,0	1,4	3,5	3,0	107,0
	0-40	141,0	8,6	20,8	16,4	25,9	717,9

**Содержание элементов минерального питания в листьях и хвое деревьев, произрастающих в парках г. Красноярск (% к сухой массе)**

Парки	Древесные растения			
	Береза	Клен	Тополь	Лиственница
Оптимум [24]	<u>2,22–2,62</u> 0,44–0,57	<u>1,31–1,85</u> 0,07–0,22	<u>1,69–2,54</u> 0,21–0,27	<u>2,11–2,56</u> 0,34–0,55
Центральный	<u>2,91±0,03</u> 0,51±0,01	<u>3,00±0,01</u> 0,50±0,01	<u>2,20±0,05</u> 0,49±0,01	–
Гвардейский	<u>2,73±0,05</u> 0,51±0,01	<u>2,56±0,04</u> 0,53±0,01	<u>2,21±0,02</u> 0,42±0,01	<u>2,21±0,03</u> 0,44±0,01
Им. Ю.А. Гагарина	<u>3,17±0,05</u> 0,39±0,01	–	<u>2,52±0,07</u> 0,45±0,01	<u>3,26±0,04</u> 0,50±0,01
40 лет ВЛКСМ	<u>2,81±0,06</u> 0,51±0,01	–	<u>2,11±0,07</u> 0,39±0,01	–
ДК Автомобилист	–	–	<u>2,21±0,05</u> 0,47±0,01	–
ДК Сибтяжмаш	–	<u>2,90±0,03</u> 0,68±0,01	<u>2,53±0,05</u> 0,47±0,01	–
ДК 1 Мая	–	–	<u>2,47±0,03</u> 0,64±0,01	<u>1,92±0,02</u> 0,46±0,01

Примечание: в числителе – фосфор, в знаменателе – азот

Почва парка характеризуется хорошими физическими свойствами, нормальным уплотнением и аэрируемостью, высокой обеспеченностью гумусом и валовым азотом, щелочной реакцией среды, достаточным количеством усвояемого фосфора и калия и невысоким содержанием минеральных форм азота (табл. 2, 3).

Содержание гумуса и валового азота в насыпном слое 0–30 см можно квалифицировать как высокое. Отношение С:N во всей исследуемой толще почвы 11–12. Содержание обменного кальция по профилю выровненное. Обменные водород и алюминий отсутствуют. Из подвижных соединений азота в почве преобладают нитраты, но количество их невелико. Содержание усвояемого фосфора и калия варьирует по профилю (табл. 2). Запасы гумуса, валового азота и основных элементов минерального питания представлены в табл. 3.

**Парк имени Ю.А. Гагарина** находится на четвертой террасе высотой 20–30 м, сложенной суглинками и перекрытой аллювиальными отложениями рек Качи и Бугача. Почвенный покров парка представлен культуросомом мощностью 0–40 см. Слой почвы слабо уплотнен, имеет интенсивную черную окраску, по гранулометрическому составу относится к средним и тяжелым суглинкам. Структура верхних слоев непрочнокомковатая, нижних – ореховатая и мелкоореховато-зернистая.

Почвы парка характеризуются хорошими физическими свойствами, высоким содержанием гумуса и валового азота, щелочной реакцией среды, хорошей обеспеченностью доступными

элементами питания (табл. 1). Обращает на себя внимание очень высокая гумусированность поверхностного (0–10 см) слоя почвы. В нижележащих горизонтах содержание гумуса в несколько раз меньше, но все же высокое. Отношение С:N в гумусе 11–12 (табл. 2).

Верхний высокогумусированный слой содержит много обменного кальция и магния, богат минеральными солями азотной кислоты, подвижным фосфором и калием (табл. 2). Нижележащая толща обогащена этими элементами на порядок ниже. Запасы гумуса и элементов минерального питания почве парка высоки (табл. 3).

**Парк «40 лет ВЛКСМ»** заложен на седьмой террасе высотой 130–140 м, сложенной сильно дислоцированными протерозойскими песчаниками и сланцами, перекрытыми толщей делювиально-аллювиальных отложений (галечники, пески, суглинки). Почвенный покров парка представлен культуросомом мощностью 10 см на естественном слое лессовидного карбонатного суглинка. Для этого горизонта характерна интенсивная черная окраска, тяжелосуглинистый гранулометрический состав, бесструктурность, тонкопористость, слабое уплотнение.

Почвы парка характеризуются малой мощностью гумусного слоя, высоким содержанием в нем гумуса, азота и подвижных элементов питания. Нижележащая лессовидная толща отличается небольшим количеством органических соединений и доступных элементов питания. Реакция почвенного раствора щелочная, физические свойства хорошие

(табл. 1, 2). Основные запасы гумуса, азота, подвижного фосфора и калия сосредоточены в поверхностном слое почвы мощностью 10 см (табл. 3).

**Парк ДК «Автомобилист»** расположен на второй надпойменной террасе Енисея в правобережной части города. Почвенный покров парка представлен среднemosным культуроземом, на поверхности которого сформирован органогенный горизонт – лесная подстилка. Она характеризуется небольшой мощностью (2 см), рыхлым сложением, слабой связью с почвенными горизонтами и состоит в основном из органических компонентов с незначительной примесью минеральных соединений. Реакция водной вытяжки щелочная. Содержание органического вещества в ней достигает 62,6 %, обменных кальция и магния – очень высокое. Обогащенность подстилки обменным аммонием, нитратным азотом, подвижным фосфором и калием также очень высокая (табл. 2). При этом следует иметь в виду, что нитратный азот, являясь воднорастворимым соединением, вместе с осадками проникает в почву и пополняет почвенные запасы этого элемента.

Насыпной поверхностный слой почвы мощностью 0–30 см по морфологическим признакам очень однороден. Он окрашен в темно-серые тона, тонкопористый, по гранулометрическому составу – средний суглинок, структура непрочная, пылевато-слоистая или пылевато-комковатая. Почва имеет рыхлое и нормальное уплотнение (табл. 1).

Содержание гумуса и валового азота высокое. Реакция почвенного раствора щелочная. Сумма обменных катионов значительная. Из минеральных форм азота преобладают окисленные, но содержание нитратов и аммиака низкое. Содержание доступного фосфора высокое и среднее, калия – высокое и в слое 10–40 см – низкое (табл. 2). Запасы гумуса и валового азота высокие, подвижного азота – низкие, фосфора и калия – средние (табл. 3).

**Парк ДК «Сибтяжмаш»**, как и парк ДК «Автомобилист» занимает те же элементы рельефа. Образование почвенного покрова парка сложное. По морфологическим признакам почву можно отнести к культуроземам, а по химическим свойствам к естественным дерновым лесным слабонарушенным легкосуглинистым почвам. Поверхностный слой почвы мощностью 0–30 см темно-серый, легкосуглинистый, тонкопористый, слабоуплотненный, бесструктурный. Общая пористость

варьирует незначительно (табл. 1). По количеству гумуса слой 0–40 см четко дифференцирован на горизонты, и содержание гумуса с глубиной снижается. В соответствии с распределением гумуса по профилю почв находится содержание валового азота и сумма обменных оснований (табл. 2). Реакция почвенного раствора щелочная. Среди минеральных форм азота превалирует нитратный с максимумом содержания в слое 0–10 см. Аммонийного азота очень немного. Почва парка хорошо обеспечена доступным фосфором и калием. Достаточно обеспечена гумусом, валовым азотом, фосфором и калием, удовлетворительно – подвижными соединениями азота (табл. 3).

**Парк ДК «1 Мая»** находится в правобережной части города и занимает пятую скульптурно-аккумулятивную террасу Енисея высотой 60–80 м, под цоколем девонских и юрских отложений которой лежит слой галечника, песка и облесованного суглинка. Почвенный покров этого парка представлен культуроземом, на поверхности которого сформировалась маломощная лесная подстилка, имеющая слабощелочную, почти нейтральную реакцию почвенного раствора. Содержание органического вещества в ней достаточно высокое (табл. 2).

Минеральные горизонты почвы отличаются по ряду показателей. По гранулометрическому составу это тонкопористая бесструктурная супесь (табл. 1). Для этой почвы характерны высокие запасы гумуса и общего азота, невысокие запасы минерального азота, достаточное количество доступных соединений фосфора и калия. Реакция почвенного раствора щелочная. Содержание гумуса достаточно высокое, количество минерального азота среднее, подвижного фосфора и калия – высокое (табл. 2, 3).

В слое 10–20 см встречаются многочисленные включения антропогенного происхождения: обломки кирпичей, стекла, гвозди, древесный уголь. Содержание гумуса, валового азота, подвижного фосфора высокое, минерального азота и калия – низкое (табл. 2). Запасы гумуса и элементов минерального питания достаточны (табл. 3). Нижний слой почвы 20–40 см имеет темно-бурую окраску, более плотный, плохо оструктуренный, супесчаный. Содержание органических соединений невысокое, беден минеральным азотом (табл. 2).

Проведенные исследования показали, что физические свойства почв парков и уровень обеспеченности их гумусом, азотом и подвижными эле-

ментами питания не препятствуют нормальному функционированию древесных растений. Лимитирующим фактором может быть щелочная реакция почвенного раствора, но в составе зеленых насаждений города преобладают такие виды древесных растений, как тополь бальзамический, клен ясенелистный, береза и лиственница, которые малочувствительны к рН почвенного раствора и могут переносить повышенную щелочность [12].

Доступность элементов минерального питания почвы является интегральным показателем условий произрастания. Для такой оценки обычно применяется растительная диагностика с использованием листовых стандартов. Данные по содержанию основных макроэлементов (азота, фосфора и калия) позволяют определить уровень обеспеченности растений элементами минерального питания. Наиболее низкие величины содержания элемента в листьях показывают неудовлетворительное поступление его из почвы, сопровождающееся резким угнетением ростовых процессов.

Определение азота и фосфора в листьях древесных растений (береза, клен, тополь, лиственница) показало, что в листьях этих деревьев накапливается повышенное количество макроэлементов по сравнению с оптимальным [13]. Это может быть следствием, с одной стороны, богатых почвенных условий, с другой, учитывая способность растений, произрастающих в зонах промышленного загрязнения, поглощать из воздуха соединения серы, может свидетельствовать о загрязнении воздушной среды окислами азота и двуокисью серы (табл. 4).

Таким образом, почвенный покров парков Красноярска сформирован как естественными окультуренными почвами, так и культуроземами – насыпными искусственными образованиями (мощностью от 10 до 40 см), созданными человеком за счет привезенной извне хорошо гумусированной почвы, которая, вероятно, являлась аккумулятивными горизонтами черноземов или лугово-черноземных почв.

Естественные дерновые лесные почвы (Центральный парк) имеют нормальный и полный набор генетических горизонтов и характеризуются хорошими физическими и химическими свойствами, достаточно обеспечены гумусом и подвижными элементами питания. Процессы разложения сложных органических соединений в них идут по полному циклу, последовательно включая аммонификацию и нитрификацию.

Насыпные почвы обладают неплохими химическими и физическими свойствами, в том числе рыхлым и нормальным сложением, высокой общей пористостью, обеспечивают хороший воздухообмен и водопроницаемость. По гранулометрическому составу это в основном легкие, средние и тяжелые суглинки, что обуславливает их высокую поглотительную способность.

Запасы гумуса в поверхностном слое 0–20 см (127,2–176,7 т/га) позволяют считать почвы парков Красноярска высокообеспеченными органическим веществом. Обеспеченность доступными элементами питания при такой гумусированности почв можно считать удовлетворительной и хорошей.

Результаты химического анализа листьев деревьев, произрастающих в парках, подтверждают данные агрохимического анализа и также свидетельствуют о хорошей обеспеченности почв элементами минерального питания и доступности их для растений.

#### Библиографический список

1. Тонконогов, В.Д. О классификации антропогенно образованных почв / В.Д. Тонконогов, Л.Л. Шишов // Почвоведение. – 1990. – № 1. – С. 72–79.
2. Строганова, М.Н. Городские почвы: опыт изучения и систематики / М.Н. Строганова, М.Г. Очарова // Почвоведение. – 1992. – № 7. – С. 16–24.
3. Хакимов, Ф.И. К исследованию трансформации и загрязнения городских почв. Проблемы антропогенного почвообразования / Ф.И. Хакимов, Н.Ф. Деева, А.А. Ильина. – М., 1993. – кн. 3. – С. 187–190.
4. Обухов, А.И. Биогеохимия тяжелых металлов в городской среде / А.И. Обухов, О.М. Лепнева // Почвоведение. – 1989. – № 5. – С. 65–73.
5. Прокофьева, Т.Е. Свойства городских почв, погребенных под дорожными покрытиями / Т.Е. Прокофьева // Тез докл. II съезда почвоведов. – СПб., 1996. – кн. 1. – С. 43–44.
6. Добровольский, Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Наука, 1990. – 259 с.
7. Чертов, О.Г. Комплексная оценка состояния почв города / О.Г. Чертов, С.Н. Гуков // Тез докл. II съезда почвоведов. – СПб., 1996. – кн. 1. – С. 231–232.
8. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 488 с.
9. Кириллов, М.В. Особенности природы окрестностей г. Красноярска. / М.В. Кириллов. – Красноярск: Красноярск. книжн. изд-во, 1971. – 158 с.
10. Гришина, Л.А. Система показателей гумусного состояния почв. Проблемы почвоведения / Л.А. Гришина, Д.С. Орлов. – М.: Наука, 1978. – С. 42–47.
11. Бугаков, П.С. Агрономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края / П.С. Бугаков, В.В. Чупрова. – Красноярск: КрасГАУ, 1995. – 176 с.
12. Харитонович, Ф.Н. Биология и экология древесных пород / Ф.Н. Харитонович. М.: Лесная пром-сть, 1968. 304 с.
13. Гирс, Г.И. Аккумуляция азота, фосфора и калия лесобразующими породами России / Г.И. Гирс. – Красноярск: Институт леса СО РАН (препринт), 1998. – 39 с.

## ЗНАЧЕНИЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФАЗ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

В.А. БРЫНЦЕВ, *проф. каф. лесных культур МГУЛ*,  
А. ЗАРЕ, *асп. каф. лесных культур МГУЛ*

**В** применяемых в настоящее время на производстве методиках по выращиванию посадочного материала и лесных культур в качестве привязки сроков агротехнических мероприятий используют главным образом календарные сроки, а из фенологических фаз, как правило, отмечают начало и конец вегетации. Важность фенологии для практических, хозяйственных целей отмечалась рядом авторов [3, 4], однако до настоящего времени она не нашла широкого применения в практике лесного хозяйства.

Вместе с тем в агротехнике выращивания имеется много приемов, эффективность применения которых сильно зависит от фенологического состояния растений, например, корневые и внекорневые подкормки, подрезка корней, применение различных стимуляторов и пестицидов, пересадка растений в школьное отделение или культуры.

Имеются методики, где растения выступают как феноиндикаторы происходящих в природе климатических и погодных изменений, характеризуя условия внешней среды. В качестве феноиндикаторов берутся растения разных пород, что может приводить к ошибкам из-за смещения в разные годы фенофаз разных видов относительно друг друга. Поэтому при проведении агротехнических мероприятий следует опираться на фенологию выращиваемого вида. Работы в этом направлении активно ведутся в последнее время [5, 6].

В литературе имеются детальные исследования морфогенеза сосны обыкновенной в раннем возрасте [7]. Задача состоит в том, чтобы найти такие фенологические фазы, которые отражали бы важнейшие этапы роста и развития растения.

Проведение в определенные сроки различных агротехнических мероприятий с учетом фенологических фаз позволяет:

- избежать неэффективного применения агроприемов или даже отрицательного их воздействия из-за смещения фенологических фаз под действием погодных условий конкретного вегетационного периода;

- не проводить дополнительные исследования для адаптации разработанных технологий к климатическим условиям конкретных регионов;

- применять разработанную технологию не только для местной популяции вида, но и интродукционных популяций, фенологические фазы которых, как правило, смещаются;

- уменьшить расход удобрений и стимуляторов за счет внесения в сроки, когда растение к ним наиболее восприимчиво.

Большинство современных отечественных исследователей, занимаясь практической фенологией видов хвойных или предлагая для них свою методику, берут за основу методики фенонаблюдений, разработанные И.Н. Елагиным [3].

Для И.Н. Елагина основной задачей было вписать фенологию хвойных в общую фенологию развития древесных растений, поэтому названия фенофаз и сами выделяемые фенофазы были приближены к таковым у лиственных пород. Такой унифицированный подход облегчал общие фенологические наблюдения за различными породами, придавая исследованиям общую экологическую направленность.

Для использования фенологии в агротехнике выращивания необходима методика, которая, отражая важнейшие этапы сезонного развития растения, в то же время была бы проста для практического применения, выделенные фенофазы должны быть четкими, очевидными и видимыми.

Цель данной работы – выделение для сосны обыкновенной надежных и простых для практического применения фенологических фаз, связанных с важнейшими этапами роста и развития органов растения.

В морфогенезе сосны обыкновенной, как и других растений, можно выделить два принципиально различных явления: формирование зачатков новых органов и развитие органов из зачатков. На морфологическом уровне изучают главным образом второе явление – развитие органов из зачатков. При этом для каждого органа можно выделить следующие этапы: начало активного роста и развития; окончание роста и развития; точки экстремумов, где интенсивность роста органов (из-за внутренних причин) достигает максимального или минимального значения.

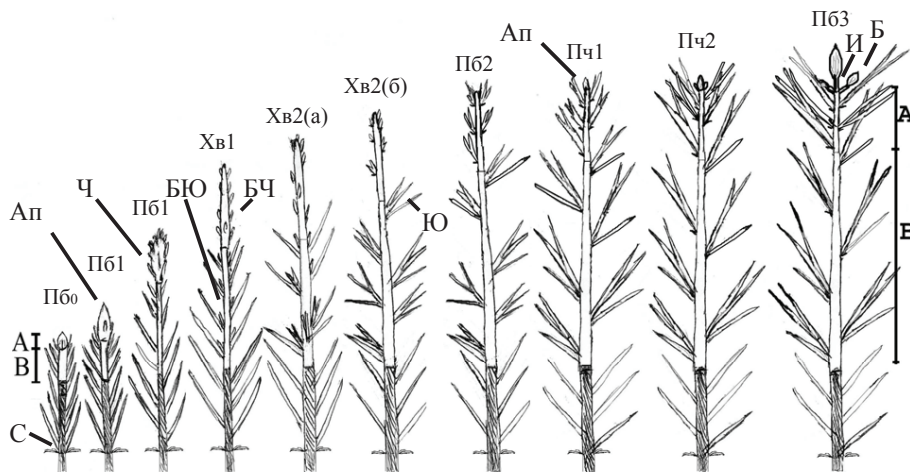


Рис. 1. Прирост побега сеянца сосны обыкновенной на второй год выращивания: Ап – апикальная почка; Б – боковые почки; БЧ – брахибласты в пазухах чешуй; БЮ – брахибласты в пазухах ювенальной хвои; С – семядоли; И – Иванов побег; Ю – ювенальная хвоя; Ч – чешуи.

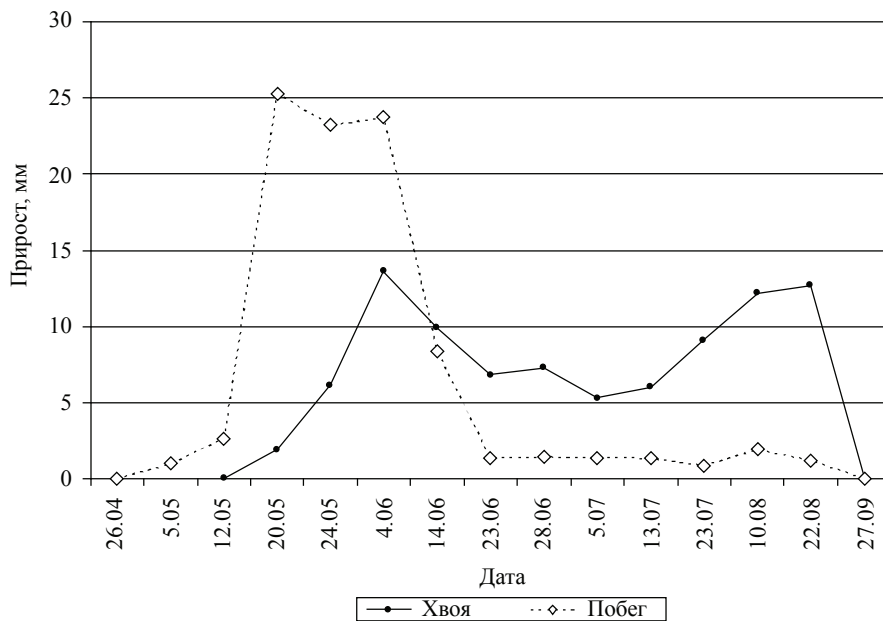


Рис. 2. Прирост побега и хвои у сеянцев сосны обыкновенной на второй год выращивания

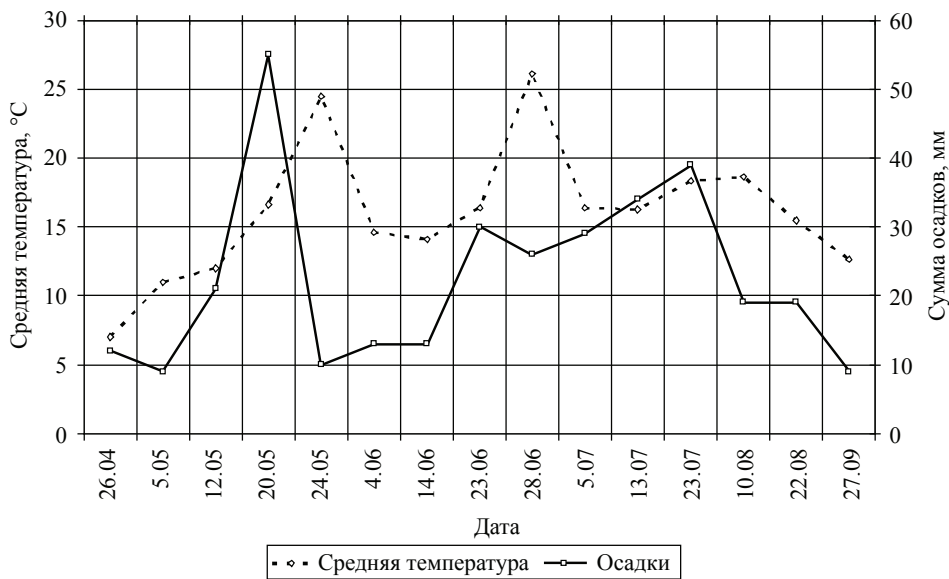


Рис. 3. Средняя температура воздуха и сумма осадков в вегетационный период 2005 г.



**Фенологические фазы вегетативных органов сосны обыкновенной**

Условное обозначение	Фенофаза	Признаки для выделения
Пб <sub>0</sub>	Зимнего покоя	Все органы растения в состоянии зимнего покоя
Пб1	Роста побега	Начало роста побега в результате растяжения междоузлий и набухания апикальной почки (если она у сеянцев есть)
Пб2	Окончания роста побега	Начало фазе формирования апикальной почки
Хв1 Хв1(а) Хв1(б)	Обособления хвоинок в чехлики	Видны пучки хвои, заключенные в пленочные чешуи
Хв2 Хв2(а) Хв2(б)	Прорывание хвоинками чехликов	Разрывание пленочного колпачка, покрывающего брахибласты
Пч1	Формирование апикальной почки	На вершине побега формируется острая почка, имеющая вид конуса
Пч2	Формирование боковых почек	Рядом с апикальной почкой обособляются боковые почки
Пб3	Рост Иванова побега	Появление побега Иванова побега из апикальной почки
Пб4	Формирование почек ауксибластов	Остановка роста всех надземных органов, почки принимают зимнюю форму

Хв1(а)– Обособления хвоинок в чехлики брахибластов в пазухах ювенальной хвои  
 Хв1(б)– Обособления хвоинок в чехлики брахибластов в пазухах чешуй  
 Хв2(а)– Прорывание хвоинками чехликов брахибластов в пазухах ювенальной хвои  
 Хв2(б)– Прорывание хвоинками чехликов брахибластов в пазухах чешуй

**Определение основных этапов роста и развития органов сосны обыкновенной по фенологическим фазам**

Органы	Начало активного роста	Точки экстремумов		Окончание роста
		Максимум интенсивности прироста	Замедление в процессе роста (из-за внутренних причин)	
Побег	Фаза роста побега	До начала фазы обособления хвоинок в чехлики	Нет	Начало фазы формирования апикальной почки
Хвоя	Фаза обособления хвоинок в чехлики	1. Начало фазы формирования апикальной почки 2. Рост Иванова побега	Фаза формирования боковых почек	Фаза формирования почек ауксибластов
Апикальная почка	Фаза формирования апикальной почки	Фаза формирования боковых почек	Нет	Фаза формирования почек ауксибластов
Боковые почки	Фаза формирования боковых почек	Фаза роста Иванова побега	Нет	Фаза формирования почек ауксибластов

Сезонный рост сосны обыкновенной на второй год выращивания изучали в 2005 г. в питомнике Сергиево-Посадского лесхоза Московской обл. Изучали динамику сезонного роста побегов, хвои, почек, прохождение фенологических фаз, связь интенсивности роста органов с температурой воздуха и осадками. В выделении фенологических фаз за основу брали методики И.Н. Елагина [3].

Морфологические изменения сеянца сосны обыкновенной на второй год выращивания показаны на рис. 1.

Динамика роста побега и хвои представлены на рис. 2. На рис. 3. показано изменение среднесуточной температуры и осадки в период выращивания. Анализ данных на рис. 2 и 3 показывает, что динамика роста побега и хвои оп-

ределяется главным образом внутренними причинами. Начало роста отмечено после перехода среднесуточной температуры через 10 °С. Хвоя имеет два максимума роста в начале июня и в середине августа (рис. 2). Небольшая активизация роста побега в августе связана с ростом Иванова побега.

Исследования динамики роста органов сосны обыкновенной на второй год выращивания и прохождения ими фенологических фаз позволили сделать следующие выводы:

1. На второй год выращивания у сосны обыкновенной рост в высоту идет за счет растяжения верхней части ювенильного побега, сформировавшегося в первый год, а также за счет разветвления верхушечной почки, если она была сформирована на побеге в первый

год выращивания. В начале фазы обособления хвоинок в чехлики прирост побега замедляется. Кроме того, в конце второго периода фазы прорывания хвоинками чехликов рост побега заканчивается.

2. Фаза обособления хвоинок в чехлики у сосны обыкновенной проходит в два этапа: сначала обособляются хвоинки в чехлики в пазухах ювенальной хвои, через 1–2 дня обособляются хвоинки в чехлики в пазухах чешуй.

3. Фаза формирования апикальной почки начинается после прорывания хвоинками чехликов в верхней части побега. Несколько позднее начинается фаза формирования боковых почек.

4. Фаза формирования Иванова побега начинается после образования апикальной почки и боковых почек. Иванов побег формируется не всегда, но на второй год он может встречаться у 50 % сеянцев.

5. Фаза окончания формирования почек ауксипластов приходится на конец лета. В это время, линейный рост всех надземных органов прекращается. Цвет молодой хвои на Ивановом побеге меняется от зеленого до темно-зеленого, хвоя так и не достигает средней длины на основном побеге, оставаясь короткой. Цвет стебля также меняется, становясь из зеленого коричневым.

На основании проведенных исследований предлагается методика выделения фенологических фаз для сосны обыкновенной (табл. 1), куда включены только те фенологические фазы, для

которых были найдены четкие и простые признаки их выделения.

На основании выделенных фенологических фаз и фенометрических наблюдений этапы роста органов сосны обыкновенной приведены в соответствии с фенологическими фазами (табл. 2).

Табл. 2 отражает связь между легко выделяемыми в натуре фенологическими фазами и этапами роста и развития органов растения: побега (в длину), хвои и почек.

Этапы роста и развития органов и соответствующие им фенологические фазы целесообразно учитывать при проведении всех агротехнических мероприятий, оказывающих на растения непосредственное влияние.

### Библиографический список

1. Брынцев, В.А. Подкормки сеянцев сосны с учетом фенологических фаз / В.А. Брынцев // Лесохоз. информ. – 1994. – Вып. 4. – С. 30–32.
2. Брынцев, В.А. Значение фенологических фаз при выращивании кедрового сибирского / В.А. Брынцев // Лесохоз. информ. – 1997. – Вып. 8. – С. 8–16.
3. Елагин, И.Н. Методика определения фенологических фаз у хвойных / И.Н. Елагин // Ботан. журн. – 1961. – Т. 46. – № 7. – С. 984–992.
4. Иваненко, Б.И. Фенология древесных и кустарниковых пород / Б.И. Иваненко. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 184 с.
5. Биоэкологические основы выращивания сеянцев сосны и ели в питомниках / Г.И. Редько, Д.В. Огиевский, Е.Н. Наквасина и др. – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 64 с.
6. Романов, Е.М. Выращивание сеянцев древесных растений биоэкологические и агротехнологические: учеб. пособие / Е.М. Романов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 500 с.
7. Чепик, Ф.А. Биология развития и типы морфогенеза побегов древесных растений / Ф.А. Чепик. – Л.: ЛТА, 1982. – 72 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИДОВЫХ ЧИСЕЛ НА ОСНОВЕ МОРФОЛОГО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЕРЕВЬЕВ

А.А. ВАЙС, доц. каф. лесной таксации, лесоустройства и геодезии СибГТУ, канд. с.-х. наук

Для определения показателей формы стволов и разработки нормативных таблиц в лесной таксации широко применяют математическое моделирование.

Основным показателем, характеризующим полндревесность древесного ствола, является видовое число. Из многочисленных разновидностей видовых чисел в лесной таксации наибольшее распространение получило старое видовое число ( $f_{1,3}$ ).

Исследователи выявили ряд закономерностей в строении и моделировании полндревесности стволов.

Так В.И. Пчелинцев [1], изучая листовничники бассейна реки Енисей, установил, что связи между видовыми числами, коэффициентами формы ( $q_2$ ), высотами и диаметрами аппроксимируются уравнениями прямой линии, параболы второго и третьего порядка.

А.А. Кулешис, И.И. Кенставичюс [2] апробировали 13 различных математических моделей зависимости старых видовых чисел сосны и ели в зависимости от диаметров и высот деревьев. Авторы предлагают для моделирования видовых чисел сосны использовать всестороннюю модель,

а для коэффициентов полнодревесности ели – модифицированную модель Нэслунда.

В.Н. Немич [3] установил, что наиболее тесная связь видовых высот сосновых древостоев Приангарья наблюдается с возрастом, средним диаметром и средней высотой. Он получил линейное уравнение определения видовой высоты по указанным выше таксационным показателям. В другой статье [4] автор в качестве выходной переменной использовал второй коэффициент формы при входных значениях возраста, высоты, протяженности кроны. Базовой моделью являлось множественное линейное уравнение.

В.В. Гончарук и другие [5] определяли взаимосвязь видовых чисел и различных коэффициентов формы с таксационными и морфологическими признаками. Исследователи пришли к выводу, «что поскольку нельзя уловить все разнообразие условий роста, то для выявления закономерностей целесообразно изучать те соотношения, которые существуют между таксационными показателями в природе в отдельных насаждениях, а не даже в «удачно составленных "совокупностях стволов"».

А.И. Старцев, А.А. Корепанов [6] рассматривали точность эмпирических зависимостей видовых чисел от различных таксационных показателей. Установлено, что все модели вычисления видовых чисел дают незначительную систематическую ошибку  $\pm 2\%$ , при этом случайные ошибки минимальны.

Т.В. Батвенкина [5], анализируя модели сосновых древостоев Приангарья, пришла к выводу, что кроме высоты существенное влияние на видовую высоту оказывают диаметр, возраст и полнота.

Данные исследований показывают, что на видовое число влияет совокупность морфологических признаков деревьев: высота, диаметр, возраст, протяженность кроны и комбинации переменных [2, 4]. Для выявления закономерностей в форме стволов необходимо проводить наблюдения на уровне отдельных древостоев [7].

Попытка установить влияние пространственных признаков на полнодревесность деревьев через среднее расстояние [4] не дала результата. Исследователи указывают, что невыявленное влияние на среднюю форму стволов густоты древостоев обусловлено использованием не первоначальных показателей, а анализом средних значений в конечном возрасте, причем в различ-

ных фазах формирования древостоя как элемента леса.

Необходимо отметить, что на форму растущего дерева, безусловно, должны влиять конкурентные и «социальные» условия вокруг особи.

С целью определения силы такого влияния в различных районах средней и южной Сибири были взяты модельные деревья численностью не менее 25 штук для каждого насаждения. Объектом исследования являлись сосновые древостои (Абанский, Боготольский, Пировский лесхозы Красноярского края; Газимур-Заводский лесхоз Читинской области; Ленский лесхоз республики Саха-Якутия). Общее число моделей – 300 штук.

Оценка конкуренции производилась путем определения индексов по формуле

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{D_0}, \quad (1)$$

где  $CI$  – индекс конкуренции;

$\sum D_i$  – сумма диаметров деревьев, см;

$D_0$  – диаметр центрального дерева, см.

Горизонтальная структура на уровне растущей особи устанавливалась по среднему расстоянию

$$l_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}, \quad (2)$$

где  $l_{cp}$  – среднее расстояние на уровне растущего дерева, м;

$\sum_{i=1}^n L_i$  – сумма расстояний от центрального дерева до ближайших «соседей» по радиусу, м;

$n$  – число «соседей», шт.

Исходные лимиты морфологических и пространственных характеристик модельных деревьев в сосновых древостоях приведены в табл. 1. Анализ данных показывает, что исходные модели охватывают существующее многообразие условий местопроизрастаний и варьирование морфологических признаков деревьев в ценозах.

На основе регрессионного моделирования с помощью визуального (графического) и аналитического этапов были изучены связи видовых чисел со средним расстоянием и индексами конкуренции.

В табл. 2 и 3 приведены параметры линейных моделей связей  $f_{1,3} = f(l_{cp})$  и  $f_{1,3} = f(CI)$ .

Т а б л и ц а 1

**Морфологические и пространственные характеристики модельных деревьев**

Морфолого-пространственные характеристики	Районы исследований				
	Абанский лесхоз	Боготольский лесхоз	Пировский лесхоз	Газимур-Заводский лесхоз	Ленский лесхоз
Возраст, лет	15–145	20–130	18–110	20–80	35–124
Высота, м	5,2–36,0	6,0–28,7	6,0–21,0	10,0–26,0	9,0–17,5
Диаметр, см	5,9–61,5	8,0–42,0	10,0–28,0	3,0–49,0	7,0–33,0
Видовое число в коре	0,255–0,796	0,282–0,718	0,432–0,770	0,381–0,554	0,087–0,482
Объем в коре, м <sup>3</sup>	0,009–3,490	0,021–1,475	0,0484–0,630	0,0142–2,046	0,057–0,111
Индекс конкуренции	0,55–17,33	7,58–27,72	–	–	–
Среднее расстояние, м	1,0–6,4	0,81–6,0	4,8–12,8	1,1–6,1	2,1–11,5

Т а б л и ц а 2

**Параметры моделей связей  $f_{1,3} = a + bl_{cp}$**

Районы исследований	Коэффициенты		Коэффициент корреляции	Основная ошибка	Критерий Фишера
	<i>a</i>	<i>b</i>			
Абанский лесхоз	0,471	–0,0256	0,473	0,072	26
Боготольский лесхоз	0,490	–0,0280	0,422	0,073	18
Пировский лесхоз	0,651	–0,0080	0,209	0,100	0,7
Газимур-Заводский лесхоз	0,443	–0,0010	0,048	0,034	0,1
Ленский лесхоз	0,571	–0,0210	0,429	0,066	5,4

Т а б л и ц а 3

**Параметры моделей связей  $f_{1,3} = a + bl_{cp}$**

Районы исследований	Коэффициенты		Коэффициент корреляции	Основная ошибка	Критерий Фишера
	<i>a</i>	<i>b</i>			
Абанский лесхоз	0,308	0,016	0,626	0,063	58
Боготольский лесхоз	0,270	0,010	0,422	0,073	18

Т а б л и ц а 4

**Отобранные признаки для определения видовых чисел**

Районы исследований				
Абанский лесхоз	Боготольский лесхоз	Пировский лесхоз	Газимур-Заводский лесхоз	Ленский лесхоз
признаки				
1/H; 1/D <sub>1,3</sub> ; 1/l; 1/D <sup>2</sup> ; 1/H <sup>2</sup> ; 1/HD	CI; 1/l; 1/HD	1/D; 1/H <sup>2</sup> ; 1/HD	1/H; 1/D; 1/D <sup>2</sup> ; 1/H <sup>2</sup> ; 1/HD; 1/P	1/H; 1/H <sup>2</sup> ; 1/HD

Т а б л и ц а 5

**Параметры модели  $f_{1,3} = a/l + b/HD$**

Районы исследований	Коэффициенты		Коэффициент детерминации	Основная ошибка	Критерий Фишера
	<i>a</i>	<i>b</i>			
Абанский лесхоз	0,4597	0,2059	94,8	0,068	802
Боготольский лесхоз	0,3345	0,2354	94,8	0,070	762
Пировский лесхоз	2,1878	34,8860	95,2	0,110	148
Газимур-Заводский лесхоз	0,7754	15,0094	86,7	0,128	144
Ленский лесхоз	1,2961	22,1860	93,9	0,095	194

Все полученные парные модели достоверны по критерию Фишера, кроме модели связи  $f_{1,3} = f(l_{cp})$  сосновых древостоев Газимур-Заводского и Пировского лесхозов. Коэффициент корреляции для парных зависимостей видового

числа со средним расстоянием *r* имеет достаточно высокие значения 0,048–0,473, что указывает на существующую регрессионную связь густоты стояния растущего дерева и его формы.

Параметры модели  $f_{1,3} = b/HD$

Среднее расстояние, м	Коэффициент	Коэффициент детерминации	Основная ошибка	Критерий Фишера
Абанский лесхоз				
0–3,0	0,4091	90,7	0,100	500
3,1–5,0	0,2736	90,7	0,097	165
5,1 и выше	0,3240	97,0	0,048	681
Боготольский лесхоз				
0–3,0	0,4403	91,4	0,106	435
3,1–5,0	0,2968	95,3	0,69	832
Пировский лесхоз				
5,1 и выше	69,873	89,4	0,152	127
Газимур-Заводский лесхоз				
0–3,0	64,899	73,3	0,198	96
3,1–5,0	156,111	72,3	0,207	10
5,1 и выше	502,993	99,2	0,035	481
Ленский лесхоз				
3,1–5,0	65,371	87,5	0,160	112
5,1 и выше	111,743	92,8	0,101	77

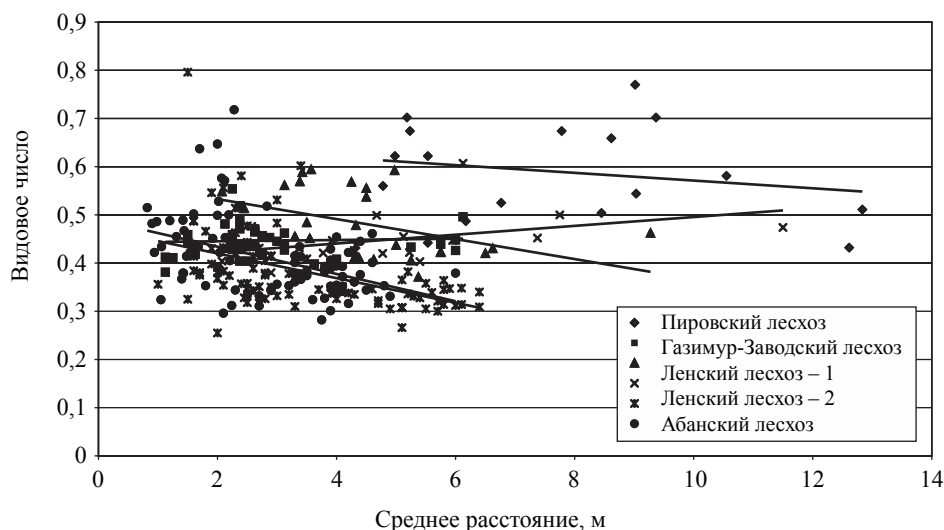


Рисунок. Связь видового числа и среднего расстояния по различным районам

Закономерности соотношений связи видовых чисел и средних расстояний по различным районам изображены на рисунке. Соотношение выровненных линий указывает прежде всего на влияние условий местопроизрастаний (почвенных, орографических, климатических). Это не позволяет построить всеобщую таблицу для получения старых видовых чисел по значениям среднего расстояния на уровне растущего дерева.

Для практического применения в лесотаксационной практике используют множественные линейные модели. Методика вычисления старого видового числа изначально предполагает наличие корреляции между коэффициентом полндревесности и морфологическими признаками (высотой  $H$ , диаметром  $D$ , средним расстоянием  $l$  и их комбинациями). В качестве независимых переменных

использовались ( $1/H$ ;  $1/D_{1,3}$ ;  $Cl$ ;  $1/l$ ;  $1/D$ ;  $1/D^2$ ;  $1/H^2$ ;  $1/HD$ ;  $1/HD^2$ ;  $1/Dl$ ;  $1/P$ ).

С помощью пошаговой регрессии (статистический пакет «Statgraphics») был выполнен автоматический отбор наиболее значимых признаков для видового числа (табл. 4).

Данные табл. 4 неоднозначны для выводов, поскольку в разных районах наблюдается свой набор значимых показателей.

При этом можно отметить влияние среднего расстояния в сосняках трех древостоев (Абанский, Боготольский, Газимур-Заводский лесхозы) и наличие сложной переменной  $HD$  во всех моделях.

Далее представлены итоговые уравнения вычисления видовых чисел по модельным деревьям. Все модели достоверны по критерию Фишера. Коэффициенты детерминации  $R^2$  указывают на высокую адекватность множественных

регрессионных уравнений  $R^2 = 98,0\div 99,6$ . Величина ошибок варьирует от 0,021 до 0,043.

Абанский лесхоз

$$f_{1,3} = -7,07114 / H + 8,33835 / D + 0,08891 / l + 0,24132 / (HD) + 28,5680 / H^2 - 25,7098 / D^2, \\ (F = 1609; R^2 = 99,1; m = 0,029).$$

Боготольский лесхоз

$$f_{1,3} = 0,07977 / L + 0,01478CI + 0,15875 / (HD), \\ (F = 1411; R^2 = 98,0; m = 0,041).$$

Пировский лесхоз

$$f_{1,3} = 14,4184 / D - 88,5490 / (HD) + 24,7118 / H^2, \\ (F = 500; R^2 = 98,9; m = 0,047).$$

Газимур-Заводский лесхоз

$$f_{1,3} = 23,5045 / H - 7,4328 / D - 0,0635 / L^2 - 306,372 / H^2 - 27,3905 / D^2 + 194,048 / (HD), \\ (F = 1662; R^2 = 99,6; m = 0,021).$$

Ленский лесхоз

$$f_{1,3} = 9,9147 / H + 21,3065 / (HD) - 67,1151 / H^2, \\ (F = 674; R^2 = 98,8; m = 0,043).$$

Полученные модели можно рекомендовать для таксации лесосечного фонда, но для выявления закономерностей модели сложно использовать, поскольку они имеют большое количество коэффициентов. По этой причине были рассчитаны модели со сложной переменной  $HD$  и средним расстоянием ( $l$ )

$$f_{1,3} = a / l + b / HD.$$

Параметры модели приведены в табл. 5. Модели адекватны, надежны. Единственным недостатком является достаточно значительная величина ошибок ( $\Delta f = 0,068\div 0,128$ ).

В работе [7] растущие деревья относительно «социальных» условий распределены на три категории: свободно растущие (среднее расстояние 5,1 м и выше), средняя густота (среднее расстояние 3,1–5,0 м) и высокая густота стояния (среднее расстояние 0–3,0 м).

С целью выявления различий в полндревесности стволов по «социальным» условиям были получены уравнения видовых чисел по густоте стояния. Первоначально использовали связь  $f_{1,3} = a + b / HD$ . Г.С. Войнов пришел к выводу, что «средние величины видового числа в пределах любой совокупности стволов деревьев одной породы находятся в обратной зависимости от величины произведения диаметра и высоты стволов».

Апробация модели показала, что удаление свободного члена  $a$  практически в 2 раза улучшает адекватность уравнений. Поэтому в окончательном варианте использовали модель  $f_{1,3} = b / HD$ . В табл. 6 приведены характеристики моделей по средним расстояниям и районам исследований.

В табл. 6 наиболее важным для анализа являются коэффициент при переменной  $HD$ . Явные различия значений по среднему расстоянию указывают на влияние социального фактора на форму стволов растущих деревьев.

В результате выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

а) на полндревесность стволов влияет совокупность признаков, прежде всего это морфологические показатели особей: высота, диаметр, возраст, протяженность кроны;

б) выявить закономерности в форме стволов возможно только при изучении на уровне растущей особи;

в) парные модели связей видового числа со средним расстоянием и видового числа с индексом конкуренции указывают на существенную, умеренную связь густоты стояния вокруг растущей особи и формы ствола;

г) конкурентное давление деревьев «соседей» на особь в еще большей степени, чем расстояние, оказывает влияние на видовое число;

д) различия в линиях изменений видовых чисел в значительной степени варьируют при одних значениях средних расстояний до растущих деревьев;

е) пошаговый регрессионный анализ дает неоднозначный вывод о входных переменных для моделирования видовых чисел в сосновых древостоях;

ж) регрессионные модели определения видовых чисел по размерным признакам и среднему расстоянию характеризуются высокой степенью адекватности и достаточно высокими значениями ошибок;

з) модели, вычисленные по различным категориям густоты стояния деревьев и сложной переменной  $HD$ , указывают на явные различия по коэффициентам;

и) для практических целей рекомендуется использовать при установлении видовых чисел сосновых древостоев множественные регрессионные модели с максимальным количеством значимых входных переменных.

В научных целях для выявления закономерностей в строении видовых чисел удобнее использовать уравнения с минимальным набором входных переменных и коэффициентов. Этими показателями могут быть сложная переменная  $HD$  и среднее расстояние  $l$

$$f_{1,3} = a / l + b / HD.$$

Таким образом, установлено значимое влияние среднего расстояния на полнодревесность стволов и рекомендован ряд моделей для практического применения.

### Библиографический список

1. Пчелинцев, В.И. Исследование формы стволов лиственницы сибирской в бассейне р. Енисей: дисс. ... канд. с-х. наук. / В.И. Пчелинцев. – Красноярск, 1984. – 22 с.
2. Кулешис, А.А. Математическое моделирование видовых чисел / А.А. Кулешис, И.И. Кенставичюс // Лесоведение. – 1976. – № 3. – С. 85–91.
3. Немич, В.Н. Исследование критериев плотности сосновых древостоев Приангарья: дисс. ... канд. с-х. наук / В.Н. Немич. – Красноярск: СибГТУ, 1997. – 22 с.
4. Немич, В.Н. Изменчивость и строение древостоев по форме ствола / В.Н. Немич, В.В. Гончарук // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск: СибГТУ. – С. 88–98.
5. Батвенкина, Т.В. Анализ методов оценки лесосечного фонда (на примере сосняков Красноярского Приангарья): дисс. ... с-х. наук / Т.В. Батвенкина – Красноярск.
6. Старцев, А.И. Определение видовых чисел стволов сосны в коре и без коры / А.И. Старцев, А.А. Корепанов // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск: СибГТУ. – С. 39–44.
7. Вайс, А.А. Форма стволов, конкуренция и горизонтальная структура на уровне растущего дерева / А.А. Вайс // Вестник КрасГАУ.

## СОСТОЯНИЕ СООБЩЕСТВ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСОВ ВБЛИЗИ АРХАНГЕЛЬСКА

С.Н. ТАРХАНОВ, *Институт экологических проблем Севера Уральского отд. РАН, канд с.-х. наук,*  
 А.Ф. НАДЕИН, *Институт экологических проблем Севера Уральского отд. РАН, канд. техн. наук*

Дереворазрушающие грибы активно участвуют в биологическом круговороте веществ и, соответственно, в формировании специфических особенностей биогеоценозов. Исследованиями отечественных и зарубежных авторов в последние годы показана перспективность использования данных объектов при оценке антропогенного воздействия. Лесные насаждения окрестностей Архангельска испытывают умеренное аэротехногенное воздействие, в основном выбросов диоксида серы и пылевых частиц от предприятий теплоэнергетики и целлюлозно-бумажных производств. Активные деструкторы древесины – базидиальные грибы рассматриваются как один из объектов биоиндикации состояния лесных биогеоценозов [1].

Исследования проводились в 2003–2005 гг. в естественных лесных массивах на расстоянии 4–45 км от городской черты и промышленных зон г. Архангельска. Характеристика пробных площадей показана в табл. 1. В хвойных, хвойно-лиственных насаждениях черничного, травяного, травяно-болотного и переходных между ними типов леса северной подзоны тайги в районе Архангельска было заложено 15 пробных площадей согласно [2, 3], на которых проводилось бурение стволов на высоте 1,3 м в прикорневой части ствола у 15 % от общей численности живых учетных деревьев, распределенных пропорционально степеням толщины. При этом определяли морфологические параметры дерева, давали оценку состояния кроны, ствола, фиксировали повреждения насекомыми и болезнями, пороки, ме-

ханические повреждения, поражения огнем (если имели место). При исследовании состояния сообществ дереворазрушающих грибов и гнилевого поражения древостоев в условиях аэротехногенного загрязнения использовали работы [1, 4, 5].

Виды грибов ксилотрофного комплекса идентифицировали по морфологическим признакам плодовых тел с использованием бинокулярной лупы, согласно [6]. На каждой пробной площади учитывались валежные стволы деревьев, пни, а также сухостой и живые деревья, пораженные грибами.

Результаты исследований показали, что многолетними плодовыми телами грибов заселено 97 % поврежденного хвойного древостоя, 48 % – лиственного, остальная часть – однолетними трутовыми грибами. Как отмечено в [1], при интенсивном воздействии техногенных выбросов развиваются преимущественно лигнинразрушающие грибы. Уменьшение доли целлюлозоразрушающих грибов отрицательно влияет на стабильность лесных экосистем. Авторы исследования [1] приводят долю лигнинразрушающих грибов даже в фоновых условиях 30–93 %. Таким образом, исследованные нами лесные насаждения находятся в весьма удовлетворительном состоянии.

Наибольшая видовая встречаемость (табл. 4) в хвойных формациях характерна для окаймленного трутовика, елового трутовичка, елового трутовика, еловой губки; в лиственных формациях – для настоящего, ложного и ложного осинового трутовиков и вида *Stereum hirsutum*.

Т а б л и ц а 1

**Характеристика пробных площадей**

№ п.п.	Тип леса	Состав древостоя	Средний возраст главной породы	Полнота	Класс бонитета	Расстояние до источников выбросов, км
T 126	Ельник черничный свежий	7Е1С1Б1ОС	140	0,7	IV	11
T 127	Ельник чернично-травяной	6Е1С2Б1Ос	150	0,7	IV	11
T128	Сосняк травяной	5С2Е3Б	90	0,6	IV	11,5
T124	Ельник травяно-болотный	6Е1С3Б	100	0,7	V	11
T131	Сосняк травяно-болотный	6С2Е2Б	100	0,7	V	11
ГД	Ельник травяно-болотный	7Е3Б+С ед.Ос,Ол,Ив.	140	0,7	V	4,5
ГДа	Ельник черничный влажный	7Е3Б+С ед.Ос	140	0,7	IV	4,5
ГДб	Осинник чернично-травяной	7Ос2Е1Б+С,Ол	50	0,7	IV	4,5
T102	Ельник черничный влажный	9Е1С+Б,Ос	110	0,7	IV	5,5
T103	Ельник кислично-травяной	7Е2Б1Ос+С	100	0,6	IV	6
T41	Ельник чернично-травяной	8Е1Б1Ос+С	140	0,6	IV	9
T108	Березняк черничный влажный	8Б1Ос1С	20	0,6	IV	10
T109	Ельник черничный влажный	10Е+Б ед.С	130	0,7	IV	17
T105	Сосняк травяно-зеленомошный	9С1Б+Е	80	0,7	IV	45
T104	Ельник черничный влажный	7Е2Б1Ос+С	100	0,6	IV	45

Т а б л и ц а 2

**Санитарное состояние древостоев и численность плодовых тел дериворазрушающих грибов**

№ п.п.	Количество субстрата с плодовыми телами грибов, %				Численность плодовых тел, шт. на 100 ед. субстрата	
	Пни	Валеж	Сухостой	Ослабленный растущий	Хвойная формация	Лиственная формация
T102	3	0,5	–	0,5	194	26
T108	13	–	15	0,7	–	280
T105	1,3	0,7	–	–	3	3
T41	12	5	1,4	1,4	345	166
T104	13	10	3	3	180	98
T103	8	0,7	1,4	–	10	190
T109	18	–	3	–	450	84
ГД	5	28	27	0,2	418	265
ГДа	30	30	–	0,8	189	15
ГДб	35	8	68	4	3690	124
T126	1,8	2,7	1,8	6,7	94	267
T127	2,4	1,2	–	2,4	459	111
T128	5,4	1,6	1,9	3,9	2610	6
T124	0,6	3,2	1,2	0,9	679	37
T131	1,4	2,1	3,1	0,3	238	59

Т а б л и ц а 3

**Численность плодовых тел дериворазрушающих грибов, шт. на 100 ед. субстрата\***

Виды	Субстрат				Древесные породы	
	Пни	Валеж	Сухостой	Ослабленный растущий	Хвойная формация	Лиственная формация
Настоящий трутовик <i>Fomes fomentarius</i> (Fr.) Kickx	8	15	55	2	5	75
Ложный трутовик <i>Phellinus igniarius</i> (Fr.) Quel	52	42	89	21	–	204
Окаймленный трутовик <i>Fomitopsis pinicola</i> (Fr.) Karst.	49	4	–	–	43	10
Еловый трутовик <i>Polystictus circinatus</i> (Fr.) Karst. var. <i>triqueter</i> bres.	–	32	–	–	32	–
Ложный осиновый трутовик <i>Phellinus tremulae</i> (Bond) Bond. et. Boriss.	3	10	100	3	–	116
Еловый трутовичок <i>Hirschioporus abietinus</i> (Fr.) Donk	620	370	–	–	990	–
Еловая губка <i>Phellinus pini</i> var. <i>abietis</i> (karst.) Pil.	10	1	–	–	11	–
Сосновая губка <i>Phellinus pini</i> (Fr.) Ames	1	–	–	–	1	–
Березовая губка <i>Piptoporus betulinus</i> (Fr.) Karst.	12	–	18	12	–	42
Корневая губка <i>Fomitopsis annosa</i> (Fr.) Karst.	–	100	–	–	100	–
<i>Stereum hirsutum</i> **	363	14	1	7	–	385
Инонотус скошенный *** <i>Inonotus obliquus</i> (Fr.) Pil.	–	–	10	5	–	15

Примечания: \* – пробные площади T102, T108, T105, T41, T104, T103, T109. \*\* – русское название вида авторами не установлено. \*\*\* – чага (бесплодный вырост).



Т а б л и ц а 4 . 1

**Встречаемость массовых видов дереворазрушающих грибов, %**

Виды	Хвойная формация			Лиственная формация		
	ГД	ГДа	ГДб	ГД	Гда	ГДб
Настоящий трутовик	–	–	–	1,2	0,6	1,2
Ложный трутовик	–	–	–	1,2	0,4	1,6
Окаймленный трутовик	1,4	–	0,3	–	–	–
Еловый трутовик	0,6	–	0,3	–	–	–
Ложный осиновый трутовик	–	–	–	0,5	0,4	1,6
Еловый трутовичок	1,0	0,6	0,3	–	–	–
Еловая губка	0,3	–	0,3	–	–	–
Сосновая губка	–	–	0,3	–	–	–
Березовая губка	–	–	–	0,4	0,2	0,3
Корневая губка	0,2	–	–	–	–	–
<i>Stereum hirsutum</i>	–	–	–	0,3	–	2,0
Иноготус скошенный	–	–	–	0,1	0,2	0,3
Плоский трутовик	–	–	–	–	–	0,3
Пениофера гигантская	–	0,2	–	–	–	–

Т а б л и ц а 4 . 2

**Встречаемость массовых видов дереворазрушающих грибов, %**

Виды	Хвойная формация					Лиственная формация				
	T126	T127	T128	T124	T131	T126	T127	T128	T124	T131
Окаймленный трутовик	0,3	0,6	1,9	0,6	1,7	0,3	0,3	–	–	–
Еловый трутовичок	0,9	0,9	5,0	3,2	0,7	–	–	–	–	–
Сосновая губка	0,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Еловый трутовик	–	–	–	–	0,3	–	–	–	–	–
Настоящий трутовик	–	–	–	–	–	2,1	0,6	0,8	1,2	1,7
Березовая губка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,7
Ложный трутовик	–	–	–	–	–	0,3	–	–	1,2	1,4
<i>Stereum hirsutum</i>	–	–	–	–	–	0,3	0,9	–	–	–
Еловая губка	–	–	0,4	–	–	–	–	–	–	–
Столбовой гриб	–	–	0,4	–	–	–	–	–	–	–
Щелевик обыкновен.	–	–	0,4	–	–	–	–	–	–	–
Ложный осиновый трутовик	–	–	–	–	–	7,9	3,6	–	–	–
Иноготус скошенный (чага)	–	–	–	–	–	–	–	–	0,3	0,3

Большее разнообразие видов грибов присутствует в ельниках травяно-болотных (хвойная и лиственная формации), черничных влажных (лиственная формация), черничных свежих (лиственная формация) и осинниках чернично-травяных (хвойная и лиственная формации).

По поврежденности отдельных групп ослабленных деревьев различными типами гнилей наименее затронута сосна (6,3 % на высоте ствола 1,3 м и 12,5 % на высоте 0,2 м). Поврежденность ели в прикорневой части ствола в ельниках черничных влажных существенно выше, чем в травяно-болотных (93,3 % против 56,3 %), а на высоте 1,3 м – обратная картина (26,7 % против 43,8 %). Поврежденность березы выше в ельниках травяно-болотных (66,7 % против 33,3 % – в ельниках черничных влажных в прикорневой части ствола и 60 % против 20 % на высоте 1,3 м). Ольха менее повреждена гнилями, чем береза, в ельниках травяно-болотных (60 % у корней и 20 % на высоте

1,3 м). У основания в ельниках черничных влажных у 5,0–11,8 % деревьев ели изменился цвет, а 5,9–16,7 % деревьев подвержены мягкой гнили. В ельниках черничных свежих, чернично-травяных и травяных изменился цвет у 0–20 % стволов ели (в прикорневой части), а подвержены мягкой гнили 6,7–20 % стволов. В сосняках у основания стволов сосны изменение цвета характерно для 10 % стволов (травяный, черничный влажный) и такая же встречаемость мягкой гнили (травяный, травяно-болотный).

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы. В условиях северотаежной подзоны вблизи Архангельска в хвойных и хвойно-лиственных насаждениях наблюдается незначительное развитие фитопатогенных грибов, вследствие чего их санитарное состояние следует считать удовлетворительным. В хвойных древостоях доминируют по численности целлюлозоразрушающие грибы, а доля

лигнинразрушающих видов трутовых грибов не превышает 13 % (хвойная формация) и 45 % (лиственная формация). Древесный отпад активно заселяется дереворазрушающими грибами, особенно многолетними (до 97 % хвойного субстрата и до 48 % – лиственного). Особенно высоко обилие плодовых тел елового трутовика, в отдельных случаях почти сплошь заселяющего валеж и пни хвойных, что свидетельствует об активных процессах деструкции хвойного отпада в северотаежных пригородных лесах. В целом же встречаемость массовых видов грибов на различных видах субстрата в условиях атмосферного загрязнения не превышает 8 %.

### Библиографический список

1. Состояние сообществ дереворазрушающих грибов в районе нефтедобычи / И.В. Ставищенко, С.В. Залесов, Н.А. Луганский и др. // Экология. – 2002. – № 3. – С. 175–184.
2. ГОСТ 16128-70. Пробные площади лесоустroительные. – М., 1970. 23 с.
3. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустroительные. Метод закладки, ЦБНТИ Гослесхоза СССР. 19 с.
4. Стороженко, В.Г. Гнилевое поражение коренных сосняков в различных растительных зонах / В.Г. Стороженко // Лесоведение. – 2003. – № 2. – С. 50–54.
5. Стороженко, В.Г. Сравнительная оценка структур и гнилевые поражения коренных ельников таежной зоны / В.Г. Стороженко // Лесоведение. – 2004. – № 1. – С. 23–30.
6. Туомо Ниемеля. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России / Туомо Ниемеля; пер. Н. Сишошиной. – Хельсинки: Ун-т Хельсинки, 2001. – 120 с.

## РЕПРОДУКТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ АРБОРИФЛОРЫ г. СЕВЕРОДВИНСКА

О.С. ЗАЛЫВСКАЯ, *асп. каф. лесных культур Архангельского ГТУ,*

Н.А. БАБИЧ, *проф. каф. лесных культур Архангельского ГТУ, д-р с.-х. наук*

В июле 2003 г. г. Северодвинск (65° с.ш., 40° в.д.) Архангельской области отметил 65 лет со дня своего образования. Поселок Судострой – так назывался город в самом начале развития – заложен на берегу Белого моря, а 11 августа 1938 г. Указом Президиума Верховного Совета РСФСР поселку присвоен статус города. Его назвали – Молотовск (в Северодвинск он был переименован в 1957 г.).

Вместе со строительством города велось и его озеленение. В настоящее время дендрофлору Северодвинска составляют 26 видов:

1. Деревья – береза повислая, береза пушистая, ель колючая, кедр сибирский (сосна кедровая сибирская), липа мелколистная, лиственница Сукачева, ольха черная, рябина обыкновенная, тополь дрожащий (осина), тополь бальзамический, черемуха обыкновенная, яблоня ягодная;

2. Кустарники – арония черноплодная (рябина черноплодная), боярышник кроваво-красный (сибирский), бузина красная (костистая), дерен белый (сибирский), жимолость татарская, ива белая, ирга обильноцветущая, калина обыкновенная, карагана древовидная (акация желтая), кизильник блестящий, роза иглистая, роза морщинистая, сирень венгерская, смородина золотистая.

Представительство семейств в этом списке следующее: Розоцветные – 9 видов; Березовые – 3; Жимолостные – 2; Сосновые – 3; Ивовые – 3; Кизилы, Калиновые, Бобовые, Липовые, Маслинные, Крыжовниковые – по 1 виду.

Преобладание в общей коллекции кустарников (14 видов) по сравнению с деревьями (12 видов) объясняется более высокой их пластичностью при интродукции. В отличие от деревьев они быстрее адаптируются к новым условиям.

Из перечисленных 5 видов древесной и 11 кустарниковой растительности являются интродуцентами. Репродуктивная способность местных видов не вызывает сомнения. Целью наших исследований стала оценка репродуктивной способности интродуцированных видов.

Вступлению растений в период плодоношения придают большое значение при интродукции, т.к. при этом открывается возможность закрепления приобретенных в процессе онтогенеза приспособительных свойств. Способность интродуцированных растений к цветению и плодоношению важна также и потому, что генеративная сфера наиболее отзывчива на изменение окружающей среды [1].

Группа растений цветущих, но не образующих доброкачественных семян, включает виды разной биологической и экологической характеристики. Это инорайонные породы, которым для прохождения генеративного цикла недостает солнечной радиации или их развитие не укладывается в изменившийся вегетационный период. Помимо внешних условий, здесь могут проявляться и более сложные связи, вызываемые генетическими и физиологическими причинами [6].

Статистические показатели массы 1000 штук семян изучаемых видов

Растение	Показатели					
	Min-max, г	Среднее значение с основной ошибкой, г $X \pm m_x$	Среднее квадратичное отклонение $\sigma$	Коэффициент изменчивости, % $C$	Точность опыта, % $p$	Достоверность вывода $t$
Арония черноплодная	2,90–3,13	3,05±0,03	0,12	3,83	1,11	90,48
Береза повислая	0,20–0,41	0,31±0,02	0,07	22,89	6,61	15,13
Береза пушистая	0,80–1,10	1,00±0,02*	0,09	14,21	4,10	24,37
Боярышник кроваво-красный	24,00–33,00	27,83±0,91	3,16	11,34	3,28	30,54
Бузина красная	2,10–2,56	2,31±0,05	0,17	7,49	2,16	46,23
Дерен белый	19,00–28,00	24,25±0,94	3,13	13,41	3,87	25,84
Ель колючая	0,88–1,01	0,95±0,01 <sup>1</sup>	0,04	4,41	1,27	78,51
Жимолость татарская	2,50–2,70	2,60±0,02	0,09	3,28	0,95	105,61
Ирга обильноцветущая	8,50–8,70	8,60±0,02	0,09	0,99	0,29	349,33
Калина обыкновенная	29,10–29,40	29,25±0,03	0,12	0,40	0,12	867,70
Карагана древовидная	28,20–28,60	28,38±0,05	0,18	0,63	0,18	546,03
Кизильник блестящий	19,00–24,00	20,00±1,00	3,13	13,41	3,87	25,84
Липа мелколиственная	29,10–39,40	37,30±0,16	0,12	0,40	0,12	867,70
Лиственница Сукачева	8,00–8,70	8,20±0,02	0,09	0,99	0,29	349,33
Ольха черная	0,50–0,70	0,60±0,02	0,09	14,21	4,10	24,37
Роза иглистая	9,00–9,10	9,05±0,02	0,05	0,58	0,17	600,31
Роза морщинистая	9,10–9,50	9,30±0,02	0,05	0,58	0,17	600,31
Рябина обыкновенная	3,10–6,10	4,70±0,33	1,14	24,14	6,97	14,35
Сирень венгерская	10,00–15,20	13,02±0,51	1,76	13,51	3,90	25,63
Смородина золотистая	5,60–6,10	6,00±0,07	0,09	0,99	0,29	349,33
Тополь бальзамический	0,40–0,60	0,50±0,02	0,09	17,06	4,92	20,31
Чермуха обыкновенная	60,00–70,00	61,21±0,80	2,79	4,55	1,31	76,13

\* Массу 1000 штук семян определяли согласно общепринятой методике, не выделяя полнозернистые семена

Посевные качества семян деревьев и кустарников

Вид	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Доброкачественность, %	Жизнеспособность, %
Арония черноплодная				85
Береза повислая	0	23		
Боярышник кроваво-красный			72	
Бузина красная			9	
Дерен белый			93	
Ель колючая	2	2		
Жимолость татарская	77	77		
Ирга обильноцветущая				79
Калина обыкновенная			97	
Карагана древовидная	35	85		
Ольха черная	35	47		
Роза иглистая			96	
Рябина обыкновенная				95
Сирень венгерская	10	75		
Тополь бальзамический	78	80		
Чермуха обыкновенная				99
Смородина золотистая			98	
Кизильник блестящий			54	
Липа мелколиственная			50	
Роза морщинистая			81	
Береза пушистая	6,7	27		
Лиственница Сукачева	15	18		

## Оценка плодоношения арборифлоры в сравнении с другими районами интродукции

Порода	Балл плодоношения		
	Северодвинск	Архангельск [5]	Москва [6]
Арония черноплодная	3–4	2	4
Береза повислая	4	–	4
Береза пушистая	4	–	4
Боярышник кроваво-красный	4	3	4
Бузина красная	4–5	3	4
Дерен белый	3–4	4–5	4
Ель колючая	5	–	4–5
Жимолость татарская	5	4–5	4–5
Ива белая	5	3	4–5
Ирга обильноцветущая	3–4	4	4–5
Калина обыкновенная	4–5	4–5	4–5
Карагана древовидная	4–5	4–5	4–5
Кизильник блестящий	3	3–4	4
Липа мелколистная	3	3–4	4–5
Лиственница Сукачева	5	3	4
Ольха черная	4	3	4
Роза иглистая	4–5	4–5	4–5
Роза морщинистая	3–4	3	4–5
Рябина обыкновенная	5	4–5	5
Сирень венгерская	4	3	4–5
Смородина золотистая	4–5	2	4–5
Тополь бальзамический	5	4	4–5
Тополь дрожащий	4	–	4–5
Черемуха обыкновенная	4–5	4–5	4–5

В суровых условиях Севера у большинства интродуцентов увеличивается ювенильный период онтогенеза. В связи с этим вступление в фазу плодоношения инорайонных пород в Северодвинске происходит позднее, чем на родине и в более южных районах интродукции.

Семена интродуцентов в первые 3–4 года после вступления в генеративную фазу нередко бывают почти полностью невсхожими [7].

При интродукции древесных растений большое значение имеет хорошо налаженная система фенологических наблюдений [3]. Фенологическими наблюдениями установлено, что по сравнению с цветением интенсивность плодоношения инорайонных растений ниже и более изменчива по годам.

У ряда инорайонных пород на плодоношение оказывают влияние биологические особенности опыления цветков. Так, например, у боярышника, наряду с опылением цветков насекомыми, наблюдается и самоопыление [2].

Для оценки репродуктивных свойств арборифлоры изучались: биометрические показатели семян, масса 1000 шт. семян, качество семян и балл плодоношения инорайонных и местных пород. Об-

щезвестно, что при интродукции должны исследоваться и несколько видов из аборигенной флоры.

Исследования проводились в 2004 г. Следует отметить, что летний период отличался жаркой сухой погодой.

Показатель массы 1000 шт. семян, результаты исследования которого представлены в табл. 1, является необходимым при изучении репродуктивной способности арборифлоры.

Как показывает анализ данных таблицы, большинство видов местных и внесенных имеют массу семян, характерную для своего вида.

Актуальным вопросом является изучение качества семян интродуцентов и аборигенов. Знание качества семян древесных интродуцентов очень важно для оценки возможностей их возобновляемости в новом регионе, размножения и распространения в культуре по территории района интродукции и в городских условиях.

Лабораторное проращивание показало, что семена интродуцированных в Северодвинске видов жимолости, караганы, сирени, тополя характеризуются высокой всхожестью и хорошей энергией прорастания; боярышника, дерена, смородины золотистой, розы морщинистой – высо-

ким процентом доброкачественности; аронии, ирги – жизнеспособности (более 70 %) (табл. 2).

В результате острого дефицита тепла в вегетационный период, других неблагоприятных факторов семена растений бузины, ели колючей, кизильника, липы, лиственницы Сукачева имеют плохое качество.

По качеству семян вся арборифлора подразделена на 5 групп [4]:

1-я группа – высокие показатели качества (80–100 %): арония, дерен, калина, карагана, розы, рябина, тополь, черемуха, смородина;

2-я группа – хорошие (79–60 %): боярышник, жимолость, ирга, сирень;

3-я группа – средние (59–40 %): ольха, кизильник, липа;

4-я группа – низкие (39–20 %): береза;

5-я группа – очень низкие (19 % и менее): бузина, ель колючая, лиственница.

**Балл плодоношения** также имеет значение при введении новых видов в северные города (табл. 3). В Северодвинске и Архангельске плодоношение по интенсивности в большинстве случаев не уступает более южному району интродукции – Москве. Однако следует отметить, что обилие шишек в некоторых случаях является признаком ослабления хвойных пород [9].

Таким образом, важнейшим критерием оценки успешности интродукции древесных растений является вступление их в новом районе в генеративную фазу развития с формированием полноценных всхожих семян. Большинс-

тво экзотов в городских условиях на Севере успешно адаптировались, и их репродуктивные свойства позволяют давать потомство в новых условиях.

Исследования выполнены при поддержке гранта Министерства образования и науки ведомственной программы «Развитие научного потенциала высшей школы».

### Библиографический список

1. Арестова, Е.А. Интродукция Биоты восточной и Туи западной в г. Саратове / Е.А. Арестова // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: Материалы VI Международной научной конференции. – Красноярск: СибГТУ, 2003. – С. 7–9.
2. Боборекко, Е.З. Боярышник / Е.З. Боборекко. – Минск, 1974. – С. 148–168.
3. Дроздов, И.И. Лесная интродукция / И.И. Дроздов, Ю.И. Дроздов. – М.: МГУЛ, 2003. – 135 с.
4. Искусственное лесовосстановление и интродукция на Европейском Севере / под общ. ред. Н.А. Бабича. – Архангельск, 1998. – 184 с.
5. Малаховец, П.М. Фенологические наблюдения за сезонным развитием деревьев и кустарников / П.М. Малаховец, В.А. Тисова. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 1999. – 48 с.
6. Некрасов, В.И. Основы семеноведения древесных растений при интродукции / В.И. Некрасов. – М.: Наука, 1973. – 120 с.
7. Орлов, Ф.Б. Некоторые вопросы акклиматизации и интродукции деревьев и кустарников в условиях Севера / Ф.Б. Орлов, В.П. Тарабрин, П.М. Малаховец // Труды АЛТИ. – Архангельск, 1969. – Вып. 21. – С. 24–29.
8. Остроченко, М.М. Северодвинск – город корабелов. Исторический очерк / М.М. Остроченко, А.М. Остроченко. – Северодвинск: Изд-во «Северная неделя», 1997. – 60 с.
9. Шабнов, В.М. Влияние транспортных магистралей на состояние посадок лиственницы европейской / В.М. Шабнов // Лесное хозяйство. – 2003. – № 6. – С. 30–31.

## БИОКОНСЕРВАЦИЯ МЕТАЛЛОВ В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Р.Х. ГИНИЯТУЛЛИН, *ст. науч. сотр. Института биологии УНЦ РАН, канд. биол. наук*

Как известно, большое отрицательное воздействие на окружающую среду оказывают промышленные предприятия, причем их воздействие может распространяться на десятки километров от источников загрязнения [2]. Для улучшения состояния окружающей среды при создании зеленых санитарно-защитных зон используется довольно большой ассортимент древесных пород, среди которых тополь бальзамический [9, 10].

Тополь бальзамический (*Populus balsamifera*) характеризуется хорошим ростом, обладает высокой устойчивостью к различным

загрязнителям, является перспективным для интродукции в условиях промышленной среды [5, 11]. Данный вид широко используется в создании защитных лесонасаждений на территории крупных промышленных центров Предуралья. В связи с этим существует необходимость изучить динамику накопления металлов в надземных органах тополя бальзамического в условиях техногенного загрязнения и дать оценку влияния техногенеза на состояние лесных насаждений.

Цель данной работы – показать особенность накопления металлов в листьях и ветвях

тополя бальзамического в верхней, средней, нижней частях кроны, а также в подстилке и почве в условиях промышленного загрязнения на территории Предуралья.

Объектами исследования служат культуры тополя в возрасте 42 лет, (год закладки насаждений 1963), имеющие средние показатели: диаметр – 22 см, высота 24 м. Соотношение деревьев характеризуется следующим образом: здоровые – 5 %, ослабленные – 59 %, сильно ослабленные – 1 %, сухие – 5 %; жизненное состояние древостоя – ослабленное (67 %).

Насаждения тополя бальзамического находятся в пределах санитарно-защитной зоны (Стерлитамакского промышленного узла Стерлитамакский промышленный центр Республики Башкортостан). Данная территория характеризуется высоким уровнем загрязнения: валовые выбросы вредных веществ в атмосферу составляют 97,2 тыс. т в год [3]. В непосредственной близости находятся предприятия химической промышленности АО «Сода», ЗАО «Каустик», Стерлитамакская ТЭЦ. Необходимо отметить, что по данным лесоустройства 2005 г. в составе лесных насаждений Стерлитамакского лесхоза насаждения тополя бальзамического составляют 1894 га, т.е. 7 % от лесопокрытой площади. Пробная площадь размером 18×50 м, на которой проводились исследования, расположена на выровненном участке, размещение деревьев в рядах через 1 м, расстояние между рядами 2 м. Подрост – клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), черемуха обыкновенная (*Padus racemosa* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), смородина черная (*Ribes nigrum* L.). Покрытие травостоя – 10 %. Листья и ветви тополя отбирали с 15 деревьев из верхней, средней, нижней части кроны, обращенной к источнику загрязнения. Заложение и описание пробной площади (ПП) проводилось в соответствии с общепринятыми методиками.

При исследовании насаждения для каждого экземпляра тополя бальзамического ПП оценивались: густота кроны, наличие на стволе мертвых сучьев, степень поражения листьев (хлорозы, некрозы, повреждения насекомыми, скручивание).

Относительное жизненное состояние всего насаждения определялось по формуле

$$L_n = (100 N_1 + 70 N_2 + 40 N_3 + 5 N_4) / N,$$

где  $L_n$  – показатель ОЖС насаждения, вычисленный по количеству деревьев, %;

$N_1$  – количество здоровых деревьев, шт.;

$N_2$  – количество ослабленных деревьев, шт.;

$N_3$  – количество сильно ослабленных деревьев, шт.;

$N_4$  – количество сухих деревьев, шт.;

$N$  – общее количество деревьев, шт.

100; 70; 40; 5 – коэффициенты, выражающие в процентах состояние соответственно здоровых, ослабленных, сильноослабленных и отмирающих деревьев.

При показателе относительного жизненного состояния 100–80 % насаждение характеризуется как здоровое, при 79–50 % – ослабленное, при 49–70 % – сильно ослабленное, при 19 % и ниже – полностью разрушенное [1]. В целом жизненное состояние исследованного насаждения тополя бальзамического в Стерлитамакском промышленном центре может быть оценено как «ослабленное».

Основным диагностическим признаком ухудшения жизненного состояния насаждений тополя бальзамического является слаборазвитая крона (поражение хлорозом, некрозом 30–40 % площади листьев). Кроме поражения фитопатогенами отмечено наличие морозобойных трещин.

Содержание металлов в листьях, ветвях, почве и подстилке определялось методом атомно-абсорбционного анализа (АА). Содержание металлов рассчитывалось в мг/кг воздушно-сухого вещества.

Сравнительный анализ содержания и характера распределения металлов в кронах, стволах, почвах и подстилке показал следующее.

Содержание некоторых металлов в подстилке значительно превосходит их содержание в почве. Так, количество Fe, Cu, Zn, Pb в подстилке в 1,6–2 раза больше чем в почве.

Содержание Mn, Sr в почве значительно выше, чем в подстилке. Как известно, тяжелые металлы, поступая в почву, могут концентрироваться в приповерхностном слое 0–10 (20) см, где они присутствуют в форме обменных ионов, входят в состав гумусовых веществ, карбонатов, оксидов, алюминия, железа и марганца [4–7]. Среднее содержание металлов в приповерхностном слое почвы 0–20 см составляет Mn – 1300 мг/кг, Sr – 19 мг/кг (табл. 1).

В процессе жизнедеятельности лесные сообщества перерабатывают большой объем воздуха – 500 тыс. м<sup>3</sup> на 1 га площади леса, который очищается от примесей, если концентрация и доза загрязнителей не являются губительными для данных растений [1].

**Среднее содержание металлов в подстилке и почве в условиях Стерлитамакского промышленного центра**

Образец	Содержание металлов, мг/кг воздушно-сухой массы						
	Ca	Mn	Fe	Cu	Sr	Zn	Cd
Подстилке	14800	587	17000	26,8	отс.	124	0,94
Почва (4–20 см)	7000	1300	15000	25,9	19	78	0,56

**Среднее содержание металлов в органах тополя бальзамического в условиях Стерлитамакского промышленного центра**

Образец	Часть кроны	Возд.-сух. массы	Содержание металлов, мг/кг воздушно-сухой массы						
			Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Cd
Листья	Верхняя	9,010	38610	26	110	32,1	105	163	0,55
	Средняя	2,200	46810	29	146	291	103	184	0,88
	Нижняя	0,750	56000	128	440	26	155	69	1,1
Ветви	Верхняя	12,190	65920	108	364	42,7	355	148	0,52
	Средняя	2920	80880	226	650	68	275	435	105
	Нижняя	1050	49190	298	151,0	75,9	297	19	1,11
Листья среднего дерева	–	11,960	141420	183	696	349,1	363	416	2,53
Ветви среднего дерева	–	16,160	195990	632	2524	186,6	927	602	106,63

В теплое время года очистка воздуха от загрязнителей в приземном слое осуществляется с большей интенсивностью, чем в холодный период [8].

Нами был отмечен феномен биологической консервации металлов тополем бальзамическим в условиях промышленного загрязнения и рассчитано количество металлов, накапливаемых в древесных насаждениях за вегетационный период. В среднем дерево тополя бальзамического (возраст 42 года) в условиях Стерлитамакского промышленного центра формирует, в пересчете на сухую массу, 16,160 кг ветвей и 11,960 кг листьев. При этом 9,010 кг листьев приходится на верхнюю часть кроны, на среднюю – 2,200 кг, а на нижнюю – 0,750 кг (табл. 2).

Содержание металлов в образцах, взятых на различной высоте кроны и ствола, может отличаться в значительной степени.

На основании полученных результатов установлено, что Ca, Mn, Fe, Zn, Cd содержатся в листьях верхней, средней части кроны. В листьях нижней части кроны содержание Ca в 1,4 раза, Mn в – 4,9 раза, Fe – в 1,4 раза, Cd в 2 раза больше, чем в верхней части кроны. Распределение металлов (Ca, Mn, Fe, Zn, Cd) по кроне дерева имеет тенденцию к увеличению сверху вниз.

На основании полученных результатов можно сделать выводы, что в условиях Стерлитамакского промышленного центра на 1 га насаждения бальзамического в среднем формируется

9 089 кг сухой массы листьев и 12 281 кг сухой массы ветвей. Отсюда следует, что на 1 га лесных насаждений тополь бальзамический способен накапливать в листьях в течение вегетационного сезона в условиях промышленного загрязнения Ca – 44,71 кг, Mn – 4,45 кг, Fe – 15,08 кг, Cu – 3,354 кг, Zn – 11,08 кг, Sr – 34,792 кг, Cd – 0,1129 кг.

Выполненные расчеты показывают, что в целом насаждения тополя бальзамического способны депонировать до 290 кг кальция, 55 кг марганца, 186,26 кг железа, 21,81 кг меди, 211,234 кг цинка, 100,325 кг стронция, 347 кг кадмия.

Проведенные исследования позволили установить, что жизненное состояние насаждений тополя бальзамического в Стерлитамакском промышленном центре в целом характеризуется как «ослабленное», но несмотря на ослабленность его насаждения вносят большой вклад в ограничение распространения загрязнителей в окружающей среде.

### Библиографический список

1. Алексеев, В.А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / В.А. Алексеев, Л.С. Дожингер // Лесоведение. – 1981. – № 5. – С. 64–71.
2. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. – Л.: Агрпромпиздат, 1987. – 142 с.
3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Башкортостан в 2002 г. – Уфа, 2003. – 301 с.
4. Горбатова, В. О выборе экстрагента для вытеснения из почв обменных катионов металлов / В. Горбатова, И.Г. Зырин // Вестник МГУ. Сер. 17. Почвоведение. – 1987. – № 2 – С. 22–26.

5. Гроздова, Н.Б. Деревья, кустарники и лианы / Н.Б. Гроздова, В.Н. Некрасова, Д.А. Глоба-Михайленко. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 349 с.
6. Зырин, Н.Г. Принципы и методы нормирования (стандартизации) / Н.Г. Зырин, А.И. Обухов. – М., 1990.
7. Ильин, В.Б. Относительные показатели загрязнения в системе почва – растение / В.Б. Ильин, М.Д. Степанова // Почвоведение. – 1979. – № 11. – С. 61–67.
8. Илькун, Г.М. Загрязнители атмосферы и растения / Г.М. Илькун. – К.: Наук думка, 1978. – С. 246.
10. Кулагин, Ю.З. Индустриальная дендрэкология и прогнозирование / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1979. – 280 с.
11. Николаевский, В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.
12. Швейкина, Т.Г. Некоторые аспекты устойчивости тополя бальзамического в связи и интродукцией в промышленных зонах Урала / Т.Г. Швейкина // Промышленная ботаника: состояние и перспектива развития. – Киев: Наукова думка, 1990. – 241 с.

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРОВЕНИЕНЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАСАЖДЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЕ МОСКВЫ

А.С. СУХОРУКОВ, *асп. каф. лесных культур МГУЛ*,

М.Д. МЕРЗЛЕНКО, *проф. каф. лесных культур МГУЛ, д-р с.-х. наук*

В черте Москвы в настоящее время находится ряд городских лесов, представляющих собой крупные лесные массивы, в пределах которых благоустроенные для массового отдыха участки занимают сравнительно небольшие площади [4]. К числу таких крупных лесных массивов с наличием в них старых сосновых древостоев естественного и искусственного происхождения следует отнести Серебряноборское лесничество, Лесную опытную дачу МСХА, Лосиный Остров, Кузьминский лесопарк. Сосняки имеются во многих городских лесах Москвы, занимая 21 % от их общей площади, причем в Серебряном Бору, Покровском-Стрешневе, Кузьминском и Алешкинском лесах сосна является преобладающей древесной породой. Последнее является следствием того, что территория Москвы в естественно-историческом аспекте испокон веков соответствовала произрастанию сосняков сложных, представляющих собой коренную древесную формацию, т.е. насаждения сосны с примесью дуба, клена, вяза, липы и лещины [2–4, 7].

Однако происходит процесс старения сосняков, а их естественное возобновление крайне неудовлетворительное, что фактически обрекает Москву на исчезновение сосновых насаждений. Такое положение можно исправить только своевременной закладкой лесных культур [6]. Поэтому с 2001 г. на территории Природного комплекса Москвы были начаты посадки сосны. Эти работы уже проведены в Кузьминском и Фили-Кунцевском лесопарках, Битцевском лесу, Серебряном Бору и в ряде других мест.

Вместе с тем, при создании в Москве искусственных насаждений сосны необходимо в основе использовать такой семенной материал,

который по своей генетической обусловленности позволял бы выращивать сосну с максимально высокими значениями диаметра ствола и высоты дерева. В натуре это должно подчеркивать красоту и величие сосны как присущей местным лесорастительным условиям коренной хвойной породы. Кроме того, сосна в городской среде должна обладать соответствующей устойчивостью.

Одним из внешних признаков такой устойчивости является хорошая сохранность деревьев, выражаемая густотой. Однако густота древостоя не всегда служит надежным показателем полноты насаждения. При одном и том же возрасте и числе деревьев полнота оказывается ниже у насаждений с задержанным ростом [1]. Насаждения могут достичь хороших значений по габарите стволов, но могут иметь очень плохую сохранность деревьев и, как следствие, – низкую полноту. В густых насаждениях средняя высота иногда ниже, чем в редких, а относительная полнота в обоих насаждениях может быть одинаковой. Поэтому для учета устойчивости лесных культур сосны мы дополнительно оперировали значениями сумм площадей сечений, ибо в сумме площадей сечений интегрально аккумулируют не только величины диаметров стволов, но и сама густота древостоя, т.е. количество сохранившихся и произрастающих в нем деревьев.

Для выявления перспективных провениенций сосны обыкновенной с целью использования от них семенного материала на работах по искусственному воссозданию сосняков в черте города Москвы нами был подведен итог по эксперименту с географическими лесными культурами сосны, заложенными проф. М.К. Турским в 1883 и 1889–1892 гг. в Лесной опытной даче Петровской



земледельческой и лесной академии (ныне ЛОД МСХА). Доводом к использованию именно этого объекта послужило, во-первых, то обстоятельство, что это самые старые географические культуры и результаты таких экспериментов будут достовернее и в обобщениях, и в предложениях к производству [8]; а во-вторых – факт произрастания этих посадок непосредственно в городской среде Москвы. Исследованию было подвергнуто 17 провениенций сосны обыкновенной, отражающих ряд популяций из европейского ареала этой хвойной породы. Культуры сосны омского происхождения (Западная Сибирь), высаженные М.К. Турским в 1897 г., фактически погибли по причине большого отпада растений в фазе приживания [5].

Все провениенции сосны, испытываемые в географических посадках М.К. Турского, были исследованы поэтапно на протяжении 1999–2007 гг., что позволило привести их для сопоставления к одному биологическому возрасту, равному 116 годам. В ходе исследований все 17 климатипов сосны условно были разбиты на шесть групп.

Это следующие группы и составляющие их климатипы.

I. Северная группа – 1) Архангельский (пробная площадь Д); 2) Норвежский (пр. пл. 1); 3) Вологодский (пр. пл. I; 3).

II. Восточная группа – 4) Нижегородский (пр. пл. N); 5) Костромской (пр. пл. K); 6) Пермский (пр. пл. B).

III. Южная группа – 7) Воронежский (пр. пл. 4); 8) Тамбовский (пр. пл. У); 9) Липецкий (пр. пл. С); 10) Украинский (пр. пл. М<sub>3</sub>).

IV. Западная группа – 11) Польский (пр. пл. М<sub>4</sub>); 12) Латвийский (пр. пл. H); 13) Германский (пр. пл. T; O).

V. Центральная группа – 14) Владимирский (пр. пл. P; J); 15) Нижегородский («Рожнов бор», пр. пл. B); 16) Московский (Никольская лесная дача бывшей Вознесенской мануфактуры, пр. пл. Ж).

VI. Местная группа (контр. группа) – 17) Городской (Москва, – ЛОД МСХА, пр. пл. Ф; M; A; E + Лосиный Остров).

Соотношения средних значений высот, диаметров и сумм площадей сечений между группами климатипов, выполненные графически (рисунок), свидетельствуют о существенном влиянии географического происхождения семенного материала на результаты роста культур сосны в условиях города Москвы. При этом, если по средней высоте различия не выходят за пределы 6 %-й разницы, т.е. по высоте у всех шести групп климатипов на 116-летний возраст сосны наблюдается относительно ровный ход роста, то по значениям средних диаметров четко просматривается резкая дифференциация. Так, прирост по толщине ствола сильно отстает от местной (контрольной группы) в группах климатипов, таких, как северная (на 10,3 %), восточная (9,4 %) и центральная группа (6,1 %).

Самые же существенные различия имеют место по суммам площадей сечений (рисунок). По данному таксационному показателю отстают от местной (городской группы климатипов) следующие группы: северная (на 11,8 %), восточная (13,1 %), южная (16,1 %), западная (19,8 %). Местную группу превышает по сумме площадей сечений только центральная (на 8,3 %).

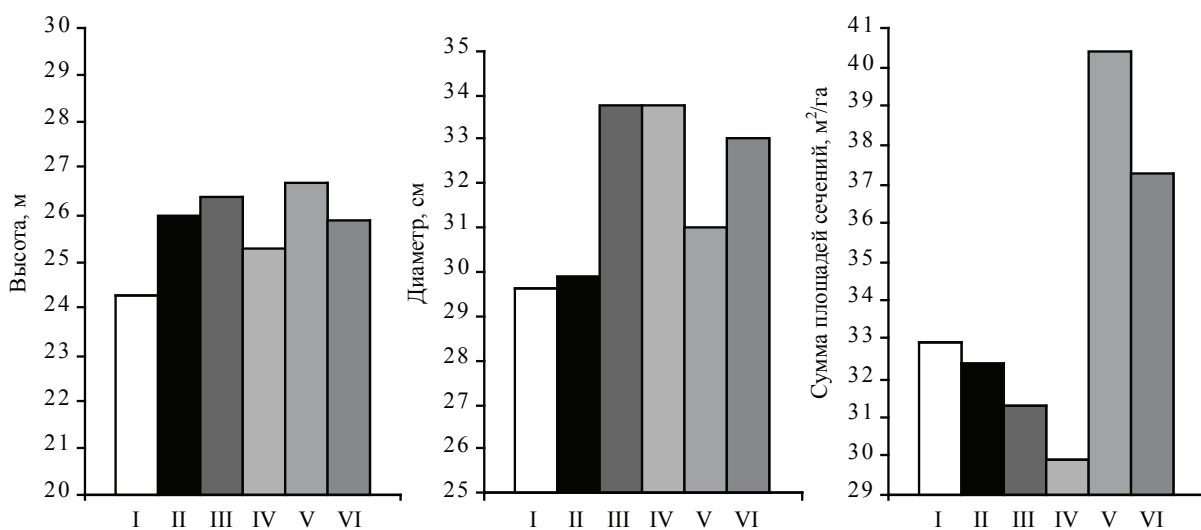


Рисунок. Соотношения средних значений высот, диаметров и сумм площадей сечений между группами климатипов: I – северная, II – восточная, III – южная, IV – западная, V – центральная, VI – местная

Расчет успешности провениенций сосны в географических посадках МСХА

№ кли-матипа	Происхождение	Средняя высота, м	$Uh$	$Qh$	Средний диаметр, см	$Ud$	$Qd$	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	$Ug$	$Qg$	$\phi$
1	Архангельская обл. Чукуевская лесная дача	26,2	+0,4	+0,29	28,2	-3,6	-1,66	38,5	+5,0	+0,62	-0,25
2	Норвегия	21,5	-4,3	-3,12	29,7	-2,1	-0,97	35,7	+2,2	+0,27	-1,27
3	Вологодская обл.	25,2	-0,6	-0,43	31,0	-0,8	-0,37	24,5	-9,0	-1,11	-0,64
4	Нижегородская обл. Семеновское лесничество	25,8	0,0	0,00	29,9	-1,9	-0,88	31,8	-1,7	-0,21	-0,36
5	Костромская обл., Макарьевское лесничество	26,1	+0,3	+0,22	29,2	-2,6	-1,20	32,5	-1,0	-0,12	-0,37
6	Пермская обл.	26,0	+0,2	+0,14	30,6	-1,2	-0,55	32,9	-0,6	-0,07	-0,16
7	Воронежская обл., Хреновское лесничество	26,3	+0,5	+0,36	32,4	+0,6	+0,28	41,7	+8,2	+0,92	+0,52
8	Тамбовская обл., Козлов	26,9	+1,1	+0,80	33,8	+2,0	+0,92	35,7	+2,2	+0,27	+0,66
9	Липецкая обл., Романово-Таволжская лесная дача	26,8	+1,0	+0,72	32,9	+1,1	+0,51	29,4	-4,1	-0,51	+0,24
10	Украина, Черкасская лесная дача	25,7	-0,1	-0,07	36,0	+4,2	+1,94	18,4	-15,1	-1,87	0,00
11	Польша, лесная дача «Руда»	23,7	-2,1	-1,52	34,1	+2,3	+1,06	14,9	-18,6	-2,30	-0,92
12	Латвия, Рига	25,9	+0,1	+0,07	32,4	+0,6	+0,28	41,0	+7,5	+0,93	+0,45
13	Германия. Эрфурт	26,4	+0,6	+0,43	35,0	+3,2	+1,47	33,9	+0,4	+0,05	+0,65
14	Владимирская обл.	25,9	+0,1	+0,07	30,3	-1,5	-0,69	34,4	+0,9	+0,11	-0,17
15	Нижегородская обл., лесная дача «Рожнов бор»	27,7	+1,9	+1,38	32,4	+0,6	+0,28	45,2	+11,7	+1,45	+1,04
16	Московская обл., Никольская лесная дача	26,5	+0,7	+0,51	30,2	-1,6	-0,74	41,3	+7,8	+0,96	+0,24
17	Москва: ЛОД МСХА, Лосиный Остров	25,9	+0,1	+0,07	33,0	+1,2	+0,55	37,3	+3,8	+0,47	+0,36

Такая картина объясняется спецификой сохранности деревьев сосны: лучшая сохранность свойственна провениенциям из центральной и местной групп.

В целях наиболее объективной оценки географических культур сосны обыкновенной по каждой из испытываемых провениенций рассчитывался относительный показатель, выраженный в единицах (долях) стандартного отклонения. Такое методическое решение широко используется зарубежными учеными. Однако в отличие от их подхода, когда в качестве исходного таксационного показателя берется только средняя высота, нами в долях стандартного отклонения дополнительно оценивались еще средние диаметры и суммы площадей сечений модельных популяций сосны. В итоге выдано среднеарифметическое значение долей стандартных отклонений по средней высоте, среднему диаметру и сумме площадей сечений как усредненное значение целесообразности внедрения и практического использования городских лесов сосны конкретных провениенций. При этом ход расчетов имел следующую последовательность:

1. Составление выборки опыта (перечня испытываемых провениенций сосны обыкновенной);

2. Расчет статистических показателей по высоте, диаметру и сумме площадей сечений, т.е. получение  $\bar{X} p$  (среднеарифметических показателей по каждому климатотипу), а также контрольного для всей генеральной совокупности климатотипов  $\bar{X} m$ ;

3. Расчет по каждому из показателей географического дифференциала, т.е. соответствующий каждому показателю абсолютной успешности конкретной провениенции:  $U = \bar{X} p - \bar{X} m$ ;

4. Расчет в долях стандартного отклонения относительной успешности испытываемой провениенции:  $Q = U / \sigma$ ,

где  $U$  – абсолютная успешность роста по конкретному показателю;

$\sigma$  – стандартное отклонение по всей выборке опыта.

5. Получение обобщенного показателя целесообразности внедрения климатотипа:

$$\phi = (Qh + Qd + Qg) / 3,$$

где  $Qh$  – относительная успешность по высоте;

$Qd$  – относительная успешность по диаметру;

$Qg$  – относительная успешность по сумме площадей сечений

Результаты расчетов (таблица) показателей успешности испытываемых провениенций сосны обыкновенной по высоте ( $Qh$ ), диаметру ( $Qd$ ) и сумме площадей сечений ( $Qg$ ) в географических посадках М.К. Турского свидетельствуют о весьма неоднозначной адаптации климатотипов в условиях городской среды г. Москвы.

Самыми лучшими показателями  $Qh$  обладают географические посадки сосны происхождением из Рожнова бора Нижегородской области и окрестностей г. Козлова Тамбовской области. Крайне плохие результаты по  $Qh$  у норвежской и польской сосны.

По значению относительной успешности роста такого таксационного показателя, как толщина ствола на высоте груди ( $Qd$ ), самые лучшие значения свойственны сосне из Украины и Германии, а самые худшие – из Архангельской и Костромской областей.

Оценка значений относительной успешности по сумме площадей сечений ( $Qg$ ), отражающей в определенной мере и сохранность деревьев в лесных культурах, показала преимущества сосны из Рожнова бора и Никольской лесной дачи, а использование семенного материала из Польши и Украины указало на его крайнюю непригодность.

Более жесткий и объективный показатель  $φ$  как расчетный относительный показатель итоговой целесообразности внедрения конкретной провениенции сосны обыкновенной (таблица) свидетельствует о полной неперспективности использования северных и восточных климатотипов. Лучшей местной (московской) сосны оказались провениенции из Латвии, Хреновского лесничества Воронежской области, Германии (Эрфурт), Тамбовской области (окрестности г. Козлова) и, в особенности, – из Рожнова бора Нижегородской области. Использование семенного материала от этих провениенций позволит в пределах крупных городских лесных массивов Москвы создать лесные культуры сосны с целью сохранения облика коренного хвойного насаждения, отвечающего всем естественно-историческим условиям его произрастания.

Результаты расчетов (таблица) показателей успешности испытываемых провениенций сосны обыкновенной по высоте ( $Qh$ ), диаметру ( $Qd$ ) и сумме площадей сечений ( $Qg$ ) в географических посадках М.К. Турского свидетельствуют о весьма неоднозначной адаптации климатотипов в условиях городской среды г. Москвы.

### Библиографический список

1. Анучин, Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов. 6-е изд. / Н.П. Анучин. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 522 с.
2. Мерзленко, М.Д. В лесах Москвы / М.Д. Мерзленко. – М.: МГУЛ, 2004. – 122 с.
3. Мигунова, Е.С. Леса и лесные земли (количественная оценка взаимосвязей) / Е.С. Мигунова. – М.: Экология, 1993. – 364 с.
4. Москва: Энциклопедия / Гл. ред. С.О. Шмидт. Сост.: М.И. Андреев, В.М. Карев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1997. – 976 с.
5. Нестеров, Н.С. Лесная опытная дача в Петровско-Разумовском / Н.С. Нестеров. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1935. – 560 с.
6. Самойлов, Б.Л. Сосна и ель в Москве / Б.Л. Самойлов, К.В. Захаров – М.: Департамент природопользов. и охр. окр. среды г. Москвы, 2004. – 416 с.
7. Тимофеев, В.П. Природа и насаждения Лесной опытной дачи Тимирязевской академии за 100 лет / В.П. Тимофеев. – М.: Лесная пром-сть, 1965. – 168 с.
8. Тимофеев, В.П. Старейший опыт географических культур сосны обыкновенной / В.П. Тимофеев // Лесное хозяйство. – 1974. – № 8. – С. 31–38.

## УНИКАЛЬНЕЙШИЙ ЛЕСОВОДСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ ЩЕЛКОВСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

М.Д. МЕРЗЛЕНКО, *проф. кафедры лесных культур МГУЛ, д-р с.-х. наук*

В пределах Щелковского учебно-опытного лесхоза МГУЛ находится старинная Никольская лесная дача. Это, как говорил академик Иван Степанович Мелехов, настоящая «жемчужина Щелковского учебно-опытного лесхоза». Замечательна она красотой ландшафтов с разнообразной гаммой типов леса и живописными лесными озерами среди высокоствольных сосняков (рисунок). В лесоводственном плане Никольская лесная дача тесно связана с именем классика отечественного лесоводства профессора Митрофана Кузьмича Турского [2]. Им в 1884 г. было осуществ-

лено здесь классическое лесоустройство. Позже он проводил экскурсии с членами Московского лесного общества, а в ходе ревизии лесоустройства 1899 г. по его плану было заложено в различных насаждениях 113 пробных площадей, из которых 40 – постоянных. Благодаря М.К. Турскому и лесничим прошлых веков МГУЛ обладает ныне ценнейшим лесным массивом с экспериментальными лесоводственными объектами классического характера, не имеющими подобных аналогов во всей Центральной России. Объекты Никольской лесной дачи наряду с Лесной опытной дачей

Тимирязевской академии [1] являются гордостью отечественного лесоводства.

Начало экспериментальным работам в Никольской лесной даче было положено лесничим Гавриилом Александровичем Сычевым в 1895 г., когда им был выполнен перечет в искусственном сосновом молодняке на пробной площади, ставшей впоследствии постоянной. Сам же

по себе этот объект уникален как по происхождению, так и по ведению в нем интенсивной формы хозяйства. С научной точки зрения, эта пробная площадь уникальна еще и тем, что насчитывает 8 перечетов, охвативших возраст насаждения с 20 по 130 лет (таблица). Кроме того, сохранились архивные сведения по промежуточному пользованию на данном участке.



Рисунок. По берегам озера Голубое произрастают живописные рукотворные сосняки

Т а б л и ц а

**Динамика таксационной характеристики лесных культур сосны на постоянной пробной площади В-17**

Год перече- та Возраст, лет	Состав	Ярус	Средние		G, м <sup>2</sup> /га	N, шт./га	M, м <sup>3</sup> /га	Промежуточное пользование, м <sup>3</sup> /га	Продуктивность, м <sup>3</sup> /га	Средний годовой прирост, м <sup>3</sup> /га
			H, м	D, см						
1895 20	10С	1	–	6,2	30,2	5859	89	71	160	8,0
1899 24	10С	1	8,5	8,1	26,61	4357	117,2	71	191	8,0
	+Б ед Е	1	8,5	9,2	0,32	48	2,5			
		1	6,4	6,0	0,04	21	0,3			
1905 30	10С	1	11,7	11,1	23,8	2541	132	108	240	8,0
1952 77	10С	1	23,0	25,0	31,2	652	327	150	565	7,3
	10Е	2	14,0	12,0	–	–	88			
1974 99	10С	1	28,5	29,6	31,3	443	398	150	627	6,3
	+Е	1	23,1	28,0	0,7	12	10			
	10Е	2	18,7	18,4	7,4	267	69			
1984 109	8С	1	30,2	31,8	24,1	290	327	277	712	6,5
	2Е	1	23,3	22,4	5,9	147	68			
	10Е	2	17,2	16,1	3,9	208	40			
1995 120	9С	1	32,8	34,7	27,5	278	400	290	819	6,8
	1Е	1	28,0	27,8	4,5	69	59			
	10Е	2	18,1	19,2	6,9	188	70			
2005 130	8С	1	34,0	36,3	28,8	272	435	290	881	6,8
	2Е	1	28,1	27,5	11,6	190	123			
	10Е	2	17,0	16,9	3,8	162	33			

Это насаждение сосны было создано методом посева в 1875 г. Посев – строчный, осуществлялся сеялкой Древица рядами через 2,13 м. Руководил закладкой культур сосны лесничий Готттрей (Gottgetreu), специально приглашенный для этого из Саксонии и прослуживший в Никольской лесной даче около 10 лет.

Во время лесоустройства 1884 г. участок представлял собой непроходимую чащу (настолько густо был сделан посев). В 1892 г., т.е. в I классе возраста лесокultur, было выполнено первое разреживание. Однако, ввиду того что посев оставался очень густым, в сентябре 1895 г., т.е. спустя три года, деревья сосны с диаметрами до 4,4 см оказались уже сильно угнетенными и многие засыхали [6]. Требовалось новое разреживание, которое здесь провели во второй раз в 1901 г. после ревизии лесоустройства 1899 г. В ходе ревизии пробная площадь была окопана канавкой [4].

Рубки ухода в молодняке сосны вели по низовому методу: преимущественно вырубали угнетенные сосенки со сдавленной вершиной, относящиеся к IV и V классам роста и развития по Крафту. Несмотря на интенсивное разреживание 1892 г., когда была выбрана почти половина наличного запаса молодняка сосны, рубка ухода 1901 г. по массе и численности стволов оказалась менее интенсивной, что потребовало в 1908 г. проведения прореживания. По данным учетов 1895, 1899 и 1905 гг. общий средний прирост древесины был довольно значительным и составлял стабильную величину, равную 8,0 м<sup>3</sup> на 1 га (таблица)

С 1952 г. исследования на пробной площади были возобновлены [7] и ведутся с тех пор регулярно силами кафедры лесных культур. Восстановлению пробной площади как постоянной помогло наличие хорошо сохранившейся канавки, которая оконтуривала по периметру всю пробную площадь. Этот прием окапывания пробной площади применялся во второй половине XIX века в Лесной опытной даче Петровской земледельческой и лесной академии и, будучи, по указанию М.К. Турского, примененным в Никольской лесной даче, сыграл добрую роль в деле сохранения преемственности лесоводственных исследований. К 1952 г. искусственное насаждение сосны на пробной площади В-17 претерпело за прошедшие полвека разительные перемены: численность сосны сократилась в четыре раза, начал формироваться второй ярус из ели естественного

происхождения. Ель появилась в виде самосева и подростка по завершении сосновым насаждением прохождения фазы жердняка.

В 1979 г. была проведена проходная рубка сильной интенсивности. Выборка по сосне велась из числа стволов средних и низших ступеней толщины, а также убирались крайне толстые экземпляры, принадлежавшие к деревьям типа «волк», т.е. имеющие значительную толщину, но характеризующиеся суковатостью и пониженной высотой, не соответствующей деревьям I и II класса Крафта.

Изменение экологической обстановки, вызванное проходной рубкой, дало возможность ели активно заполнить вертикальный профиль насаждения: отмечен резкий переход ели из подростка во второй ярус, а из второго яруса – в первый. Однако в следующем десятилетии (1984–1995) произошло снижение ее доли в первом ярусе как за счет промежуточного пользования, так и за счет естественного отмирания. Последнее можно объяснить тем, что на территории пробной площади почвенные условия отвечают сосне как коренной древесной породе: почвы здесь дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые на флювиогляциальном песке; коренной тип леса сосняк – черничник свежий. Поэтому ель здесь недолговечна и ее насаждения по продуктивности значительно уступают сосновым.

В настоящее время лесные культуры на пробной площади В-17 являются высокобонитетным и высокополнотным искусственным насаждением. Несмотря на 130-летний возраст древостой продолжает наращивать древесную массу, имея положительный текущий прирост по стволу запасу. Общая продуктивность (запас плюс промежуточное пользование) составила весьма внушительную величину, – 881 м<sup>3</sup>/га. Средний прирост древесины за 130-летний период равен 6,8 м<sup>3</sup> на 1 га в год, что почти в два раза превышает средний прирост для лесов Московской области.

Следует подчеркнуть, что в Никольской лесной даче искусственные сосняки посевного происхождения являются носителями ценного генофонда местной сосны. При создании искусственных сосняков использовались семена именно местной сосны, для чего во второй половине XIX в. была построена и функционировала собственная семеносушилка [5]. Этот семенной материал, т.е. семена сосны из Никольской лесной дачи, был испытан М.К. Турским в географических лесных культурах Лесной опытной дачи Петровской (те-

путь Тимирязевской ) академии на пробной площади Ж в квартале 4. Ныне, в возрасте 115 лет, там произрастает высокопродуктивный сосняк с запасом древесины 469 м<sup>3</sup>/га, причем общая продуктивность составила 761 м<sup>3</sup>/га. Насаждение на пробной площади Ж имеет высокую сохранность деревьев: в 115 лет на 1 га сохранилось и произрастает 565 сосен. Все это указывает на то, что генофонд сосны Никольской лесной дачи заслуживает особого внимания и важен для повышения продуктивности лесов Центральной России.

На примере пробной площади В-17 опыт выращивания рукотворного сосняка показывает перспективность создания лесных культур сосны методом посева. Исследования, проведенные на кафедре лесных культур МГУЛ [3], свидетельствуют не только о высоких запасах стволовой древесины в культурах сосны VII класса возраста, созданных в свое время методом посева, но и о четко выраженных тенденциях (в отличие от культур сосны, созданных посадкой) большей стабильности энергии роста и, как следствие, – их долговечности.

Помимо самой старой по времени закладки пробной площади В-17 Щелковский учебно-опытный лесхоз МГУЛ располагает в Никольской лесной даче множеством разнообразнейших лесоводственных объектов, имеющих непреходящую научную ценность: это пробные площади ревизии лесоустройства 1899 г. и, единственные во всей Центральной России, посевные лесокультуры лиственницы европейской, и посадки ели европейской крупным посадочным материалом и пр. Можно с уверенностью утверждать, что в Никольской лесной даче лесоводы сумели проявить профессиональное

мастерство, доказательством воплощения которого явились положительные результаты выращивания высокопродуктивных хвойных лесов. Одной из важнейших задач сегодняшнего дня должна стать строгая охрана имеющихся постоянных пробных площадей. Уникальнейший лесной массив Никольской лесной дачи – это прекрасный объект для проведения комплексных научных исследований, лесоводственная летопись которых была начата во второй половине XIX века классиком русского лесоводства Митрофаном Кузьмичем Турским.

### Библиографический список

1. Васильев, Н.Г. Итоги исследований в лесной опытной даче ТСХА за 125 лет (1862–1987) / Н.Г. Васильев, А.М. Бородин, Е.В. Кузнецов // Лесоведение. – 1989. – № 2. – С. 21–30.
2. Мерзленко, М.Д. М.К. Турский и Никольская лесная дача / М.Д. Мерзленко // Лесной журнал. – 1978. – № 5. – С. 168–169.
3. Мерзленко, М.М. Сравнительная успешность культур сосны посевом и посадкой / М.М. Мерзленко // Леса Евразии в третьем тысячелетии. Материалы Международной конференции молодых ученых, Т. 1. – М.: МГУЛ, 2001. – С. 88–89.
4. Сычев, Г.А. Устройство Никольской лесной дачи товарищества Вознесенской мануфактуры. Первая лесоустроительная ревизия за минувший 1-й период или 15-летие с 1884–1898 гг. включительно / Г.А. Сычев. – М.: 1905. – 278 с.
5. Турский, М.К. Из поездки в некоторые леса средней и южной России / М.К. Турский // Лесной журнал. – 1884. – Вып. V–VI. – С. 289–325.
6. Турский, М.К. Об экскурсии в Никольскую лесную дачу Вознесенской мануфактуры М.К. Турский // Отчеты Московского лесного общества за 1895 год. – М., 1897. – С. 117–139.
7. Ушаков, П.И. 85-летний опыт лесных культур в Щелковском учебно-опытном лесхозе МЛТИ / П.И. Ушаков // Научно-техническая информация МЛТИ. – М., 1956. – № 5. – С. 3–62.

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОТОКОВ УГЛЕРОДА В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ РФ С УЧЕТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ

Т.Н. ШИМОН, *ст. препод. каф. безопасности жизнедеятельности МГУЛ*

В последние десятилетия все более актуальной становится проблема глобального потепления и вызванные им климатические изменения. Одной из главных причин глобального потепления является неконтролируемый выброс в атмосферу парниковых газов, прежде всего углекислого газа (CO<sub>2</sub>), превышающих способность биосферы Земли их поглощать. При этом регулятивный

механизм обеспечивает депонирование углерода компонентами окружающей среды и продуцирование кислорода. Однако их регулирующая способность ограничена и имеет тенденцию к снижению вследствие изменений в структуре биосферы, вызванных хозяйственной деятельностью человека и неблагоприятным воздействием других факторов биотического и антропогенного происхождения.

Лес является одним из структурообразующих компонентов биосферы, ключевым элементом наземных экосистем и регулятором процессов, происходящих в них. Участвуя в глобальном кругообороте углерода посредством фотосинтеза, дыхания, разложения, горения, лесные массивы во многом определяют климатические процессы не только на территориях произрастания, но и в планетарном масштабе.

По некоторым данным, глобальный оборот  $\text{CO}_2$  между атмосферой и сушей оценивается в 60 млрд тонн углерода (тС), а обмен через границу океан–атмосфера – 90 млрд тС. При этом в океане содержится 39 000 млрд тС, в почве и органических остатках – 2 000 млрд тС, в живой растительности – 500 млрд тС. Более 40 % углерода живой биомассы сосредоточено в тропических лесах планеты. Однако за счет содержания углерода в почве роль бореальных лесов также значительна и оценочно составляет 560 млрд тС, из которых наземная часть – 90 млрд тС.

Роль российских лесов в глобальном балансе существенна. Ежегодное депонирование углерода в фитомассе лесного фонда России (брутто-прирост) на 2003 г. оценивается в 0,25 млрд тС/год [1]. Некоторые исследователи приводят большие значения: 0,4 млрд тС/год для наземной фитомассы и 0,2 млрд тС/год для детрита [2]. Такие оценки соответствуют 10–25 % мировых значений. Объемы разложения и горения биомассы вычислить гораздо сложнее, а без этого невозможно определить нетто-поглощение (это может быть и отрицательная величина – выброс, когда прирост меньше разложения). По разнице депонирования углерода в фитомассе лесного фонда России в 1988–1993 гг. и в 2003 г. изменения совершенно незначительны – около 0,1 млрд тС за 13 лет, что намного меньше точности оценки. Изменение содержания органического углерода в почве земель Лесного фонда за это время также незначительно. Однако надо отметить, что в обоих случаях нет монотонного изменения величин и депонирование и содержание в почве во времени меняются в обе стороны [1].

На территории лесного фонда РФ, на которой проводятся активные лесоохранные мероприятия, в период 1990–2002 гг. ежегодно регистрировалось от 18 до 32 тыс. пожаров [3], в среднем примерно 22 тыс. в год. При 268 тыс. пожаров за весь период на долю лесной площади пришлось  $11,61 \times 10^6$  тС/год при средней площади пожара 43 га. Пожарная эмиссия от обгорания крон, т.е.

без учета послепожарного разложения древесины и других остатков, на активно охраняемой территории лесного фонда в течение 1990-х гг. оценена в  $0,9 \times 10^6$  тС/год, а в расчете на один пожар – 39 тС. Послепожарный отпад выводит из пула фитомассы в среднем  $10,2 \times 10^6$  тС/год, а в сумме с обгоранием крон потери фитомассы составляют  $11,1 \times 10^6$  тС/год. Предполагаем, что такие же масштабы характерны и для неохраняемой части лесного фонда, общая пирогенная эмиссия углерода может достигать до  $20 \times 10^6$  тС/год.

На протяжении 1990-х гг., по данным учета, средняя площадь вредителей леса составила  $21 \times 10^6$  га/год. Эмиссия углерода вследствие отпада насаждений при гибели от насекомых и болезней составила в среднем  $1,8 \times 10^6$  тС/год [3].

Нетто-поглощение  $\text{CO}_2$  лесами России в целом, оцениваемое как 0,2–0,5 млрд тС/год, составляет 3–8 % мирового выброса  $\text{CO}_2$  от сжигания ископаемого топлива на 2001 г., равного 6,5 млрд тС/год. Для России выбросы сжигания топлива (это около 80 % от всех антропогенных выбросов парниковых газов в нашей стране) оцениваются в 2001 г. как 0,6 млрд тС/год. Следовательно, наши леса оценочно «компенсируют» половину российского антропогенного выброса парниковых газов. С другой стороны, в Рамочной конвенции ООН об изменении климата сделанное выше «валовое» сопоставление не принято. В ней договорились сравнивать природное с природным, антропогенное с антропогенным, то есть сопоставлять антропогенный выброс  $\text{CO}_2$  с деятельностью человека по посадке и «поддержанию» лесов, которая приводит к стоку – поглощению  $\text{CO}_2$ .

Таким образом, глобальные неблагоприятные изменения климата и осознание необходимости их минимизации стали объективной причиной переосмысления значения и повышения ценности лесов и других компонентов биосферы для обеспечения устойчивого и поступательного развития мировой цивилизации.

Для регулирования функционирования экосистем необходимо выработать эффективные механизмы. В связи с этим возникли два крупных блока задач:

1. Разработать методы и способы оценки с приемлемой точностью потоков парниковых газов, в том числе  $\text{CO}_2$ , и объемов депонирования органического углерода. Этот блок проблем предполагает разработку четкого понятийного аппарата оценки кругооборота углерода, определение предельных

размеров выбросов странами мира или регионами страны, с учетом уровня их экономического и социального развития, оценки потоков углерода и объемов его запаса в различных средах с разными физико-химическими свойствами, оценку неблагоприятного воздействия антропогенных и биотических факторов разной интенсивности, выработку достоверной системы, учет регистрации и учет выбросов парниковых газов и потоков углерода и некоторые другие проблемы.

2. Создать комплекс показателей, характеризующих экономические и социальные аспекты функционирования экосистем, позволяющих оценить реализуемость предлагаемых трансформаций, их выгодность для всех заинтересованных участников и системы в целом.

Таковыми показателями являются экономические характеристики системы и проводимых мероприятий, позволяющие соизмерять степень их важности для функционирования системы, затраты ресурсов на их проведение и практическую отдачу от их проведения.

Использование экономических показателей позволяет оценить величину максимально допустимого уровня ущерба, наносимого экосистеме неблагоприятным воздействием антропогенных и биотических факторов, в том числе выраженное в снижении объема депонирования углерода. Под максимально допустимым уровнем ущерба понимается его пороговый уровень, после которого система теряет способность к самовосстановлению и для ее восстановления требуется вложение значительных средств, что часто бывает неосуществимо.

В этих условиях экономические показатели позволяют сравнивать величину ущерба, наносимого экосистеме неблагоприятным воздействием и выраженного через величину упущенной выгоды, с объемом затрат и инвестиций для его минимизации.

Важным инструментом при принятии хозяйственных решений в области лесопользования является сравнение доходности различных видов хозяйственной деятельности в зависимости от характеристик конкретной экосистемы. Такой подход позволяет рационально использовать все ее преимущества за счет сбалансированного развития различных видов деятельности. Например, возможны следующие сочетания: лесозаготовки и депонирование углерода, использование рекреационных услуг и депонирование углерода, использование защитных свойств и депонирование углерода и другие.

Такой сбалансированный подход позволит обеспечить устойчивое лесопользование как за счет оптимального использования различных полезных лесов, так и за счет минимизации ущерба лесным экосистемам, достигаемого сокращением рубок, проведением профилактических мероприятий по защите от лесных пожаров, всплеск численности вредных насекомых. В связи с этим особое значение приобретает моделирование и долгосрочное планирование хозяйственной деятельности, предусматривающее несколько сценариев возможного развития с выбором оптимального.

Поскольку процесс произрастания лесных насаждений значительно растянут во времени, возникает необходимость принятия правильных хозяйственных решений, обеспечивающих лесопользователям наибольшие долгосрочные выгоды. Так, при стремительном росте ценности лесных насаждений как накопителей органического углерода при планировании лесовосстановления или посадок лесных насаждений на нелесных землях следует планировать породный состав насаждений с учетом срока их произрастания, чтобы обеспечить оптимальный объем поглощения  $CO_2$ .

С другой стороны, в богатых лесом регионах основным видом лесопользования могут быть рубки, но их объем должен обеспечивать, по крайней мере, естественное лесовосстановление, что позволит получать доход также от деятельности по депонированию углерода.

Таким образом, для оценки состояния лесных экосистем с учетом величины ущерба от воздействия неблагоприятных факторов и их влияния на кругооборот углерода следует применять комплекс экологических и экономических показателей, наиболее полно определяющих количественные и качественные характеристики, возможности их изменения, а также перспективы развития оцениваемых объектов.

### Библиографический список

1. Исаев, А.С. О поглощении парниковых газов лесами России: Международная конференция «Парниковые газы – экологический ресурс России» / А.С. Исаев, Г.Н. Коровин, Д.Г. Замолодчиков. – Голицыно, 2004.
2. Филипчук, А.Н. Вклад лесов России в углеродный баланс планеты: Международная конференция «Парниковые газы – экологический ресурс России» / А.Н. Филипчук, Б.Н. Моисеев. – Голицыно, 2004.
3. Замолодчиков, Д.Г. Динамика пулов и потоков углерода на территории Лесного фонда РФ / Д.Г. Замолодчиков и др. // Экология. – 2005. – № 5. – С. 323–333.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАФИНОВОЙ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОСТОЙКОСТИ КОМПОЗИЦИОННОЙ ФАНЕРЫ С ВНУТРЕННИМ СЛОЕМ НА ОСНОВЕ КОСТРЫ ЛЬНА

С.А. УГРЮМОВ, доц. каф. механической технологии древесины Костромского ГТУ

Композиционная фанера, изготовленная из лущеного шпона с внутренним заполнением на основе костры льна – перспективный вид клееной продукции, сочетающий высокие эксплуатационные свойства при снижении производственных затрат [1]. Однако наличие внутренней прослойки из клеенных целлюлозосодержащих измельченных частиц стебля льна приводит к повышенным изменениям размеров и массы при воздействии на материал влаги.

По строению внутренняя прослойка сходна с костроплитой и древесностружечной плитой. Она отличается от натуральной древесины или лущеного шпона прежде всего дезориентированным расположением волокон. При прессовании материала частицы костры во внутреннем слое претерпевают упругие, высокоэластические и пластические деформации, а также подвергаются действию высокой температуры. При этом частицы уплотняются, сжимаясь по толщине, в отдельных частицах появляются микро- и макротрещины, возможны процессы начального термического разложения древесного вещества костры. Вследствие этого происходящие под действием влаги изменения во внутреннем плитном слое более существенны, чем в натуральной древесине или шпоне.

Как и в натуральной древесине, носитель гидрофильных свойств внутреннего слоя – гидроксилы компонентов одревесневших частиц льяного стебля – способны притягивать молекулы воды.

Вследствие гидрофильности частицы костры смачиваются водой, которая проникает в глубь материала. В результате частицы разбухают и стремятся оторваться друг от друга.

Процесс поглощения воды или влаги происходит из-за наличия в костре, так же как в древесине, огромного количества тонких микрокапилляров и объясняется пониженным давлением водяных паров в них по сравнению с окружающим давлением.

Устранение или замедление процесса капиллярной конденсации связано с необходимос-

тью заполнения капилляров и пор инертными к воде веществами, а также веществами, способными уменьшать скорость смачивания поверхности отдельных частиц водой.

С целью уменьшения водопоглощения и формоизменяемости клееного внутреннего слоя композиционной фанеры возможно применение различных способов, суть которых сводится к изоляции поверхности частиц костры от воды тонкими водонепроницаемыми прослойками.

Наиболее надежным способом защиты любого клееного материала от воздействия воды является использование для склеивания водостойких синтетических смол, например фенолформальдегидных. Однако при этом возрастает себестоимость продукции за счет высокой стоимости клеевых материалов и повышения энергетических затрат при создании более высокой температуры прессования.

Технологически прост и экономически выгоден метод повышения водостойкости материалов, изготовленных на основе дешевых карбамидоформальдегидных смол путем добавления парафиновой эмульсии. Эффективность данного способа исследована применительно к производству композиционной фанеры.

В проведенном эксперименте были изготовлены образцы композиционной фанеры номинальной толщиной 12 мм, в наружных слоях использовался березовый лущеный шпон со взаимно перпендикулярным направлением волокон, внутренний слой изготовлен на основе осмоленной костры льна. Номинальная толщина внутреннего слоя с учетом упрессовки шпона составила 6,6 мм.

Для модифицирования использовалась парафиновая эмульсия по рецепту [2]:

- парафин – 100 м.ч.;
- мыло – 4,17 м.ч.;
- вода – 312,5 м.ч.

При проведении экспериментальных запрессовок парафин был расплавлен на водяной бане и введен в нагретую воду с мылом. Смесь тщательно перемешивалась до получения одно-

родной стабильной эмульсии и вводилась в карбамидоформальдегидный клей, предназначенный для осмоления частиц внутреннего слоя. При

этом на поверхность лущеного шпона композиционной фанеры был нанесен клей без парафиновой эмульсии.

Т а б л и ц а 1

**Результаты определения разбухания по толщине композиционной фанеры**

№ опыта	Вид наполнителя	Вид связующего	Количество парафиновой добавки, % от связующего	Разбухание по толщине композиционной фанеры, % после вымачивания в течение							
				2 ч.	1 сут.	2 сут.	3 сут.	4 сут.	5 сут.	10 сут.	15 сут.
1	Древесная стружка	ФФС	0	5,8	11,4	15,4	17,2	17,9	18,3	18,7	19,5
2	Древесная стружка	КФС	0	11,7	13,7	18,2	21,9	22,8	24,5	27	27,8
3	Древесная стружка	КФС	0,5	6,5	11,8	16,6	18,2	18,2	18,4	18,8	19,2
4	Древесная стружка	КФС	1,0	5,0	8,1	10,3	12,8	13,3	14,6	16,0	17,6
5	Костра льна	ФФС	0	4,3	5,4	8,4	9,0	9,1	9,2	10,0	11,0
6	Костра льна	КФС	0	6,0	7,6	11,6	12,5	12,7	12,9	14,0	15,4
7	Костра льна	КФС	0,5	3,7	4,7	7,6	8,1	8,2	8,7	9,2	9,6
8	Костра льна	КФС	1	3,5	3,9	6,3	6,6	6,7	6,9	7,5	7,8

Т а б л и ц а 2

**Результаты определения водопоглощения композиционной фанеры**

№ опыта	Вид наполнителя	Вид связующего	Количество парафиновой добавки, % от связующего	Водопоглощение композиционной фанеры, % после вымачивания в течение							
				2 ч.	1 сут.	2 сут.	3 сут.	4 сут.	5 сут.	10 сут.	15 сут.
1	Древесная стружка	ФФС	0	19,0	41,8	55,9	59,6	62,6	68,1	69,6	76,3
2	Древесная стружка	КФС	0	33,9	59,3	61,2	66,3	69,0	70,7	72,3	80,7
3	Древесная стружка	КФС	0,5	28,0	40,9	55,0	58,0	64,0	69,0	70,8	79,9
4	Древесная стружка	КФС	1,0	20,1	32,7	40,4	44,1	48,6	55,1	59,8	70,8
5	Костра льна	ФФС	0	16,6	38,6	47,8	48,8	55,9	59,8	64,6	68,7
6	Костра льна	КФС	0	29,6	54,2	55,6	57,5	62,0	61,6	66,8	72,3
7	Костра льна	КФС	0,5	14,2	28,9	37,6	42,1	46,3	52,0	58,8	65,7
8	Костра льна	КФС	1	10,1	23,1	27,3	31,8	34,5	41,0	49,8	58,4

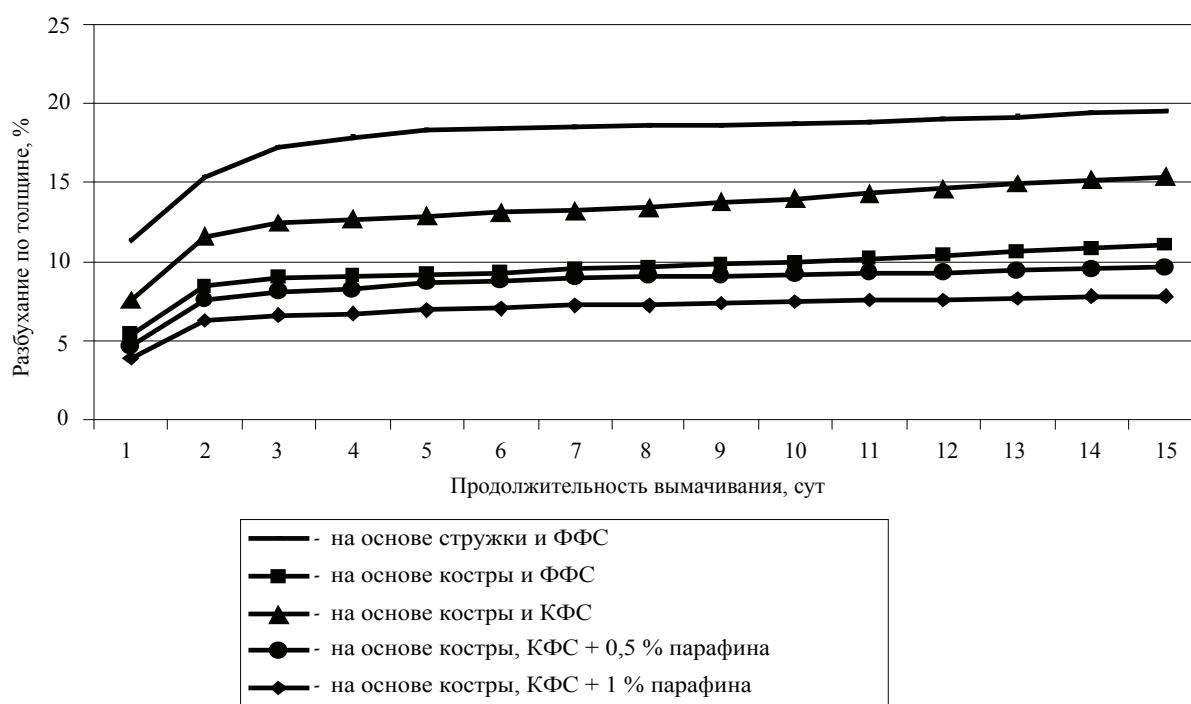


Рис. 1. Кинетика разбухания композиционной фанеры в зависимости от вида связующего

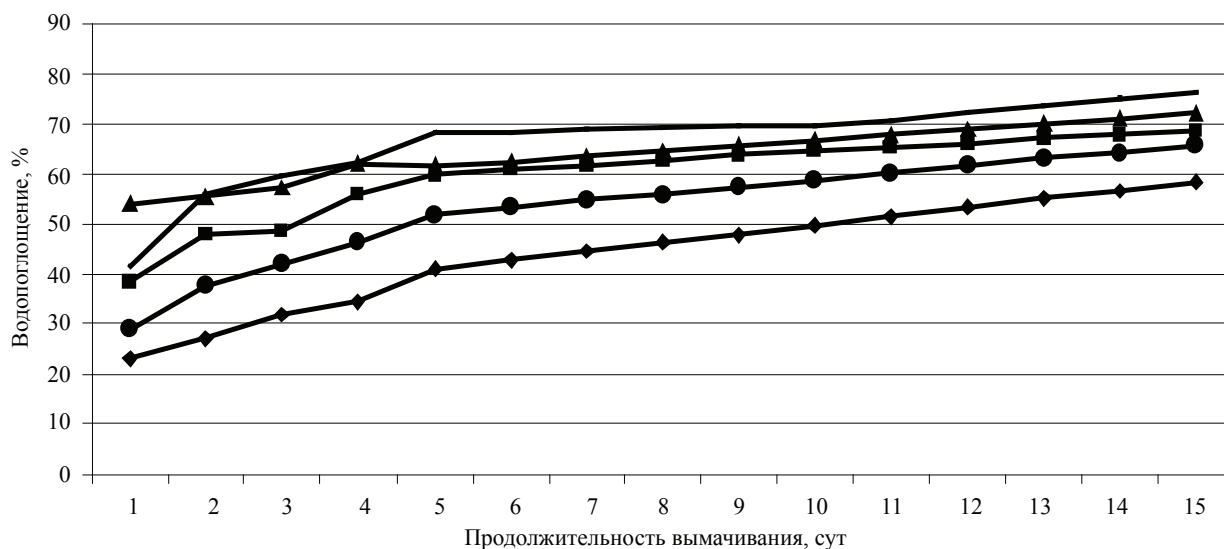


Рис. 2. Кинетика водопоглощения композиционной фанеры в зависимости от вида связующего

В серии опытов при изменении вида связующего оставались постоянными следующие факторы:

- температура прессования – 130 °С;
- давление прессования – 2 МПа;
- плотность внутреннего слоя – 750 кг/м<sup>3</sup>;
- продолжительность выдержки под давлением – 6 мин (0,5 мин на 1 мм толщины);
- количество связующего во внутреннем слое – 20 % от массы стружки;
- норма расхода связующего при нанесении на шпон – 110–120 г/м<sup>2</sup>.

Результаты определения разбухания и водопоглощения композиционной фанеры на образцах 100 × 100 мм в различные периоды времени представлены в табл. 1, 2. Графическое изменение данных показателей представлено на рис. 1, 2.

Показатели разбухания и водопоглощения композиционной фанеры с внутренним слоем на основе костры льна несколько ниже, чем у фанеры с внутренним слоем на основе древесной стружки. Это объясняется особенностями строения частиц костры, наружная поверхность которых покрыта кутикулой (жирообразным веществом кутином), которая обладает способностью не

смачиваться водой и не пропускать ее [3].

Результаты испытаний показали, что при производстве композиционной фанеры введение в клеевой состав на основе карбамидоформальдегидной смолы парафиновой эмульсии заметно препятствует сорбции воды. При добавлении парафина в количестве 1 % от массы стружки внутреннего слоя значительно повышает водостойкость материала. Добавка парафина в количестве 0,5 % от массы стружки повышает водостойкость до уровня водостойкости композиционной фанеры на основе фенолформальдегидной смолы. Данное количество вводимого парафина рекомендуется для использования в производственных условиях с целью повышения водостойкости выпускаемой продукции.

#### Библиографический список

1. Угрюмов, С.А. Использование костры льна в производстве композиционной фанеры / С.А. Угрюмов // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. – 2005. – №6. – С. 63–65.
2. Эльберт, А.А. Водостойкость древесностружечных плит / А.А. Эльберт. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 96 с.
3. Марков, В.В. Первичная обработка льна и других лубяных культур / В.В. Марков. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 375 с.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Х. РАНГАВАР, преподаватель университета Шахид Раджани, Тегеран, Иран,  
Л.В. МЕЛЬНИКОВА, проф. каф. технологии древесных плит и пластиков, МГУЛ

Наибольшее влияние на физико-механические показатели ЦСП оказывают следующие факторы: качество и количество применяемой древесины, ее породный состав (в особенности содержание экстрактивных водорастворимых сахаров), фракционный состав, плотность, пористость, деформативность, количество и качество минерального вяжущего цемента, химические добавки и их расход.

Химические добавки широко применяются в производстве ЦСП. Основное их функциональное назначение – локализация действия цементных ядов, ускорение процесса твердения цемента, улучшение технологических свойств древесно-цементной смеси (удобоукладываемость, однородность), придание особых свойств материалу (огнестойкости, биостойкости, гидрофобности) и т.д. Для исследования влияния разных химических добавок на физико-механические свойства показателей ЦСП были использованы хлорид кальция, композиции из жидкого стекла и серноокислого алюминия, а также хлорида кальция и растворов лигносульфонатов различной концентрации.

Для изготовления ЦСП с различными химическими добавками использовалась следующая рецептура в расчете на 1 м<sup>3</sup> ЦСП (таблица).

Проводили эксперименты, в которых устанавливали влияние лигносульфоната на скорость гидратации цемента и показатели физико-механических свойств полученной плиты.

На первом этапе с помощью прибора Вика определялось время схватывания и твердения цементного теста, приготовленного с различным содержанием лигносульфонатов (0,5 %, 1 %, 2 %, 3 % от массы цемента).

Результаты экспериментов приведены на рис. 1. С увеличением содержания лигносульфонатов до 1 % время твердения цемента увеличивается, затем при дальнейшем повышении концентрации – резко снижается.

Очевидно это происходит оттого, что небольшое количество лигносульфоната увеличивает скорость твердения цемента, а резкое снижение скорости с увеличением лигносульфоната до 3 % можно объяснить появлением на поверхности пленки свободного лигносульфоната, не вошедшего в реакцию с цементом.

Далее была изготовлена серия образцов ЦСП с различными химическими добавками. Испытывали плиты на прочность при изгибе, растяжении перпендикулярно пласти, разбухание и водопоглощение через 28 суток после изготовления.

Результаты опытов приведены на рис. 2, 3, 4, 5. Из рисунков видно, что физико-механические свойства ЦСП при применении хлорида кальция в качестве химической добавки по сравнению с добавками рецептуры «Бизон» (композиции из жидкого стекла и серноокислого алюминия) и композиции из хлорида кальция и лигносульфонатов значительно выше. Так плиты, изготовленные с применением хлорида кальция в количестве 3 % от массы цемента по сравнению с плитами рецептуры «Бизон», увеличили прочность при изгибе и растяжении перпендикулярно пласти плиты на 35,8 % и 33,3 % соответственно. При этом разбухание и водопоглощение плит уменьшилось на 44 % и 10,6 % соответственно.

Т а б л и ц а

Рецептура изготовления ЦСП в расчете на 1 м<sup>3</sup>

Компоненты	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
Стружка ольхи (абс. сухое состояние), кг	300	300	300
Цемент марки 500, кг	750	750	750
Хлорид кальция	3 % от массы цемента	–	3 % от массы цемента
Жидкое стекло (Концентрация 38 %), кг	–	60	–
Серноокислый алюминий, кг	–	40	–
Вода, кг	400	400	400
Лигносульфонат	–	–	0,5 %, 1 %, 2 %, 3 % от массы цемента

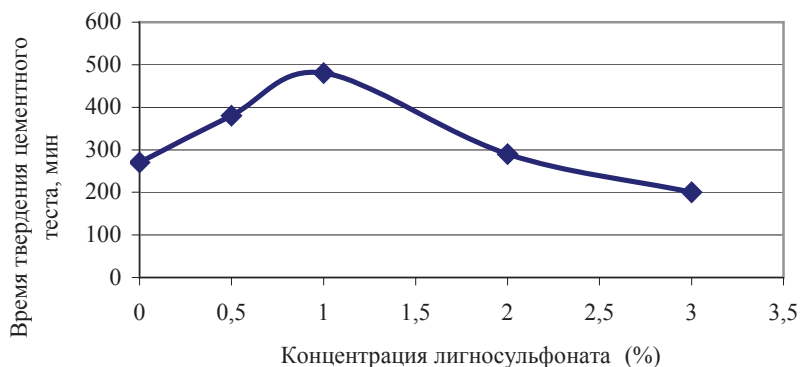


Рис. 1. Влияние лигносульфоната на скорость твердения цемента

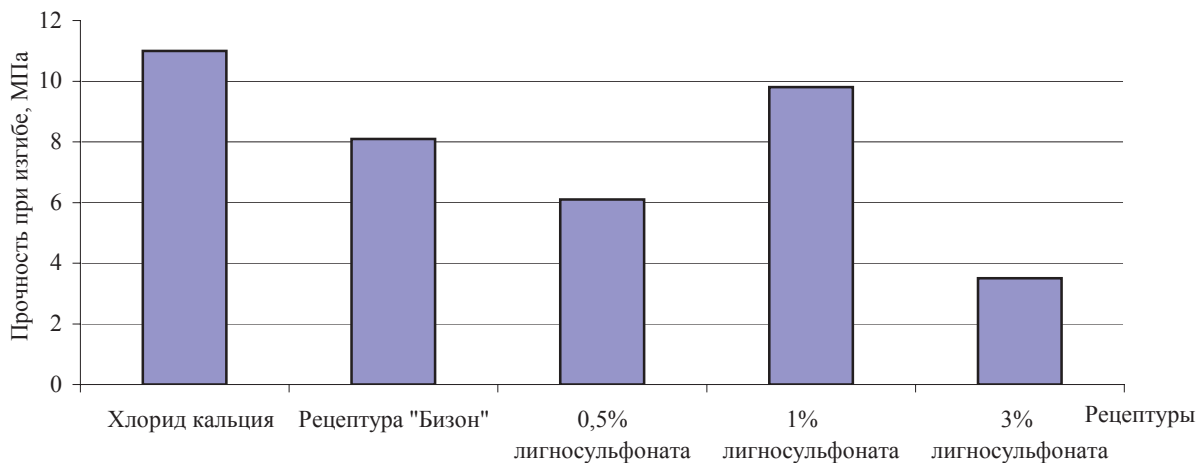


Рис. 2. Влияние разных химических добавок на предел прочности при изгибе ЦСП

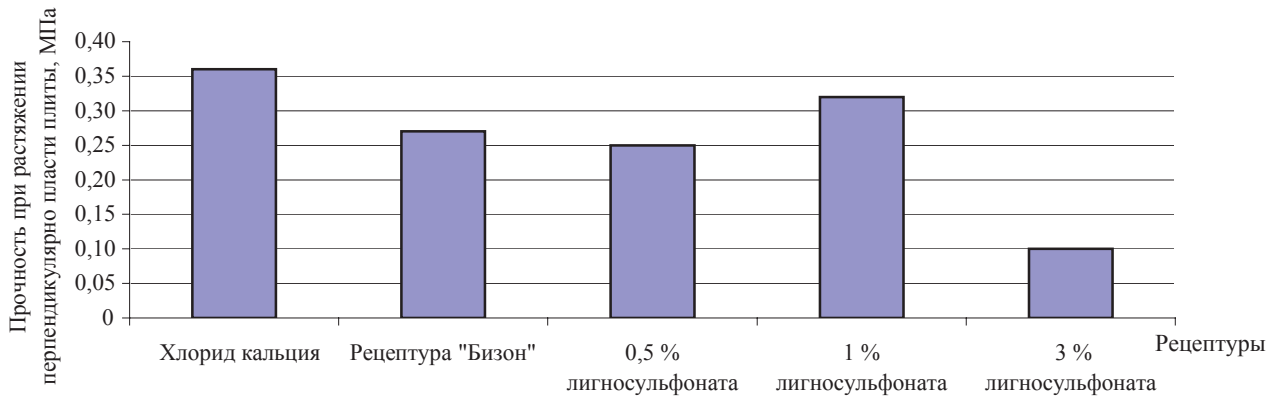


Рис. 3. Влияние разных химических добавок на предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты ЦСП

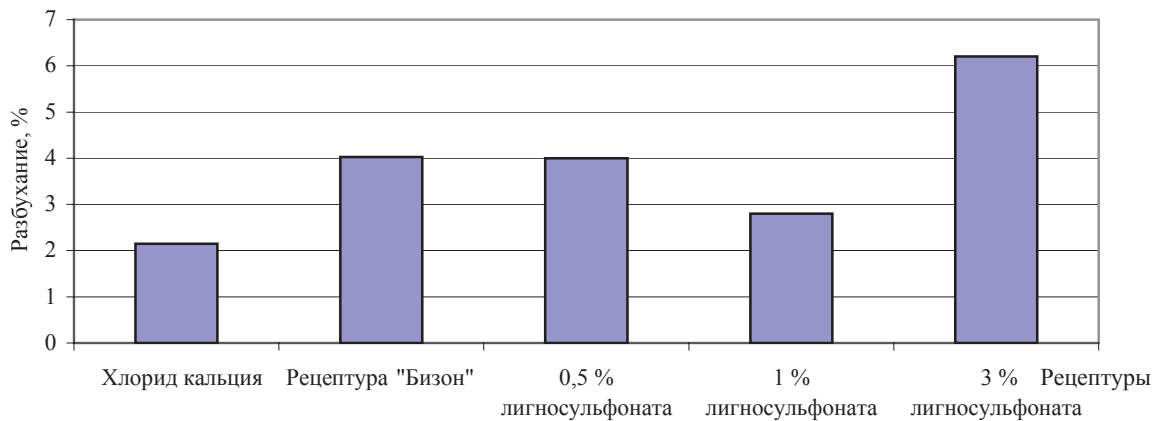


Рис. 4. Влияние разных химических добавок на разбухание ЦСП

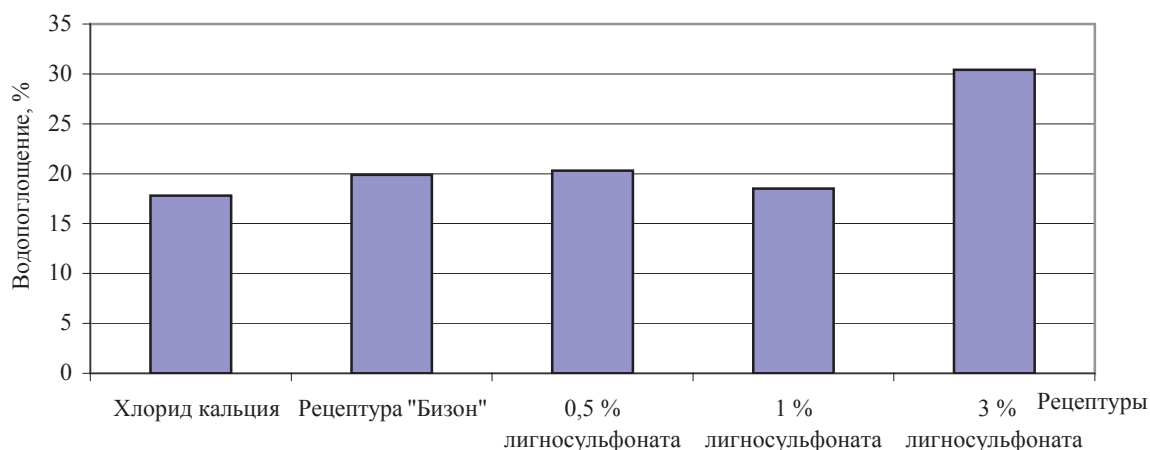


Рис. 5. Влияние разных химических добавок на разбухание ЦСП

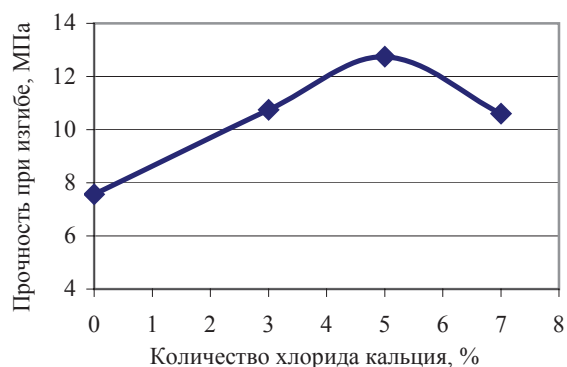


Рис. 6. Влияние количества хлорида кальция на прочность при изгибе ЦСП



Рис. 7. Влияние количества хлорида кальция на прочность при растяжении к пласти плиты ЦСП

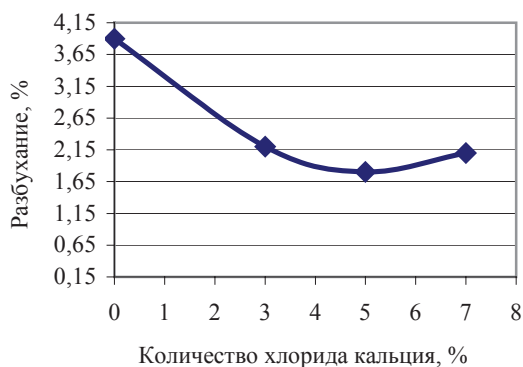


Рис. 8. Влияние количества хлорида кальция на разбухание ЦСП

Таким образом, эффективность введения в рецептуру ЦСП хлорида кальция очевидна.

Далее для определения оптимального количества хлорида кальция в производстве ЦСП было использовано различное его содержание (3 %, 5 %, и 7 % от массы цемента).

Результаты испытаний представлены на рис. 6, 7, и 8.

Изучение влияния количества добавок (хлорид кальция) на качество изготовленных цементных плит показало, что использование хлорида кальция до 5 % к количеству цемента улучшает физико-механические свойства ЦСП, а увеличение более 5 % ведет к уменьшению их свойств. Этот факт можно объяснить тем, что использование хлорида кальция в количестве до 5 % приводит к увеличению адгезии древесных частиц с цементом. Большее количество оказывает негативное влияние на скорость твердения цемента, что приводит к образованию мелких трещинок в цементе, ухудшающих прочностные свойства цементных плит (прочность при изгибе, при растяжении перпендикулярно пласти плиты и разбухание).

Таким образом, использование 5 % хлорида кальция как химической добавки в производстве цементно-стружечных плит является оптимальным для получения ЦСП высокого класса.

### Библиографический список

1. Мельникова, Л.В. Технология композиционных материалов из древесины: учебник / Л.В. Мельникова. – М.: МГУЛ, 2003. – 226 с.
2. Мельникова, Л.В. Технология композиционных материалов: учебно-методическое пособие к курсовой работе. Спец. 260200. 2-е изд. / Л.В. Мельникова. – М.: МГУЛ, 2003. – 52 с.
3. Пашков, Д.В. Технология цементно-стружечных плит с применением водорастворимых силикатов: дис. ... канд. техн. наук / Д.В. Пашков. – М., 2003. – 178 с.

## РАСЧЕТ РЕЖИМОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ТОРЦОВОЙ ФРЕЗЫ

И.Т. ГЛЕБОВ, *каф. станков и инструментов Уральского ГТУ*

Методом фрезерования торцовой фрезой обрабатывается большое количество профилей деталей дверей, дверных коробок, филенок, мебельных рамок, деталей окон, раскладок, штапиков, наличников, плинтусов и др. На рис. 1 приведены примеры профилей некоторых деталей.

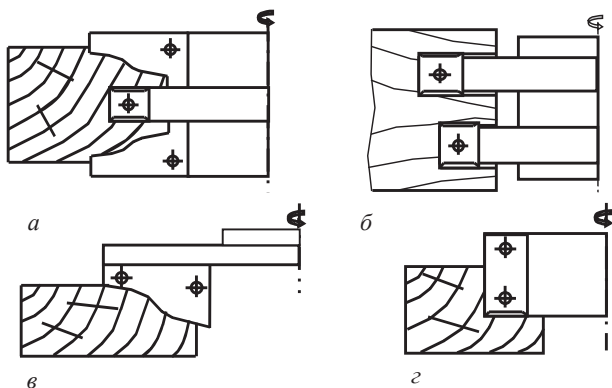


Рис. 1. Обработка профилей деталей: а – бруска двери; б – бруска дверной коробки; в – мебельной филенки; г – выборка четверти

Боковая режущая кромка лезвия торцовой фрезы может быть прямой или криволинейной, наклонной или вертикальной. Торцовая кромка прямая.

В современных торцовых фрезах используются неперетачиваемые твердосплавные ножи одноразового использования.

### Фиктивная сила и касательное давление срезаемого слоя

При продольном фрезеровании древесины торцовой фрезой боковая наклонная режущая кромка выполняет резание продольно-поперечно-торцовое (рис. 2). При угле наклона боковой режущей кромки  $\varphi_n = 0$  резание на дуге контакта изменяется от продольного, когда происходит врезание лезвия в древесину, до поперечного в момент выхода зуба из заготовки. Если угол  $\varphi_n = 90^\circ$ , то резание изменяется от продольного в момент врезания до торцового в момент выхода зуба из древесины.

Для продольно-поперечного резания древесины сосны значение фиктивной силы резания  $p$ , Н/мм, найденное по методике А.Л. Бершадского, равно [1]

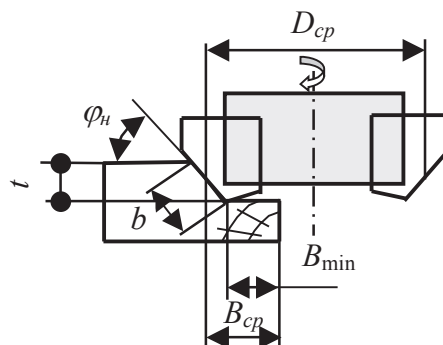


Рис. 2. Параметры торцово-конического фрезерования

$$p_{//\#} = 1,57 - 0,0065\varphi_c \quad (1)$$

Касательное давление срезаемого слоя на переднюю поверхность лезвия  $k$ , МПа, равно

$$k_{//\#} = (0,196 - 0,00184\varphi_c)\delta + [0,069 - 0,011(0,069 - B)\varphi_c]V' - (5,4 - 0,053\varphi_c), \quad (2)$$

где  $\varphi_c$  – угол скоса на середине дуги контакта, измеряемый между режущей кромкой и волокнами древесины при  $\varphi_n = 0$  (значение  $\varphi_c$  подставляется в градусах);

$V'$  – скорость резания, м/с; если скорость главного движения  $V < 50$  м/с, то  $V' = 90 - V$ , иначе  $V' = V$ ;

$B$  – коэффициент, при угле резания  $\delta \leq 55^\circ$   $B = 0,059$ , при  $\delta > 55^\circ$   $B = 0,069$ .

При переходе резания от продольно-поперечного к продольно-поперечно-торцовому, когда  $0 < \varphi_n < 90^\circ$ , сопротивление резанию будет увеличиваться. Полагая, что увеличение значений  $p$  и  $k$  произойдет пропорционально углу наклона  $\varphi_n$ , получим

$$p_{//\# \perp} = p_{//\#} + (p_{\perp} - p_{//\#})\varphi_n / 90, \quad (3)$$

$$k_{//\# \perp} = k_{//\#} + (k_{\perp} - k_{//\#})\varphi_n / 90. \quad (4)$$

По данным А.Л. Бершадского, для древесины сосны  $p_{\perp} = 4,8$  Н/мм;

$$k_{\perp} = 0,55\delta + 0,196V' - 19,62. \quad (5)$$

При ширине фрезерования  $B_{cp}$  среднее значение угла скоса  $\varphi_c$  имеет место на середине дуги контакта и равно

$$\varphi_c = \frac{\varphi_k}{2} = \arcsin \sqrt{\frac{B_{cp}}{D_{cp}}}, \quad (6)$$

где  $D_{cp}$  – средний диаметр окружности резания фрезы, мм.

$$D_{cp} = D_{min} + t / \operatorname{tg}\varphi_n, \quad (7)$$

где  $t$  – глубина фрезерования, мм.

Средняя скорость главного движения при фрезеровании

$$V = \pi D_{cp} n / 60 \text{ 000, м/с}$$

где  $n$  – частота вращения фрезы,  $\text{мин}^{-1}$ .

По формулам (3) и (4) получим

$$p_{//\#-1} = 1,57 - 0,0065\varphi_c(1 - 0,0111\varphi_n) + 0,0359\varphi_n; \quad (8)$$

$$k_{//\#-1} = \delta[0,196 + 0,0039\varphi_n - 0,00184\varphi_c(1 - 0,0111\varphi_n)] + V[0,069 - 0,011\varphi_c(0,069 - Б)(1 - 0,011\varphi_n) + 0,00143\varphi_n] - 5,4 + 0,053\varphi_c(1 - 0,011\varphi_n) - 0,158\varphi_n. \quad (9)$$

Здесь  $\varphi_c$ ,  $\varphi_n$ ,  $\delta$  подставляются в град.

### Геометрия срезаемого слоя

*Глубина фрезерования* (глубина резания при фрезеровании)  $t$ , мм – толщина слоя материала, снимаемого с поверхности заготовки фрезой за один проход. Она равна расстоянию между обрабатываемой и обработанной поверхностями (рис. 2).

*Ширина фрезерования*  $B$ , мм – ширина поверхности обрабатываемой фрезой за один проход (рис. 2).

Среднее значение ширины фрезерования  $B_{cp}$ , мм – расстояние от боковой кромки заготовки до точки, расположенной на середине ширины срезаемого слоя наклонного профиля:

$$B_{cp} = B + 0,5t / \text{tg}\varphi_n.$$

*Ширина срезаемого слоя*  $b$ , мм – ширина сечения срезаемого слоя, удаляемого с заготовки за один проход

$$b = t / \sin\varphi_n, \quad (10)$$

где  $\varphi_n$  – угол наклона боковой режущей кромки к обработанной поверхности.

Средний угол контакта для среднего диаметра фрезы определяется на середине глубины фрезерования и равен из (6)

$$\varphi_k = 2\varphi_c.$$

*Средняя длина дуги контакта*

$$l_k = \pi D_{cp} \varphi_k / 360, \quad (11)$$

где  $\varphi_k$  – средний угол контакта лезвия с заготовкой, рад.

*Толщина срезаемого слоя*  $a$ , мм, измеряется как наикратчайшее расстояние между предыдущей и последующей поверхностями резания на середине дуги контакта. При встречном фрезеровании толщина срезаемого слоя изменяется от нуля, когда режущая кромка врезается в древесину, до максимального значения в момент выхода лезвия из заготовки. Среднее значение толщины срезаемого слоя можно найти по следующей формуле

$$a_{cp} = S_z \sin\varphi_n \sin\varphi_{cp}, \quad (12)$$

где  $S_z$  – подача на зуб, мм;

$\varphi_{cp}$  – средний угол на дуге контакта, равный  $\varphi_k / 2$ ;

Для продольно-торцового резания можно принять угол перерезания волокон  $\varphi_b = \varphi_{cp}$ .

### Силы резания при фрезеровании

Силы резания на зубе фрезы определяют для двух диапазонов толщины срезаемого слоя:  $a \geq 0,1$  мм и  $a \leq 0,1$  мм. Для диапазона  $a \geq 0,1$  мм силу резания находят по формуле

$$F_{x \text{ зуб}} = a_n a_w (\alpha_p p + ka) b, \text{ Н.} \quad (13)$$

Для диапазона  $a \leq 0,1$  мм силу резания следует определять по формуле [2]

$$F_{x \text{ зуб}} = a_n a_w [(\alpha_p p + 0,1k)(-1/\lambda a^2 + 0,2/\lambda a + 1 - 0,01/\lambda)] b, \text{ Н.} \quad (14)$$

где  $p$ ,  $k$  – фиктивная сила резания и касательное давление для древесины сосны с влажностью 12 %;

$a_n$ ,  $a_w$  – поправочные коэффициенты на породу древесины и влажность;

$\lambda$  – коэффициент;

$$\lambda = \rho^2 + 0,2\rho + 0,01,$$

где  $\rho$  – радиус закругления режущей кромки зуба фрезы, мм.

Обозначим

$$F_{x 0,1} = \alpha_p p + 0,1k, m_1 = F_{x \text{ зуб}} / a_n a_w b F_{x 0,1},$$

тогда при  $a = 0,1$  мм;  $m_1 = 1$ .

Запишем уравнение (14) в форме приведенного квадратного уравнения

$$a^2 - 0,2a - 1 + \lambda(m_1 - 1) = 0,$$

при решении которого получим

$$a = 0,1 - \sqrt{\lambda(1 - m_1)}. \quad (15)$$

При решении обратных задач, когда по силе резания на лезвии определяют толщину срезаемого слоя  $a$ , следует поступать так:

– если  $m_1 \geq 1$ , то надо пользоваться уравнением

$$a = \frac{\frac{F_{x \text{ зуб}}}{a_n a_w b} - \alpha_p p}{k};$$

– если  $m_1 \leq 1$ , то надо пользоваться уравнением (15).

### Пример расчета

*Дано.* На фрезерном станке из древесины сосны с влажностью 12 % обрабатывается деталь сложного профиля (рис. 2). Ширина фрезерования  $B_{\text{min}} = 22$  мм, глубина фрезерования  $t = 8; 12$ ;



15; 20 мм, минимальный диаметр окружности резания наклонной режущей кромки  $D_{\min} = 120$  мм, угол наклона боковой режущей кромки  $\varphi_n = 45^\circ$ , частота вращения вала  $n = 5000$  мин<sup>-1</sup>, число ножей  $z = 4$ , угол резания ножей  $\delta = 70^\circ$ . Ножи выполнены из твердого сплава марки ВК15. Период стойкости ножей  $T = 1200$  мин

Мощность электродвигателя механизма главного движения станка  $P = 3$  кВт, КПД передачи  $\eta = 0,94$ .

Определить скорости подач и построить график скоростей подач.

*Решение.* 1. Средний диаметр окружности резания фрезы (результаты расчета сведены в табл. 1)

$$D_{cp} = D_{\min} + t / \operatorname{tg}\varphi_n = 120 + 8 / \operatorname{tg}45 = 128 \text{ мм.}$$

2. Скорость главного движения

$$V = \pi D_{cp} n / 60000 = 3,14 \cdot 128 \cdot 5000 / 60000 = 33,51 \text{ м/с.}$$

3. Среднее значение ширины фрезерования

$$B_{cp} = B_{\min} + 0,5t / \operatorname{tg}\varphi_n = 22 + 0,5 \cdot 8 / \operatorname{tg}45 = 26 \text{ мм.}$$

4. Значение угла скоса

$$\varphi_c = \arcsin \sqrt{\frac{B_{cp}}{D_{cp}}} = \arcsin \sqrt{\frac{26}{128}} = 26,8^\circ.$$

5. Угол контакта боковой режущей кромки с заготовкой

$$\varphi_k = 2\varphi_c = 2 \cdot 26,8 = 53,6^\circ.$$

6. Длина дуги контакта

$$l_k = \pi D_{cp} \varphi_k / 360 = (3,14 \times 128 \times 53,6) / 360 = 59,8 \text{ мм.}$$

7. Прирост затупления лезвий за время работы при коэффициентах использования станка и производительности  $K_u = 0,92$ ;  $K_n = 0,94$

$$\Delta_p = \gamma_{\Delta_k} l_k n T K_n K_u / 1000 = 0,00006 \cdot 69,3 \cdot 5000 \times \times 1200 \cdot 0,92 \cdot 0,94 / 1000 = 18,6 \text{ мкм.}$$

8. Фиктивная сила резания

$$p_{//\# \perp} = 1,57 - 0,0065\varphi_c(1 - 0,011\varphi_n) + 0,0359\varphi_n = 1,57 - 0,0065 \times 26,8(1 - 0,011 \times 45) + 0,0359 \times 45 = 3,1 \text{ Н/мм.}$$

9. Касательное давление стружки на переднюю грань

$$k = \delta[0,196 + 0,0039\varphi_n - 0,00184\varphi_c(1 - 0,011\varphi_n)] + + V'[0,069 - 0,011\varphi_c(0,069 - B)(1 - 0,011\varphi_n) + + 0,00143\varphi_n] - 5,4 + 0,053\varphi_c(1 - 0,011\varphi_n) - 0,158\varphi_n = 70[0,196 + 0,0039 \times 45 - 0,00184 \times 26,8(1 - 0,011 \times 45)] + (90 - 33,51)[0,069 - 0,011 \times \times 26,8(0,069 - 0,069)(1 - 0,011 \times 45) + + 0,00143 \times 45] - 5,4 + 0,053 \times 26,8(1 - 0,011 \times 45) - 0,158 \times 45 = 20 \text{ МПа}$$

10 Коэффициент затупления

$$\alpha_p = 1 + (1 + 0,1 \frac{k}{p}) \frac{\Delta_p}{\rho_o + 50} = 1 + (1 + 0,1 \frac{20}{3,1 \cdot 5 + 50}) \frac{18,6}{3,1 \cdot 5 + 50} = 1,56 \cdot$$

11. Окружная касательная сила резания

$$F_{xo} = 1000P\eta/V = 1000 \cdot 3 \cdot 0,94 / 33,51 = 84,2 \text{ Н.}$$

12. Средняя сила резания на дуге контакта

$$F_{xзуб} = F_{xo} \pi D_{cp} / (l_k z) = 84,2 \cdot 3,14 \cdot 128 / (59,8 \cdot 4) = 141,4 \text{ Н.}$$

Т а б л и ц а

Результаты расчетов

Параметры	Обозначение	Размерность	Глубина фрезерования $t$ , мм			
			8	12	15	20
Средний диаметр фрезы	$D_{cp}$	мм	128	132	135	140
Скорость резания	$V$	м/с	33,51	34,56	35,34	36,65
Средняя ширина фрезерования	$B_{cp}$	мм	26	28	29,5	32
Угол скоса	$\varphi_c$	град	26,8	27,4	27,9	28,6
Угол контакта	$\varphi_k$	град	53,6	54,8	55,7	57,1
Длина дуги контакта	$l_k$	мм	59,8	63,2	65,7	69,8
Прирост затупления	$\Delta_p$	мкм	18,6	19,7	20,4	21,7
Фиктивная сила резания	$p$	Н/мм	3,1	3,1	3,09	3,09
Касательное давление	$k$	МПа	20	19,84	19,72	19,52
Коэффициент затупления	$\alpha_p$	—	1,56	1,59	1,61	1,64
Окружная сила резания	$F_{xo}$	Н	84,2	81,6	79,8	76,9
Средняя сила резания на дуге контакта	$F_{xзуб}$	Н	141,4	133,9	128,8	121,2
Средняя ширина среза	$b$	мм	9,4	14,1	17,6	23,5
Коэффициент $m_1$	$m_1$	—	2,2	1,38	1,05	0,73
Толщина срезаемого слоя	$a$	мм	0,51	0,23	0,12	0,035
Подача на зуб	$S_z$	мм	1,6	0,71	0,36	0,102
Скорость подачи	$V_s$	м/мин	32	14,2	7,2	2,04

13. Ширина срезаемого слоя

$$b = t / \sin\varphi_n = 8 / \sin 45 = 9,4 \text{ мм.}$$

14. Средняя толщина срезаемого слоя

Коэффициенты

$$\lambda = \rho^2 + 0,2\rho + 0,01; \rho = \rho_0 + \Delta\rho; \rho - \text{в мм.}$$

$$\lambda = (0,005 + 0,0186)^2 + 0,2(0,005 + 0,0186) + 0,01 = 0,015285;$$

$$F_{x0,1} = \alpha_p p + 0,1k = 1,56 \times 3,1 + 0,1 \times 20 = 6,83 \text{ Н/мм;}$$

$$m_1 = F_{x_{зуб}} / a_n a_w b F_{x0,1} = 141,4 / 1 \times 1 \times 9,4 \times 6,83 = 2,2.$$

Так как  $m_1 > 1$ , то толщина срезаемого слоя  $a_c$  определяется по формуле для макрослоев

$$a_c = \frac{F_{x_{зуб}} - \alpha_p p}{k} = \frac{141,4}{1 \cdot 1 \cdot 9,4} - 1,56 \cdot 3,1 = 1,51$$

В случае, когда глубина фрезерования  $t = 20$  мм, коэффициент  $m_1 = 0,73 < 1$  и толщина срезаемого слоя находится по формуле

$$a_{cm} = 0,1 - \sqrt{\lambda(1 - m_1)} = 0,1 - \sqrt{0,015285(1 - 0,73)} = 0,035 \text{ мм.}$$

15. Максимально допустимая подача на зуб

$$S_z = a_c / \sin\varphi_n \sin\varphi_c = 0,51 / \sin 45 \sin 26,8 = 1,6 \text{ мм.}$$

16. Скорость подачи

$$V_s = S_z z n / 1000 = 1,6 \cdot 4 \cdot 5000 / 1000 = 32 \text{ м/мин.}$$

### Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Резание древесины. учеб. пособие / И.Т. Глебов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. – 151 с.
2. Глебов, И.Т. Резание древесины: избранные лекции / И.Т. Глебов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. – 99 с.

## УСТОЙЧИВОСТЬ ЛЕНТОЧНОЙ ПИЛЫ ПРИ СЛЕДЯЩЕЙ НАГРУЗКЕ

В.Н. СЕРДЮКОВ, доц. каф. сопротивления материалов и прикладной механики МарГТУ, канд. техн. наук

Решается задача устойчивости ленточной пилы в новой постановке. Вводится гипотеза о следящем характере сил резания.

На рис. 1. показана расчетная схема ленточной пилы для определения критической величины нормальной силы резания  $P$  при небольшой высоте пропила.

Задача решалась динамическим методом. Ленточная пила нагружалась силой  $P$ , выводилась из плоского (невозмущенного) состояния и предоставлялась самой себе. За критерий устойчивости принимался характер движения ленточной пилы после начального возмущения.

В данной работе вводится гипотеза о том, что силы резания являются следящими силами. В частности, вектор нормальной силы резания в процессе потери устойчивости ленточной пилы всегда совпадает с осью  $y$ , поперечного сечения (рис. 1, 2)

и является следящим вектором. Масса расчетной части ленточной пилы учитывалась в форме приведенной массы, прикрепленной к среднему сечению. Точность такого решения зависит от выбора местоположения приведенной массы. В данном случае альтернативы местоположения приведенной массы не существует (т.к. расчетная схема симметричная). Поэтому решение в рамках принятых допущений должно быть достаточно точным.

При потере устойчивости пильная лента закручивается и изгибается в плоскости наименьшей жесткости. Жесткость поперечного сечения на изгиб в плоскости  $yx$  велика по сравнению с жесткостью на изгиб в плоскости  $zx$ . Поэтому считаем, что ленточная пила в плоскости  $yx$  не изгибается и ее концы жестко защемлены. Концевые сечения не могут поворачиваться относительно оси  $x$ , а в плоскости  $zx$  они шарнирно оперты.

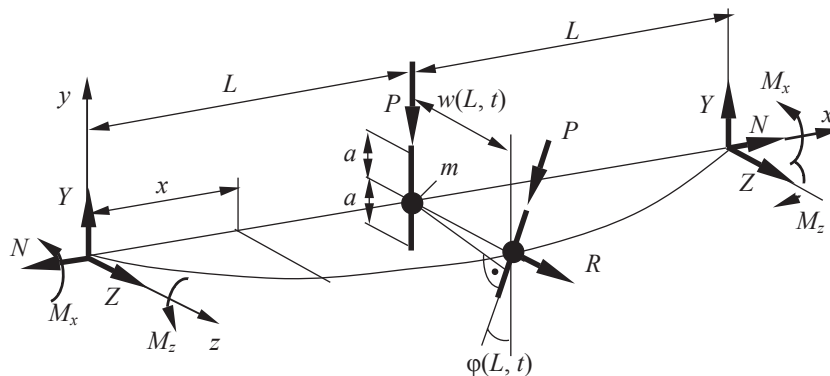


Рис. 1. Расчетная схема ленточной пилы

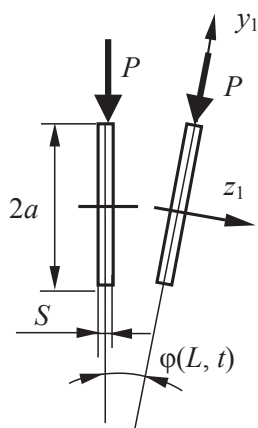


Рис. 2. Положение среднего поперечного сечения до и в процессе потери устойчивости

На рис. 1 и 2 введены следующие обозначения:  $P$  – нормальная сила резания,  $2a$ ,  $S$  – размеры поперечного сечения,  $2L$  – длина расчетной части ленточной пилы,  $N$  – сила натяжения,  $M_x, M_z, Y, Z$  – реакции опор,  $w(l, t)$  – прогиб среднего сечения,  $\varphi(l, t)$  – угол поворота среднего сечения,

$$R = -m \frac{d^2}{dt^2} w(L, t)$$

– сила инерции,  $m$  – приведенная масса.

Определяем реакции опор.

$$M_x = \frac{1}{2} P w(L, t), \quad M_z = \frac{PL}{4}, \quad Y = \frac{P}{2},$$

$$Z = \frac{1}{2} P \varphi(L, t) - \frac{R}{2}.$$

Для определения момента  $M_z$  раскрывалась статическая неопределимость стержня длиной  $2L$ , жестко защемленного по концам в плоскости  $yx$  (рис. 1).

Далее рассмотрим часть ленточной пилы длиной  $x$  (рис. 1, 3). Координатные оси  $x_0, y_0, z_0$  параллельны осям  $x, y, z$ . Координатная система  $x_1, y_1, z_1$  жестко скреплена с поперечным сечением. Ось  $x_1$  является касательной к оси ленточной

пилы и лежит в плоскости  $xz$ . Оси  $y_1, z_1$  – главные центральные оси поперечного сечения.

Моменты относительно осей  $x_0, y_0, z_0$

$$M_{x_0} = \frac{P}{2} w - \frac{P}{2} w(L, t),$$

$$M_{y_0} = \frac{P}{2} \varphi(L, t) x - \frac{R}{2} x + Nw,$$

$$M_{z_0} = \frac{P}{2} x - \frac{PL}{4}. \quad (1)$$

При составлении выражений (1) вектора моментов направлялись так, что если смотреть со стороны стрелки вектора, то момент виден направленным против часовой стрелки. На рис. 3 показаны положительные направления векторов моментов  $M_{x_0}, M_{y_0}, M_{z_0}$ .

Моменты относительно осей  $x_1$  и  $y_1$

$$M_{x_1} = -M_{x_0} \cos \frac{\partial w}{\partial x} + M_{z_0} \sin \frac{\partial w}{\partial x} = -M_{x_0} + M_{z_0} \frac{\partial w}{\partial x},$$

$$M_{y_1} = M_{y_0} \cos \varphi - M_{z_0} \cos \frac{\partial w}{\partial x} \sin \varphi -$$

$$-M_{x_0} \sin \frac{\partial w}{\partial x} \sin \varphi = M_{y_0} - M_{z_0} \varphi - M_{x_0} \frac{\partial w}{\partial x} \varphi. \quad (2)$$

При составлении выражений (2) изгибающий момент считается положительным, если он увеличивает кривизну оси ленточной пилы, и отрицательным – если уменьшает. Крутящий момент считается положительным, если его направление совпадает с направлением угла поворота  $\varphi$ .

Пренебрегая слагаемым

$$\left( M_{x_0} \frac{\partial w}{\partial x} \varphi \right),$$

содержащим произведение малых величин и подставляя (1) в (2), получаем

$$M_{x_1} = -\frac{P}{2} w + \frac{P}{2} w(L, t) + \frac{P}{2} \frac{\partial w}{\partial x} x - \frac{PL}{4} \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{M_u}{2},$$

$$M_{y_1} = \frac{P}{2} \varphi(L, t) x - \frac{R}{2} x + Nw - \frac{P}{2} x \varphi + \frac{PL}{4} \varphi. \quad (3)$$

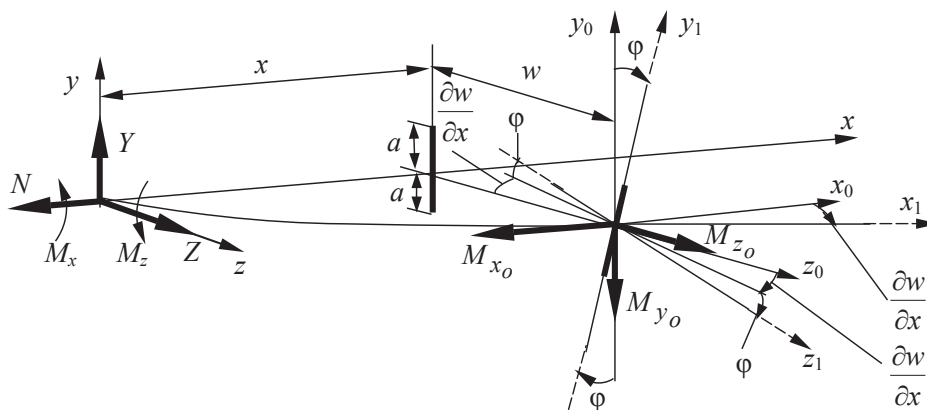


Рис. 3. Часть ленточной пилы длиной  $x$

Изгибнокрутильная деформация ленточной пилы в процессе ее движения после начального возмущения описывается уравнениями

$$EJ_{y_1} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = M_{y_1}, GJ_k \frac{\partial \varphi}{\partial x} = M_{x_1}. \quad (4)$$

Подставляя (3) в (4), получаем дифференциальные уравнения движения поперечного сечения с координатой  $x$

$$EJ_{y_1} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \frac{P}{2} \varphi(L, t) x - \frac{R}{2} x + Nw - \frac{P}{2} x\varphi + \frac{PL}{4} \varphi, \\ GJ_k \frac{\partial \varphi}{\partial x} = -\frac{P}{2} w + \frac{P}{2} w(L, t) + \frac{P}{2} \frac{\partial w}{\partial x} x - \frac{PL}{4} \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{M_u}{2}, \quad (5)$$

где  $w = w(x, t)$ ,  $\varphi = \varphi(x, t)$  – функции прогиба и угла поворота.

Затем фиксируем время  $t$  и интегрируем уравнения (5) по координате  $x$ , используя процедуру Бубнова-Галеркина. Для этого задаемся функциями прогиба и угла поворота в следующем виде

$$w(x, t) = w(L, t) \sin \frac{\pi x}{2L}, \\ \varphi(x, t) = \varphi(L, t) \sin \frac{\pi x}{2L}. \quad (6)$$

Функции (6) удовлетворяют граничным условиям.

$$\text{При } x = 0 \text{ и } x = 2L, w = 0, \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0, \varphi = 0.$$

Подставляя (6) в (5), домножая полученные выражения на

$$\sin \frac{\pi x}{2L}$$

и интегрируя в пределах от 0 до  $L$ , получаем

$$\int_0^L \left[ EJ_{y_1} w(L, t) \frac{\pi^2}{4L^2} \sin \frac{\pi x}{2L} + \frac{P}{2} \varphi(L, t) x - \frac{R}{2} x + Nw(L, t) \sin \frac{\pi x}{2L} - \frac{P}{2} x\varphi(L, t) \sin \frac{\pi x}{2L} + \frac{PL}{4} \varphi(L, t) \sin \frac{\pi x}{2L} \right] \sin \frac{\pi x}{2L} dx = 0, \\ \int_0^L \left[ GJ_k \varphi(L, t) \frac{\pi}{2L} \cos \frac{\pi x}{2L} - \frac{P}{2} w(L, t) - \frac{M_u}{2} + \frac{P}{2} w(L, t) \sin \frac{\pi x}{2L} - \frac{P}{2} xw(L, t) \frac{\pi}{2L} \cos \frac{\pi x}{2L} + \frac{PL}{4} w(L, t) \frac{\pi}{2L} \cos \frac{\pi x}{2L} \right] \sin \frac{\pi x}{2L} dx = 0. \quad (7)$$

После вычисления интегралов и подстановки вместо  $R$  и  $M_u$  соответствующих выражений получаем два дифференциальных уравнения (8).

$$\frac{2mL^2}{\pi^2} \frac{d^2}{dt^2} w(L, t) + \left( EJ_{y_1} \frac{\pi^2}{8L} + N \frac{L}{2} \right) w(L, t) + PL^2 \frac{3}{2\pi^2} \varphi(L, t) = 0,$$

$$PL \left( \frac{3}{8} - \frac{9}{8\pi} \right) w(L, t) + \frac{L}{\pi} m\rho^2 \frac{d^2}{dt^2} \varphi(L, t) + \frac{GJ_k}{2} \varphi(L, t) = 0. \quad (8)$$

Или

$$a_{11} \frac{d^2}{dt^2} w(L, t) + a_{12} w(L, t) + b_{12} \varphi(L, t) = 0, \\ a_{22} w(L, t) + b_{21} \frac{d^2}{dt^2} \varphi(L, t) + b_{12} \varphi(L, t) = 0. \quad (9)$$

где

$$a_{11} = m \frac{2L^2}{\pi^2}, \quad a_{12} = EJ_{y_1} \frac{\pi^2}{8L} + N \frac{L}{2}, \quad b_{12} = PL^2 \frac{3}{2\pi^2}, \\ a_{22} = 0,0167PL, \quad b_{21} = \frac{L}{\pi} m\rho^2, \quad b_{22} = \frac{GJ_k}{2}. \quad (10)$$

Частное решение системы уравнений (9) имеет вид

$$w(L, t) = Ae^{i\omega t}, \quad \varphi(L, t) = Be^{i\omega t}. \quad (11)$$

После подстановки (11) в (9) получаем систему двух уравнений.

$$A(-a_{11}\omega^2 + a_{12}) + Bb_{12} = 0 \\ Aa_{22} + B(-b_{21}\omega^2 + b_{22}) = 0. \quad (12)$$

Система однородных уравнений (12) имеет ненулевое решение, если определитель системы, составленный из коэффициентов при неизвестных  $A$  и  $B$ , равен нулю.

Составляя и раскрывая определитель системы, получаем уравнение

$$\omega^4 - 2a\omega^2 + b = 0, \quad (13)$$

где

$$a = \frac{a_{11}b_{22} + a_{12}b_{21}}{2a_{11}b_{21}}, \quad b = \frac{a_{12}b_{22} - a_{22}b_{21}}{a_{11}b_{21}}. \quad (14)$$

Корни биквадратного уравнения (13)

$$(\omega^2)_{1,2} = a \pm \sqrt{a^2 - b}. \quad (15)$$

Тогда

$$\omega_{1,2} = \pm \sqrt{(\omega^2)_1} \quad \text{и} \quad \omega_{3,4} = \pm \sqrt{(\omega^2)_2}. \quad (16)$$

Характер движения приведенной массы после начального возмущения зависит от вида корней  $\omega_{1,2,3,4}$ , а значит и от вида корней  $(\omega^2)_{1,2}$ .

Из выражений (10) и (14) следует, что  $a > 0$  при любых значениях параметров системы. Поэтому, если  $b > a^2$ , то корни  $(\omega^2)_{1,2}$  (15) – комплексные, сопряженные, и движение представляет собой колебания с возрастающими амплитудами. В этом случае плоскую форму равновесия ленточной пилы следует признать неустойчивой.

Если  $b < 0$ , один из корней  $(\omega^2)_{1,2}$  получается отрицательным, и движение представляет собой аperiodический уход из положения равновесия. В этом случае плоскую форму равновесия

ленточной пилы следует признать также неустойчивой.

Если  $0 < b < a^2$ , то корни  $(\omega^2)_{1,2}$  – вещественные, положительные, и движение представляет собой колебания с постоянной амплитудой. В этом случае плоская форма равновесия ленточной пилы является устойчивой.

Таким образом, критическим состояниям ленточной пилы соответствуют два равенства

$$a^2 - b = 0 \text{ и } b = 0. \quad (17)$$

Подставляя (10) в (14), а (14) в (17) получаем два условия критических состояний.

$$\left( \frac{L^2 a^2}{\pi^4} + \rho^2 \frac{2L^2}{\pi} \cdot 0,00254 \right) P^2 + \frac{1}{\pi^2} \left( \frac{GJ_k}{2} \right)^2 - \frac{\rho^2}{2\pi L} \left( EJ_{y1} \frac{\pi^2}{8L} + N \frac{L}{2} \right) GJ_k + \frac{\rho^4}{4L^2} \left( EJ_{y1} \frac{\pi^2}{8L} + N \frac{L}{2} \right)^2 = 0, \quad (18)$$

$$\frac{1}{2} \left( EJ_{y1} \frac{\pi^2}{8L} + N \frac{L}{2} \right) GJ_k - 0,00254 P^2 L^3 = 0. \quad (19)$$

Из условий (18) и (19) получаем два выражения для критической силы.

$$P_{кр1} = \sqrt{\frac{\left[ \frac{1}{2\pi} GJ_k - \frac{\rho^2}{2L} \left( EJ_{y1} \frac{\pi^2}{8L} + N \frac{L}{2} \right) \right]^2}{\frac{L^2}{\pi} \left( \frac{a^2}{\pi^3} + 0,00509 \rho^2 \right)}}, \quad (20)$$

$$P_{кр2} = \sqrt{\left( 243 \frac{EJ_{y1}}{L^4} + 98 \frac{N}{L^2} \right) GJ_k}. \quad (21)$$

Сила  $P_{кр1}$  соответствует потере устойчивости в колебательной форме с нарастающей амплитудой. Сила  $P_{кр2}$  соответствует потере устойчивости в форме аperiодического ухода из положения равновесия.

Формула (20) дает мнимое значение для критической силы при любых значениях параметров системы. Это означает, что потеря устойчивости ленточной пилы в форме колебательного движения с нарастающей амплитудой невозможна. Потеря устойчивости происходит в форме аperiодического ухода от положения равновесия, и критическая сила определяется по формуле (21).

Для реальных значений параметров системы

$$243 \frac{EJ_{y1}}{L^4} \ll 98 \frac{N}{L^2},$$

поэтому можно пользоваться приближенной формулой

$$P_{кр} = \frac{9,9}{L} \sqrt{NGJ_k}. \quad (22)$$

Для ленточной пилы с параметрами  $L = 90$  см,  $2a = 10$  см,  $S = 0,1$  см,  $G = 8 \cdot 10^4$  МПа,  $N = 0,007$  МН формула (22) дает значение критической силы  $P_{кр} = 1502$  Н.

В работе [1] приводится формула для определения величины критической силы.

$$P_{кр} = \frac{1,65Nb}{L} \left( \sqrt{2 + \frac{12C}{Nb^2}} - 1 \right), \quad (23)$$

где  $N$  – сила натяжения;

$b$  – ширина поперечного сечения;

$L$  – расстояние между осями шкивов;

$C$  – крутильная жесткость поперечного сечения.

Формула получена в предположении, что в процессе потери устойчивости сила  $P_{кр}$  направления не изменяет. При тех же параметрах ленточной пилы формула (23) дает значение критической силы  $P_{кр} = 360$  Н. Разница в 4,17 раза.

Определим максимальное напряжение в момент потери устойчивости при  $P_{кр} = 1502$  Н по формуле

$$\sigma_{\max} = \frac{P_{кр} L}{4w} + \frac{N}{A}, \quad (24)$$

где

$$w = \frac{S(2a)^2}{6}, \quad A = 2Sa. \quad (25)$$

Подставляя в (25) и (24) параметры ленточной пилы, получаем  $\sigma_{\max} = 273$  МПа, что меньше предела пропорциональности для сталей, используемых для изготовления ленточных пил.

В заключение отметим, что, на наш взгляд, формула (22) определяет величину критической силы в условиях, более приближенных к реальным условиям работы ленточной пилы, чем формула (23).

### Библиографический список

1. Прокофьев, Г.Ф. Интенсификация пиления древесины рамными и ленточными пилами / Г.Ф. Прокофьев. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 235 с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВАКУУМНОЙ СУШКИ ДЕРЕВЯННЫХ ШПАЛ В ГИДРОФОБНЫХ ЖИДКОСТЯХ

Р.Р. САФИН, доц. каф. переработки древесных материалов Казанского ГТУ, канд. техн. наук

Одним из наиболее ликвидных лесных товаров как у нас в стране, так и за рубежом в настоящее время являются пропитанные деревянные шпалы. Спрос на них стабилен и не подвержен колебаниям. Более того, в будущем прогнозируется дефицит пропитанных шпал. В настоящее время в России действуют 10 шпалопропиточных заводов, все они входят в структуру МПС и расположены преимущественно в европейской части страны. Производительность каждого из заводов составляет от 100 до 6000 тыс. м<sup>3</sup> в год. При самом скромном техническом оснащении процесса пропитки данные предприятия занимают огромные территории вследствие использования в технологической цепи естественной атмосферной сушки шпал-заготовок.

Размещение таких крупных предприятий приводит к удорожанию готового продукта и ухудшению экологической ситуации в регионе. Кроме того, возникает ряд сложностей в обеспечении заводов сырьем и материалами. Мировая практика, в частности Финляндии, показала большую эффективность малых заводов с производительностью от 10 до 30 тыс. м<sup>3</sup> в год.

В то же время известная технология сушки древесины в жидкостях до сих пор остается недостаточно востребованной вследствие отсутствия должного технического обеспечения и рациональных технологических режимов ведения процесса. Кроме того, в качестве недостатка существующей технологии в литературе

отмечается низкое качество сушки, обусловленное значительным перепадом влажности по толщине и действием высоких температур, поскольку основным видом влагопереноса в материале является молярное перемещение пара под действием градиента избыточного давления. По традиционной технологии давление над пиломатериалом складывается из суммы барометрического давления и давления столба гидрофобной жидкости.

В связи с этим на кафедре переработки древесных материалов Казанского государственного технологического университета были проведены исследования вакуумной сушки-пропитки древесины в жидких средах. По данной технологии [1] сушильным агентом является пропитывающий состав, над поверхностью которого в процессе сушки создается разрежение, поэтому удаление влаги из материала происходит под действием молярного переноса, которое возможно при температуре выше точки кипения воды при давлении столба пропитывающей жидкости. Такая схема ведения процесса позволяет снизить температуру среды и тем самым предотвратить изменение физико-механических свойств древесины, вызванных продолжительным действием повышенных температур. Кроме того, мягкие температурные режимы позволяют избежать возникновения значительного градиента температуры, а значит и перепада влажности по сечению древесины.

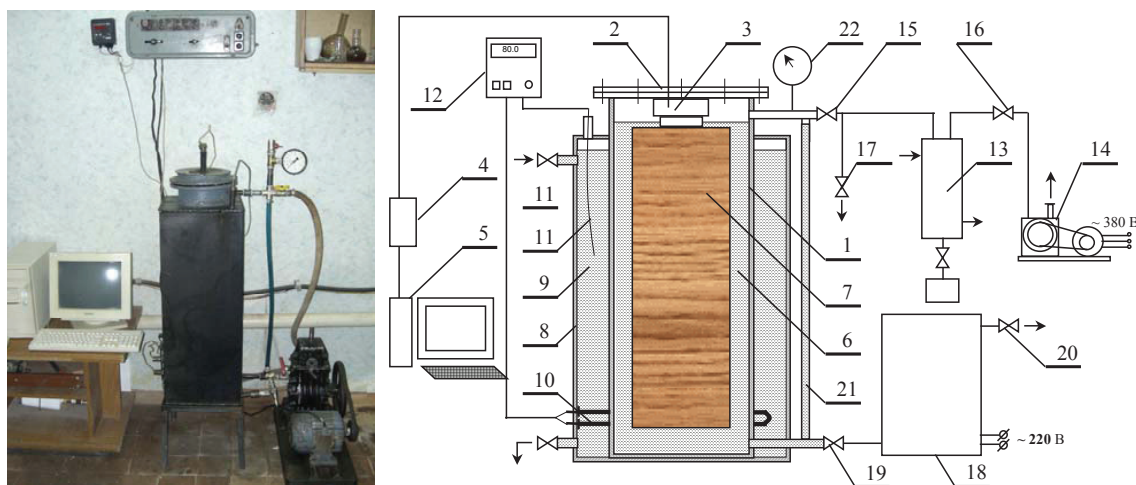


Рис. 1. Установка для исследования кинетики совмещенной вакуумной сушки-пропитки пиломатериала

Для проведения исследований была создана экспериментальная установка, представленная на рис. 1, которая состоит из вакуумной камеры 1 с крышкой 2, с внутренней стороны которой смонтирован электронный датчик веса 3. Сигнал от датчика 3 преобразуется АЦП 4 и поступает в ЭВМ 5 для записи и дальнейшей обработки.

Вакуумная камера 1 заполнена гидрофобной жидкостью 6 с погруженным в нее исследуемым образцом 7. Камера 1 снабжена рубашкой 8, теплоноситель 9 которой получает тепловую энергию от трубчатого электронагревателя 10. Температура теплоносителя 9 контролируется с помощью погруженной в него терморпары 11 и электронного регулятора ТРМ ОВЕН1 (поз. 12). Внутренняя полость камеры 1 сообщается с линией вакуумирования, состоящей из конденсатора 13 со стеклянным мерным сборником конденсата и вакуум-насоса 14, – через вентили 15 и 16, а также с атмосферой – через вентиль 17 и с емкостью 18 для хранения гидрофобной жидкости 6 – через вентиль 19. Емкость 18 снабжена электрической системой обогрева для предварительного прогрева гидрофобной жидкости, а внутренняя полость емкости сообщается с атмосферой через вентиль 20. Для определения уровня гидрофобной жидкости в камере 1 используется мерная трубка 21. Давление разрежения в полости аппарата контролируется с помощью манометра 22.

Методика проведения исследований на представленной установке состоит из трех этапов: подготовки исследуемых образцов, проведения экспериментов и компьютерной обработки полученных результатов.

Подготовка исследуемых образцов предполагает выбор крупномерного сортамента и определение его начальной массы, объема и влажности. В экспериментах по изучению совмещенной сушки-пропитки древесины используются образцы длиной 1 м, выпиленные из промышленных шпал-заготовок или оцилиндрованных бревен. Из оставшейся части заготовки выпиляются два среза: один – для определения среднего влагосодержания, второй – для дальнейшего определения позонной влажности. По среднему влагосодержанию древесины определяется теоретическое значение массы всей влаги, содержащейся в исследуемом образце. Для определения начальной массы образец взвешивается на

электронных весах с точностью 1 г. Объем исследуемого образца определяется с помощью замеров штангенциркулем и служит для нахождения объема вытесненной жидкости.

Подготовленный таким образом к проведению экспериментальных исследований образец помещается в вакуумную камеру 1, после герметизации которой с помощью крышки 2 в работу включается вакуумный насос 14. При открытых вентилях 15, 16, 19 и 20 и закрытом 17 начинается создание вакуума в аппарате и заполнение его предварительно нагретой гидрофобной жидкостью из емкости 18.

После подъема уровня жидкости до определенного значения, контролируемого с помощью мерной трубки 21, подача агента сушки в камеру 1 прекращается, для чего перекрывается вентиль 19. Давление в камере 1 понижается до создания максимально возможного разрежения, определяемого техническими характеристиками вакуумного насоса 14, после чего перекрывается вентиль 16 и производится выключение вакуум-насоса 14. Поскольку в аппарате отсутствуют неконденсирующиеся газы, дальнейшее поддержание давления в камере 1 на заданном значении осуществляется с помощью конденсатора 13.

Погруженный в гидрофобную жидкость исследуемый образец под действием силы Архимеда оказывает давление на смонтированный на крышке электронный датчик 3. В процессе сушки влажной древесины ее плотность снижается, в результате чего возрастает подъемная сила, действующая на шпалу. Регистрируя изменение результирующей силы, возможно определить изменение средней плотности исследуемого образца в процессе проведения эксперимента. Средняя плотность образца может быть определена по формуле

$$\bar{\rho}_m = \frac{F_{рез} - g \cdot V \cdot \rho_{ж}}{g \cdot V} \quad (1)$$

В процессе проведения эксперимента фиксируется изменение уровня гидрофобной жидкости в камере 1 с помощью мерной трубки 21. Изменение объема гидрофобной жидкости в аппарате за вычетом объема данной жидкости, удаленной системой вакуумирования и собранной в мерном сборнике конденсатора 13, характеризует количество жидкости, ушедшей на пропитку древесины.

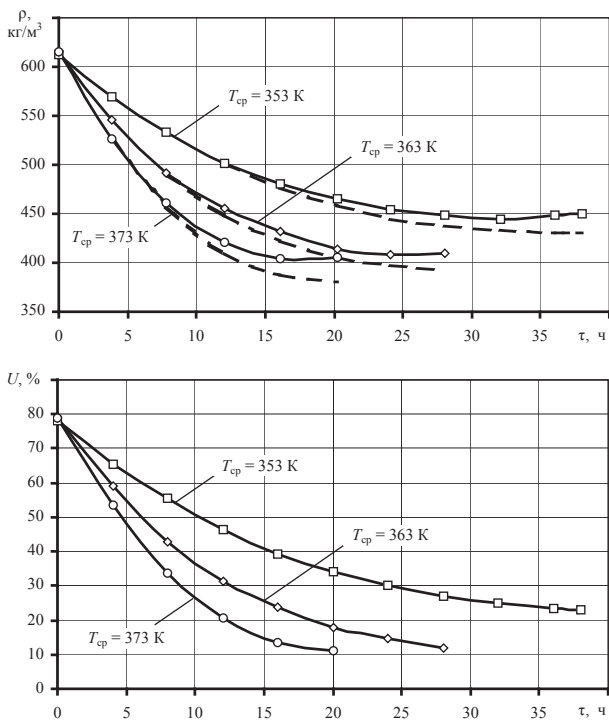


Рис. 2. Кинетические кривые изменения плотности и средней влажности сосновой доски в процессе сушки в жидкостях

Продолжительность процесса сушки в предложенном аппарате лимитируется массой образовавшегося конденсата, приблизительно равной теоретическому значению массы влаги в образце перед началом эксперимента. После окончания сушки в зависимости от плана эксперимент заканчивается или начинается процесс пропитки путем отключения нагревательных элементов 10 и охлаждения всей конструкции. Для этого из рубашки 8 сливается теплоноситель 9 и подается хладагент. Открытием вентиля 17 над поверхностью гидрофобной жидкости создается атмосферное давление. При охлаждении древесины давление в полостях клеток снижается отчасти за счет собственно температурного эффекта, а главным образом за счет конденсации водяного пара. В результате образовавшегося перепада давлений жидкость проникает в древесину. Продолжитель-

ность данной стадии эксперимента определяется снижением скорости роста плотности образца.

После окончания эксперимента образец подвергается детальному исследованию, при котором определяются конечные влажность, масса и объем, а также плотность образца в непропитанной части с целью точного определения массы жидкости, пропитавшей древесину.

Результаты проведенных исследований представлены в виде графических зависимостей на рис. 2, где сплошными линиями изображены изменения средних плотностей и влажностей древесины в процессе сушки-пропитки, а штриховыми линиями показаны значения средней плотности, теоретически соответствующие текущей влажности материала. Расхождение между текущей плотностью, полученной по формуле (1), и теоретической, соответствующей текущей влажности, характеризует начало процесса пропитки древесины гидрофобной жидкостью. Анализ данных кривых позволяет сделать вывод о том, что процесс пропитки древесины при высоких температурах агента сушки начинается при более низкой средней влажности материала, что может объясняться большим фильтрационным переносом свободной влаги древесины, препятствующим проникновению гидрофобной жидкости. При удалении связанной влаги, когда интенсивного молярного переноса не наблюдается, интенсивность пропитки древесины растет: кривая плотности образца начинает расти, после чего наблюдается стабилизация значения плотности. Снижение температуры среды в этот период при одновременном повышении давления в аппарате до атмосферного приводит к интенсификации процесса пропитки вследствие конденсации водяных паров в поверхностных зонах древесины и созданию разрежения в полостях клеток.

#### Библиографический список

1. Расев, А.И. Сушка древесины: учеб. пособие. изд. 4-е / А.И. Расев. – М.: МГУЛ, 2000. – 228 с.



## РАСЧЕТ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПАНЕЛЬНЫХ ДОМОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.И. ЗАПРУДНОВ, зав. каф. геодезии и строительного дела МГУЛ, проф., докт. техн. наук

Методика расчета элементов деревянных домов разработана в развитие требований главы СНиП II-25-95 по проектированию деревянных конструкций и учитывает специфические особенности работы панельных конструкций и других несущих элементов деревянных домов с применением комбинированных балок, древесных плит и других материалов на силовые воздействия. Под силовыми воздействиями подразумевается не только непосредственное действие нагрузок, но и изменения температуры и влажности конструкций.

Гибкость панелей стен ( $\lambda$ ) в вертикальной плоскости, работающих на сжатие, не должна превышать величин: 120 – для несущих, 150 – для не несущих, 200 – для перегородок.

Предельные прогибы ( $f_{пр}$ ) конструкций, работающих на изгиб, не должны превышать: 1/300 – для ферм, 1/200 – для стропильных ног, 1/250 – для панельных перекрытий. Прогибы панелей стен допускается не проверять.

Панели с каркасом из комбинированных балок и комбинированные балки должны рассчитываться на влажностные воздействия. Влажностные напряжения и деформации возникают в результате различия в физико-механических свойствах материалов поясов из древесины и материалов стенок. В расчетах коэффициенты влажностного расширения ( $\beta$ ) на 1 % влажности должны приниматься следующими: 0,00018 – для древесины вдоль волокон; 0,00245 – для древесины поперек волокон; 0,00028 – для фанеры вдоль волокон наружных слоев шпона; 0,00027 – для древесноволокнистых плит сухого способа производства (ДВПс).

Несущие элементы конструкции деревянных домов должны удовлетворять в течение всего расчетного срока службы, а также при их монтаже условиям расчета по двум группам предельных состояний: *первая группа* – по потере несущей способности; *вторая группа* – по достижении допустимых деформаций.

Расчетом по первой группе предельных состояний следует проверять все несущие конструкции дома, их элементы и стыковые соединения для предотвращения разрушений под воздействием силовых нагрузок в процессе транспортирования, строительства и эксплуатации дома в течение расчетного срока.

Расчетом по второй группе предельных состояний следует проверять перекрытия, стропила и другие изгибаемые элементы, а также стены для ограничения взаимных смещений при действии вертикальных нагрузок и других воздействий.

**Расчет панелей перекрытий.** Расчет панелей перекрытий с каркасом из комбинированных балок (рис. 1) и обшивками из древесных плит или фанеры производится в следующем порядке.

Определяется приведенная ширина обшивки

$$b_{пр} = k_{и} b, \quad (1)$$

где  $b$  – ширина обшивки;

$k_{и}$  – коэффициент неравномерности распределения напряжений по ширине конструкции при изгибе

$$k_{и} = \frac{5(\pi a)^2 + 16l^2}{12(\pi a)^2 + 16l^2}, \quad (2)$$

где  $a$  – расстояние между продольными ребрами;

$l$  – длина конструкции,  $\pi = 3,142$ .

Определяется приведенный статический момент сечения относительно нижней плоскости I – I (рис. 1)

$$S_{пр} = \Sigma(S_{д} + K_{пр} S_{обш}), \quad (3)$$

где  $S_{д}$  и  $S_{обш}$  – статические моменты сечения элементов из древесины и древесных плит;

$K_{пр}$  – коэффициент приведения материалов.

Определяется как отношение модулей упругости материала древесных плит или фанеры ( $E_{обш}$ ) и древесины ( $E_{д}$ ), т.е.

$$K_{пр} = E_{обш} / E_{д}. \quad (4)$$

Определяется приведенная площадь сечения панели

$$F_{пр} = \Sigma(F_{д} + K_{пр} F_{обш}), \quad (5)$$

где  $F_{д}$  и  $F_{обш}$  – площади поперечного сечения элементов из древесины и древесных плит.

Определяется положение нейтральной оси сечения

$$y_1 = S_{пр} / F_{пр}; y_2 = h - y_1. \quad (6)$$

Приведенный момент инерции сечения панели относительно нейтральной оси 0 – 0 (рис. 1)

$$I_{пр} = \Sigma[(I_{д} + K_{пр} I_{обш}) + I_{др}^{c.o} + I_{обш}^{c.o}], \quad (7)$$

где  $(I_{д} + K_{пр} I_{обш})$  – момент инерции элементов из древесины и древесных плит относительно нейтральной оси 0 – 0;

$I_{др}^{c.o}$ ,  $I_{обш}^{c.o}$  – то же, но относительно собственных осей.

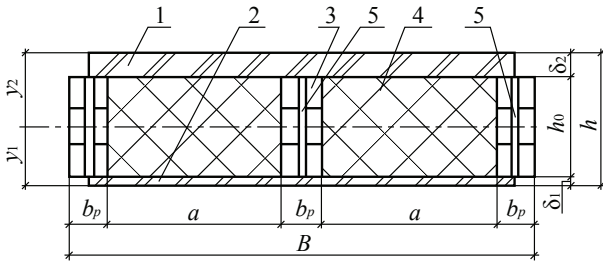


Рис. 1. Поперечное сечение панели с каркасом из комбинированных балок и обшивками из древесных плит: 1 – обшивка из ДСП, 2 – обшивка из ДВПс, 3 – продольные ребра из комбинированных балок, 4 – утеплитель из минераловатных плит или пенопласта, 5 – стенки балок из фанеры или ДВПс

Собственные моменты инерции обшивок  $I_{обш}^{с.о}$  допускается не учитывать как относительно малые величины.

Проверяется прочность панели по нормальным напряжениям:

*а) растянутой обшивки*

$$(M y_1 / I_{пр}) \leq R_{р.обш} m_{обш}, \quad (8)$$

где  $M$  – расчетный изгибающий момент. Определяется по СНиП II-6-84 и схемы воздействия нагрузок исходя из конструкции здания;

$R_{р.обш}$  – расчетное сопротивление растяжению обшивки;

$m_{обш}$  – коэффициент, учитывающий прочность соединения обшивок из древесных плит. Определяется из отношения прочностей сращенной обшивки ( $\sigma_{ср}$ ) к цельной ( $\sigma$ ) при растяжении, т.е.

$$m_{обш} = \sigma_{ср} / \sigma = 0,6; \quad (9)$$

*б) сжатой обшивки*

$$(M y_2 / I_{пр}) \leq R_{с.обш}, \quad (10)$$

где  $R_{с.обш}$  – расчетное сопротивление сжатию обшивки.

Устойчивость сжатой обшивки из древесных плит проверяется по формулам

$$(M y_2 / \varphi_{обш} I_{пр}) \leq R_{с.обш}, \quad (11)$$

где  $\varphi_{обш}$  – коэффициент продольного изгиба, определяется из выражений:

для ДВПс и ДСП

$$\varphi_{обш} = 720 / \lambda^2 \text{ при } \lambda = a / \delta > 38; \quad (12)$$

$$\varphi_{обш} = 1 - (\lambda^2 / 2900) \text{ при } \lambda = a / \delta \leq 38; \quad (13)$$

для ЦСП

$$\varphi_{обш} = 1800 / \lambda^2 \text{ при } \lambda = a / \delta > 60; \quad (14)$$

$$\varphi_{обш} = 1 - (\lambda^2 / 7300) \text{ при } \lambda = a / \delta \leq 60; \quad (15)$$

для МДП

$$\varphi_{обш} = 1500 / \lambda^2 \text{ при } \lambda = a / \delta > 55; \quad (16)$$

$$\varphi_{обш} = 1 - (\lambda^2 / 6000) \text{ при } \lambda = a / \delta \leq 55. \quad (17)$$

Проверяются обшивки на скалывание в соединениях с ребрами каркаса по формуле

$$(QS / I_{пр} nd) \leq R_{ск}, \quad (18)$$

где  $Q$  – расчетная поперечная сила;

$S$  – статический момент сдвигаемой части приведенного сечения относительно нейтральной оси 0 – 0;

$R_{ск}$  – расчетное сопротивление скалыванию по материалу обшивки;

$n$  – количество ребер;

$d$  – толщина ребра.

Проверяется прогиб панели на действие нормативных нагрузок ( $q_n$ ) по условию

$$f \leq f_{пред}, \quad (19)$$

где  $f$  – прогиб панели, определяемый по формулам:

для равномерно распределенной нагрузки

$$f = \frac{5q_n \cdot l^4}{384 \cdot 0,6E_d \cdot I_{пр}}, \quad (20)$$

где  $0,6E_d I_{пр}$  – жесткость сечения с обшивками из древесных плит (ДСП, ДВПс, ЦСП, МДП);

для линейной нагрузки, распределенной по ширине панели

$$f = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E_{др} \cdot I_{пр}} \cdot \left( \frac{3x^3}{l} - \frac{4x^3}{l^3} \right), \quad (21)$$

где  $x$  – расстояние от опоры до точки приложения силы  $P$ ;

$f$  – предельный прогиб, принимаемый по СНиП II-25-95.

Расчет панельных конструкций на податливых связях выполняется аналогично расчету клееных панелей с тем различием, что при проверке на прочность по нормальным напряжениям и деформациям моменты сопротивления и инерции на податливых связях поперечного сечения следует принимать с учетом коэффициентов податливости соединений ( $K_w, K_j$ ), представленных в таблице.

**Расчет на сжатие панелей стен.** Особенностью работы панелей стен с обшивками из древесных плит (рис. 2) является то обстоятельство, что основную нагрузку несет деревянный каркас, а обшивки придают жесткость всей конструкции и совместно с деревянным каркасом воспринимают часть общей нагрузки.

Расчет панелей стен на центральное и внецентренное сжатие выполняется в соответствии с главами СНиП II-25-95 и СНиП II-6-84. Панели внутренних стен и перегородок рекомендуется рассчитывать на центральное, а панели наружных стен – внецентренное сжатие.

Расчет клееных панелей следует производить в следующем порядке.

Определяется приведенная ширина обшивки (22).

Коэффициенты податливости соединений ( $K_w$  и  $K_j$ )

Обозначение коэффициентов	Расстояние между ребрами, мм	Длина панели, мм	Значения коэффициентов $K_w$ и $K_j$ для расчета панелей на податливых связях с обшивками из древесных плит ДВПс, ДСПк, ДСПф, ЦСП, МДП
$K_w$	400	2500	0,58
		3600	0,64
		4800	0,70
	600	2500	0,53
		3600	0,60
		4800	0,66
$K_j$	400	2500	0,50
		3600	0,58
		4800	0,65
	600	2500	0,45
		3600	0,53
		4800	0,60

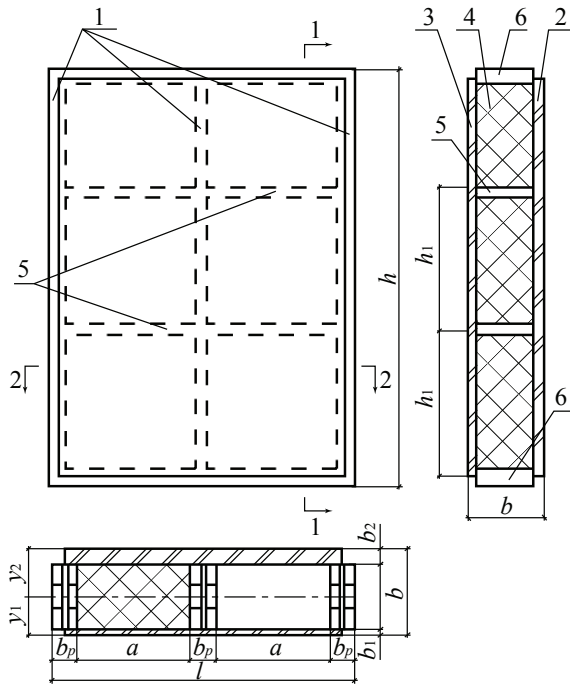


Рис. 2. Общий вид и поперечное сечение стеновой панели с каркасом из комбинированных балок и обшивками из древесных плит: 1 – продольные стойки каркаса из комбинированных балок, 2 – наружная обшивка из древесных плит, 3 – внутренняя обшивка из древесных плит, 4 – утеплитель, 5 – ребра жесткости, 6 – обвязка (нижняя и верхняя)

$$b_{пр} = K_c b, \quad (22)$$

где  $K_c$  – коэффициент неравномерности распределения напряжений по ширине конструкции при сжатии, определяется по формуле

$$K_c = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{4l^2}{8l^2 + S_{21}^2 \pi^2 a^2} \right), \quad (23)$$

где  $a$  – расстояние между продольными ребрами;  $l$  – длина (высота) конструкции.

$$S = \sqrt{1 + \frac{\beta l}{3,14}}; \quad \beta = \sqrt{\frac{P}{D}}; \quad D = \frac{E \delta^3}{12(1 - \mu^2)}, \quad (24)$$

$P$  – расчетная нагрузка на конструкцию;

$\delta$  – толщина обшивки;

$E$  – модуль упругости обшивки.

Приведенные значения статического момента, площади поперечного сечения, положение нейтральной оси и момента инерции определяются в соответствии с формулами (3), (5), (6) и (7).

Проверка прочности конструкции при внецентренном сжатии производится по формуле  $(N / F_{пр}) \leq R_c$ , (25) где  $N$  – расчетное продольное усилие.

Проверка конструкции на устойчивость выполняется по формуле

$$\frac{\pi^2 E_{др} \cdot h^2}{3(1 - \mu^2) \cdot b_{пр}^2} \leq R_c, \quad (26)$$

где  $h$  – толщина панели;

$E_{др}$  – модуль упругости древесины;

$R_c$  – расчетное сопротивление древесины сжатию;

$\mu$  – коэффициент поперечной деформативности (Пуассона).

Проверка прочности конструкции при внецентренном сжатии производится по формуле

$$\frac{N}{F_{пр}} + \frac{N \cdot e}{\xi \cdot W_{пр}} \leq R_c; \quad (27)$$

где  $e$  – величина эксцентриситета;

$W$  – приведенный момент сопротивления сечения конструкции, определяется по формуле

$$W_{пр} = I_{пр} / y_{max}, \quad (28)$$

где  $\xi$  – коэффициент, учитывающий влияние дополнительного момента от действия продольной силы, определяется из выражения

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N}{1300 \cdot R_c \cdot F_{пр}}; \quad \lambda = \frac{h}{b}. \quad (29)$$

Расчёт на сжатие панелей на податливых связях, у которых обшивки соединяются с помощью гвоздей или скоб, рассчитываются аналогично расчету клееных панелей на прочность и устойчивость с учетом податливости соединений путем введения коэффициента податливости (таблица).

## КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

О.В. ШВАБ, ассистент каф. бух. учета, анализа и аудита предприятий МГУЛ

Общий объем производства лесобумажной продукции в России за 2005 г. оценивался в 15 млрд долл. США. Индекс производства лесобумажной продукции в 2005 г. по отношению к 2004 г. составил 104,2 %. Анализ финансового положения лесопромышленных предприятий показывает, что рентабельность в лесопромышленном комплексе за анализируемый период постоянно снижалась и по оценкам Минпромэнерго России в 2005 г. она составила 6,9 % против 7,8 % в 2004 г.

Конкурентоспособность продукции ЛПК на мировом рынке поддерживается в основном низкими ценами на сырье и рабочую силу, т.е. преимуществами первого порядка, основным недостатком которых является их малая устойчивость, неспособность обеспечить преимущество в конкуренции на длительную перспективу.

Анализ конкурентоспособности лесопромышленной продукции рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

- установить перечень показателей конкурентоспособности продукции;
- выбрать нормативные значения показателей конкурентоспособности продукции;
- установить весомость показателей конкурентоспособности продукции, исходя из их важности и стоимости;
- собрать и обработать исходную информацию о показателях конкурентоспособности продукции (приоритетного конкурента и анализируемого);
- построить многоугольник конкурентоспособности продукции: наружный круг – нормативы, увеличенные на 20 % (на случай превышения норматива), внутренние точки на радиальных

лучах – приведенные значения показателей конкурентоспособности продукции.

Повышение конкурентного статуса на основе преимуществ первого порядка для лесопромышленного комплекса дополнительно ограничено. Высокая материалоемкость промышленной продукции является следствием увеличения доли транспортных затрат в цене. При среднем уровне в 16 % по отдельным группам товаров транспортная составляющая колеблется от 30 до 50 % (сырье и строительные материалы). При перевозке отдельных партий лесных товаров, а также тяжеловесного крупногабаритного оборудования на дальние расстояния транспортные затраты могут превысить цену как этого оборудования, так и лесных товаров.

Взаимосвязи различных критериев на каждом уровне системы управления выявлены с помощью системы графов.

Для исследования взаимозависимостей критериев соответствия определен ряд таксономий, отображающий переход от постановки задачи к набору показателей в зависимости от уровня системы управления, целей, функций и методов принятия решений. Матрица, образуемая осью  $X$  (уровни управления) и осью  $Y$  (конкурентный статус организации (КСО)), представлена следующим образом (таблица).

Каждое значение матрицы  $XU$  представляет задачу управления, определяемую уровнем системы управления и соответствующим КСО. По мере достижения определенной задачи управления по функциям трансформируются и определяются матрицей, образуемой осями  $X$  (функции) и  $Z$  (цели).

Т а б л и ц а

**Матрица  $XU$  – конкурентный статус организации – уровни управления**

КСО	Уровни управления	Высший	Средний	Низший
		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
Уровень издержек	$X_1$	$X_1 Y_1$	$X_1 Y_2$	$X_1 Y_3$
Прогнозирование	$X_2$	$X_2 Y_1$	$X_2 Y_2$	$X_2 Y_3$
Финансовое положение	$X_3$	$X_3 Y_1$	$X_3 Y_2$	$X_3 Y_3$
Организация ВЭД	$X_4$	$X_4 Y_1$	$X_4 Y_2$	$X_4 Y_3$
Маркетинг	$X_5$	$X_5 Y_1$	$X_5 Y_2$	$X_5 Y_3$
Инновационный потенциал	$X_6$	$X_6 Y_1$	$X_6 Y_2$	$X_6 Y_3$
Надежность сбыта	$X_7$	$X_7 Y_1$	$X_7 Y_2$	$X_7 Y_3$
Качество системы	$X_8$	$X_8 Y_1$	$X_8 Y_2$	$X_8 Y_3$

До правительственных реформ выбор формы организации производства не зависел от точки зрения специалистов предприятия. Трансформация типа предприятия в процессе функционирования и реорганизации, как правило, не подвергалась предварительному технико-экономическому обоснованию в централизованном порядке.

Конкурентная борьба среди лесопромышленных предприятий в настоящее время имеет спонтанный, либо «латентный» характер. Между леспромпхозами, как правило, не существует резких разногласий относительно рынков сбыта. Фактически не наблюдалось случаев поглощения одного лесозаготовительного предприятия другим, приводящих к наращиванию объемов вывозки древесины у «лидера». Анализ данных о работе наиболее развитых лесопромышленных предприятий ЛПК подтверждает тенденцию повсеместного падения объема вывозки древесины. Одновременно несколько предприятий отрасли обанкротились.

Для повышения конкурентоспособности предприятие должно постоянно, оперативно и глубоко изучать рыночную конъюнктуру, получать и анализировать информацию о состоянии и динамике спроса, предложения, цене, ассортименте и качестве реализуемых товаров, конкурентов и др. Наряду с информацией по состоянию и изменению рыночной конъюнктуры предприятиям необходимо постоянно и оперативно получать информацию о других субъектах и воздействии внешней среды, которая является основным источником риска и неопределенности функционирования организаций.

Необходимо создание организационной основы для формирования информационной инфраструктуры как для внутриотраслевых целей лесопромышленного комплекса (ЛПК), так и международного делового сотрудничества с целью переориентации отраслей лесопромышленного комплекса с сырьевой направленности экспорта на конечную продукцию.

Для этого требуется:

- разработка маркетинговой карты и карты конкурентоспособности, включающей: производителей, номенклатуру производимой и реализуемой продукции, базы оптовой и розничной торговли, динамику цен, рекламации и другие конъюнктурные данные;

- организация и проведение индикативного планирования и прогнозирования развития

внутрироссийского и международного рынка товаров ЛПК;

- разработка стратегии независимой экспертизы проектов и программ, требующих государственной поддержки по ЛПК.

При оценке конкурентоспособности, демонстрируемой фирмами, отдельными предпринимателями, необходимо учитывать следующее: удалось ли им добиться высокой прибыли без ухудшения макроэкономической ситуации; нацелена ли конкурентная деятельность по сравнению с максимизацией прибыли на реализацию нужд потребителей. Для этого необходима оценка эффективности функционирования системы качества, проводимая раз в полгода, но не реже одного раза в год.

Обработанные и систематизированные данные анализируют и намечают мероприятия по совершенствованию системы. По значениям коэффициентов определяют ее работоспособность в целом и отдельных функций управления качеством. На основе анализа выявляют причины слабого функционирования отдельных составляющих. Например, недостаточно полно разработанная документация; низкая степень использования нормативных документов различными подразделениями; слабое использование принципов механизма управления и специальных функций управления конкурентоспособности.

Коэффициент эффективности системы может быть использован для:

- оценки работоспособности системы в целом и ее элементов;
- выявления слабо работающих функций системы;
- анализа и принятия конкретных мер по совершенствованию системы;
- разработки плана организационно-технических мероприятий по обеспечению конкурентоспособности и качества на год;
- распределения функциональных обязанностей, прав и повышения ответственности за качество лесопромышленного комплекса между руководителями, специалистами и подразделениями.

Для совершенствования механизма обеспечения конкурентоспособности и принятия грамотных стратегических решений по выпуску ДВП, ДСП, МДФ, пиломатериалов в объеме величины спроса целесообразно использовать модель

прогнозирования спроса с помощью логистической функции, которая базируется на результатах надежных маркетинговых исследований.

### Библиографический список

1. Бурдин, Н.А. Лесопромышленный комплекс: Состояние, проблемы, перспективы / Н.А. Бурдин и др. – М.: МГУЛ. 2001. – 473 с.
2. Бутко, Г.П. Стратегия обеспечения конкурентоспособности предприятий лесного комплекса: монография / Г.П. Бутко. – Екатеринбург: УГЛТА, 1999. – 227 с.
3. Бутко, Г.П. Стратегия управления конкурентоспособностью предприятий лесопромышленного комплекса региона: монография / Г.П. Бутко. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 200 с.
4. Кныш, М.И. Конкурентные стратегии / М.И. Кныш. – СПб., 2006. – 237 с.

## ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИЙСКИХ ЛЕСНЫХ УГЛЕРОДНЫХ СЕРТИФИКАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЛЕСНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

Ю.В. КУЗМИНЫХ, доц. каф. экономики и управления лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов СПбГЛТА, канд. экон. наук,

А.А. МОИСЕЕВ, ассистент каф. математических методов и моделирования в экономике и управлении СПбГЛТА

В феврале 2005 г. вступил в силу Киотский протокол к Рамочной конвенции об изменении климата, который закрепил количественные обязательства развитых стран и стран с переходной экономикой по ограничению и сокращению выбросов парниковых газов. В целом в течение первого зачетного периода (2008–2012) выбросы парниковых газов должны быть сокращены как минимум на 5,2 % по сравнению с базовым годом, в качестве которого выбран 1990 г. [1]. Согласно Протоколу Россия взяла на себя обязательства по стабилизации уровня выбросов углекислого и других парниковых газов на уровне 1990 г.

Положения Протокола предусматривают возможность выполнения обязательств по ограничению и сокращению выбросов парниковых газов не только путем реализации прямых технологических мероприятий по снижению выбросов в атмосферу, но и за счет увеличения поглощения углерода наземными экосистемами, прежде всего лесными.

Согласно международным соглашениям одним из видов деятельности, обеспечивающей сток углерода, который может быть зачтен в счет выполнения обязательств Киотского протокола, является *управление лесным хозяйством* – «система деятельности по рациональному управлению и пользованию лесами в целях выполнения соответствующих экологических (включая биологическое разнообразие), экономических и социальных функций леса устойчивым образом» [2].

Совершенствование управления существующими лесными ресурсами как «углеродными резервуарами», на наш взгляд, должно включать реализацию таких принципов лесного менедж-

мента и лесной политики, которые позволят увеличить способность лесов к поглощению и хранению углерода. На практике этого можно достичь при осуществлении следующих мероприятий:

- проведение лесохозяйственных работ, направленных на повышение продуктивности древостоев и обеспечение их сохранности на участках лесного фонда;
- изменение организации рубок главного пользования путем перехода от сплошных к постепенным и выборочным рубкам, а также увеличения возраста рубки.

Создание дополнительного количества углерода в лесных экосистемах в результате изменения системы управления лесным хозяйством редко принимается в расчет при рассмотрении проблемы увеличения углеродного потенциала лесов. С нашей точки зрения, это направление является более перспективным для России при выходе на международный углеродный рынок, основы которого заложены Киотским протоколом.

Киотский протокол предусматривает использование рыночного подхода для обеспечения наиболее эффективного и менее дорогостоящего варианта достижения установленного уровня квот (обязательств) посредством реализации механизмов международной кооперации. Эти механизмы, получившие название «механизмов гибкости Киотского протокола», которые подразумевают выбор места и средств сокращения и поглощения парниковых газов, включают механизмы:

- совместного осуществления;
- чистого развития;
- торговли квотами.

*Механизм совместного осуществления* предполагает сотрудничество развитых стран и стран, осуществляющих переход к рыночной экономике, в реализации совместных проектов по снижению выбросов парниковых газов в атмосферу и увеличению стока углерода в наземные экосистемы на территории одной из стран с последующим делением полученного эффекта. Аналогичный механизм, предполагающий реализацию проектов на территории развивающихся стран, носит название *механизм чистого развития*.

Третьим экономическим механизмом международной кооперации, направленным на сокращение выбросов парниковых газов, является *торговля квотами (разрешениями) на выбросы*. Если страна не расходует свою квоту полностью, то она может продать часть квоты другой стране.

Лесной сектор России может принять активное участие в процессах международного сотрудничества по регулированию концентрации углерода в атмосфере и найти свою «нишу» на международном углеродном рынке. Российская сторона может предложить международным партнерам услугу по поглощению и хранению определенного объема атмосферного углерода лесами на протяжении оговоренного периода, оформленную в виде *лесного углеродного сертификата (ЛУСа)*. При этом объем ЛУСа будет определяться количеством произведенных ЛУС-единиц. Одна ЛУС-единица равна метрической тонне диоксида углерода, поглощенного лесами.

ЛУСы могут быть получены через реализацию проектов по управлению лесным хозяйством на базе так называемых «управляемых лесов». Под управляемыми лесами, согласно терминологии, используемой Межправительственной группой экспертов по изменению климата, понимаются леса, подверженные антропогенному воздействию, в первую очередь коммерческого характера, и леса, предназначенные для рекреации или защиты окружающей среды, границы которых определены.

В качестве критерия отнесения лесных участков к управляемым лесам может быть использован уровень интенсивности ведения лесохозяйственной деятельности, рассчитанный через удельные затраты (на единицу лесных земель) в лесном хозяйстве. В качестве затрат могут быть взяты либо ежегодные расходы на ведение лесного хозяйства, либо трудозатраты [3, 4].

Потенциальными продавцами ЛУСов, в основе которых будут лежать проекты по управлению лесными ресурсами, могут выступить хозяйственные субъекты, осуществляющие заготовку лесных ресурсов и их воспроизводство на условиях длительного возмездного пользования участками лесного фонда (арендаторы, концессии). При долгосрочных соглашениях по аренде (концессии) участка лесного фонда лесопользователь получает право хозяйственного управления, и у него будет возможность альтернативы в получении дохода от использования участка лесного фонда: осуществлять заготовку древесины или обеспечить сток и сохранение углерода в течение определенного времени. Арендаторы (концессионеры) будут заинтересованы в сделках с лесными углеродными сертификатами, если чистый доход от их продажи будет не меньше, чем от заготовки древесины.

ЛУСы будут востребованы на международном углеродном рынке, если цена на них будет сопоставима или ниже цен на другие виды товаров (прав на выбросы парниковых газов). Для оценки конкурентоспособности российских ЛУСов нами была рассчитана возможная цена предложения ЛУСов.

Цена предложения ЛУСов должна покрывать затраты на получение и сохранение дополнительного количества углерода на лесных участках в течение определенного времени и обеспечивать определенную норму рентабельности данного вида деятельности. Таким образом, цена предложения ЛУСов будет включать:

- расходы (потери) при переходе к несплошным рубкам;
- затраты на проведение мероприятий, обеспечивающих повышение продуктивности древостоев;
- затраты на охрану и защиту лесных насаждений;
- прибыль от реализации ЛУС-единиц.

Наиболее быстрый результат в виде дополнительно накопленного углерода, по нашему мнению, даст переход от сплошных рубок к несплошным. С нашей точки зрения, ЛУСы, полученные в результате изменения системы организации рубок главного пользования, будут наиболее перспективными в первый бюджетный период действия Киотского протокола. Поэтому методика определения цены предложения ЛУСов разработана нами для данного направления.

Методика определения цены предложения на ЛУСы при переходе к несплошным рубкам в управляемых «углеродных» лесах разработана при определенных условиях:

– Основными исполнителями проектов по управлению лесным хозяйством будут хозяйствующие субъекты, осуществляющие лесопользование и ведение лесного хозяйства на условиях долгосрочной аренды.

– В течение первого зачетного периода Киотского протокола преобладающим способом производства ЛУС-единиц при реализации проектов по управлению лесным хозяйством может стать использование постепенных и выборочных рубок при осуществлении рубок главного пользования взамен сплошнолесосечных рубок. Переход на несплошные виды рубок обеспечит постоянное функционирование лесных экосистем как «углеродного» хранилища и позволит сохранить и увеличить объем углерода на лесном участке по сравнению с обезлесением территории при проведении сплошных рубок.

– Включение в планы лесопользователей целевых проектов по управлению лесным хозяйством как основы производства ЛУСов (использование несплошных рубок главного пользования) не должно ухудшать их экономического положения.

– Независимо от видов лесопользования хозяйствующие субъекты (лесопользователи) должны полностью использовать имеющиеся у них технические средства, кадровый потенциал и ресурсы арендованного лесного участка.

– Реализация целевых проектов по управлению лесным хозяйством должна обеспечить за-

интересованность лесопользователя (арендатора лесного участка) в ведении лесохозяйственной деятельности на всем участке.

Указанные условия формирования предложения на ЛУСы данного типа выступают в качестве ограничений при определении минимальной цены предложения.

Основными методическими подходами, позволяющими решить задачу по определению цены предложения ЛУСов, являются:

1. Равенство общей прибыли хозяйствующего субъекта от двух видов деятельности: лесозаготовительного производства и «углеродной» деятельности, т.е. уровень суммарной прибыли не снижается при переходе к несплошным рубкам (рис. 1).

2. Равенство маржинальной рентабельности двух видов деятельности (рис. 2). Под маржинальной рентабельностью понимается норма доходности от дополнительной единицы затрат на осуществление каждого вида лесопользования [9].

В основе цены предложения на ЛУСы, получаемые при переходе к несплошным рубкам в управляемых «углеродных» лесах, будут лежать:

– изменение затрат на лесозаготовку при замене сплошнолесосечных рубок на несплошные виды рубок;

– изменение товарности заготавливаемых круглых лесоматериалов при замене сплошнолесосечных рубок на несплошные виды рубок.

На рис.3 представлена гипотеза изменения товарности круглых лесоматериалов в зависимости от процента выборки запаса при разных стратегиях назначения в рубку деревьев в первый прием несплошных рубок.



Рис. 1. Варианты формирования прибыли лесопользователей, осуществляющих лесозаготовку и ведение лесного хозяйства: 1 – сплошная рубка; 2, 3 – несплошные рубки при разных процентах выборки запаса; 4 – отказ от рубок главного пользования



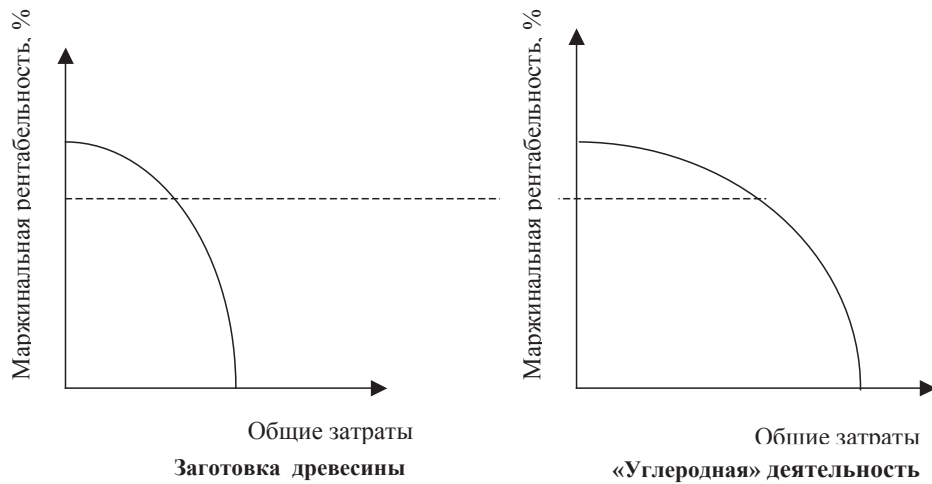


Рис. 2. Графическая иллюстрация положения о равенстве маржинальной рентабельности видов деятельности

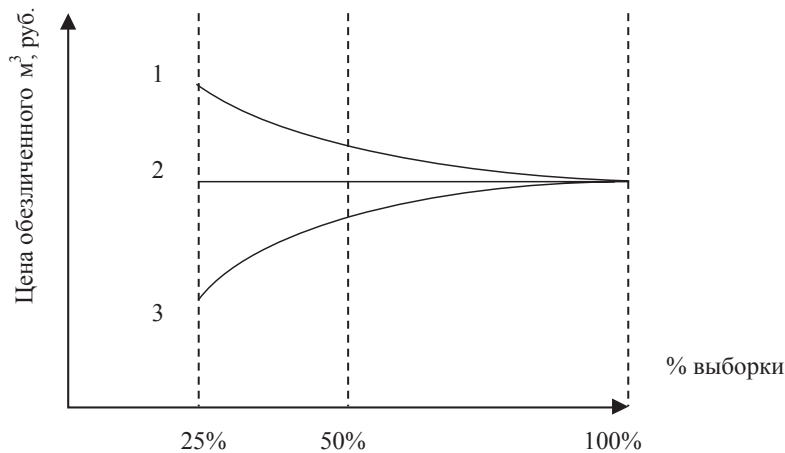


Рис. 3. Изменение товарности круглых лесоматериалов: 1–3 – стратегии назначения деревьев в первый прием несплошных рубок: 1 – выбираются наиболее крупномерные деревья; 2 – равномерно выбираются деревья в соответствии со структурой древостоя; 3 – выбираются маломерные и низкотоварные деревья

Задача по определению цены индивидуального предложения ЛУСов может быть решена на основании расчета следующей модели

$$P_{\text{пр}}^2 = \frac{(z' - c') S' / S - (z - c) p / 100}{(1 - p / 100 + \Delta)},$$

$$S = f(p); c = f(p); z = f(p),$$

где  $P_{\text{пр}}^2$  – цена индивидуального предложения ЛУСов 2 типа;

$c'$  – затраты на заготовку 1 м<sup>3</sup> при проведении сплошных рубок;

$z'$  – цена обезличенного м<sup>3</sup> при проведении сплошных рубок;

$c$  – затраты на заготовку 1 м<sup>3</sup> при проведении несплошных рубок;

$z$  – цена обезличенного м<sup>3</sup> при проведении несплошных рубок;

$S'$  – площадь сплошных рубок, заготовка древесины на которой обеспечивает заданный (запланированный) объем круглых лесоматериалов;

$S$  – площадь несплошных рубок, заготовка древесины на которой обеспечивает заданный (запланированный) объем круглых лесоматериалов;

$p$  – процент выборки древостоя;

$\Delta$  – доля прироста древостоя за период между приемами несплошной рубки в общем эксплуатационном запасе на 1 га.

Основное уравнение модели определяет зависимость цены предложения ЛУСа от условий лесопользования. Важнейшим параметром модели является процент выборки древостоя.

В основе данной модели лежит изложенный выше принцип равенства суммарной прибыли от двух видов деятельности: лесозаготовительной и «углеродной». Двухцелевое лесопользование не должно ухудшать эффективность использования ресурсов. Иными словами, доход и прибыль лесопользователя от двух видов деятельности не должны быть меньше, чем при

осуществлении только лесозаготовок сплошными рубками.

Для определения уровня цены предложения ЛУСов были проведены макетные расчеты для условий Ленинградской области с использованием соответствующей основной модели, предложенной выше. Основные параметры макета:

1. Годовой объем лесозаготовок – 100 тыс. м<sup>3</sup> при проведении сплошных рубок.
2. Эксплуатационный запас на 1 га – 200 м<sup>3</sup>.
3. Среднегодовой прирост на 1 га после проведения несплошных рубок – 3 м<sup>3</sup>.
4. Период времени между первым и вторым приемами рубки – 20 лет.
5. Система машин, выполняющих лесосечные работы – «Харвестер» + «Форвардер».
6. Рыночные цены на круглые лесоматериалы – франко-верхний склад.

Расчет цены предложения ЛУСов выполнен по трем вариантам:

- 1 – равенство суммарного дохода;
- 2 – равенство прибыли от двух видов деятельности (лесозаготовительной и «углеродной») при постоянной цене обезличенного м<sup>3</sup> заготовленной древесины (независимо от вида рубки);
- 3 – равенство прибыли от двух видов деятельности (лесозаготовительной и «углеродной») при стратегии уменьшения цены обезличенного м<sup>3</sup> заготовленной древесины при переходе к несплошным рубкам (при уменьшении процента выборки древостоя происходит снижение цены за 1 м<sup>3</sup>).

Результаты расчета цены индивидуально-го предложения ЛУСов по указанным выше вариантам приведены в табл. 1.

На основании произведенных макетных расчетов цены предложения ЛУСов можно сделать следующие выводы:

1. Уровень цены индивидуального предложения ЛУСов колеблется в интервале 93–199 руб. на 1 т CO<sub>2</sub>-эквивалента или порядка 3–7 долл. США на 1 т CO<sub>2</sub>-эквивалента.

Т а б л и ц а 1

**Цена предложения ЛУСов для условий Ленинградской области**

Процент выборки запаса	Цена, р./т CO <sub>2</sub> -эквивалента		
	Вариант макетных расчетов		
	1	2	3
100	0	0	0
50	120	120	199
35	123	150	189
20	93	139	139

2. Важнейшими факторами, влияющими на цену индивидуального предложения, являются:

- уровень рыночных цен на круглые лесоматериалы (рост цен на круглые лесоматериалы будет приводить к увеличению цены на ЛУСы);
- стратегия изъятия древостоя по структуре (заготовка крупной, средней и мелкой древесины);
- уровень индивидуальных издержек при переходе на несплошные рубки.

Учитывая «мягкий» характер обязательств России по ограничению выбросов парниковых газов в первый зачетный период (2008–2012), наиболее вероятными потенциальными покупателями российских ЛУСов могут стать представители развитых стран, ратифицировавшие Киотский протокол и приступившие к выполнению своих обязательств, предусмотренных Протоколом.

В странах Европейского Союза, Канаде, Японии и других развитых странах собственный потенциал повышения энергоэффективности экономики практически исчерпан. Расходы по снижению выбросов парниковых газов в атмосферу в развитых странах находятся на высоком уровне (табл. 2). Поэтому развитые страны будут стремиться выполнить свои обязательства наиболее экономически целесообразным путем посредством использования механизмов гибкости Киотского протокола, в том числе путем приобретения российских ЛУСов.

Выполнение «углеродных» обязательств развитыми странами путем приобретения ЛУСов может стать экономически привлекательным для потенциальных покупателей. В период 1996–2004 гг. при реализации пилотных сделок на формирующемся углеродном рынке цена прав на выбросы парниковых газов колебалась в пределах 0,6–40 долл. США за 1 т CO<sub>2</sub>-эквивалента [7, 8]. По оценкам экспертов с вступлением в силу обязательств Киотского протокола цена спроса на рынке прав на выбросы парниковых газов поднимется и будет находиться в пределах 5–50 долл. США за т CO<sub>2</sub>-эквивалента [5–8].

Т а б л и ц а 2

**Стоимость мероприятий по сокращению выбросов углекислого газа [5, 6]**

Страна	Стоимость, долл. США/т CO <sub>2</sub>
Страны ЕС	80–270
Япония	125–600
США, Канада	25–190

Как уже было сказано, цена на ЛУСы для условий Ленинградской области может составить 3–7 долл. США на 1 т CO<sub>2</sub>-эквивалента. Таким образом, представители развитых стран – сторон Киотского протокола, приобретя российские ЛУСы, смогут частично выполнить свои «углеродные» обязательства, и ЛУСы будут востребованы на международном рынке прав на выбросы парниковых газов.

Необходимо заметить, что увеличение поглощения углерода лесами посредством реализации проектов по управлению лесным хозяйством должно рассматриваться как один из вариантов снижения концентрации парниковых газов в атмосфере, а не как замена мероприятий по сокращению вредных выбросов, в первую очередь от использования ископаемых видов топлива.

Увеличение «углеродной емкости» лесов следует рассматривать как временную меру, которая может помочь предотвратить ухудшение состояния атмосферы до времени, когда экологически чистые технологии будут применяться повсеместно. «Углеродные леса» могут помочь очистить атмосферу от интенсивно накопленной эмиссии прошлых 200–250 лет. Полное восстановление атмосферы будет требовать десятилетий, а может быть, столетий сокращения эмиссии и увеличения стока и депонирования углерода в наземных экосистемах, в том числе и лесных. Успешная адаптация человечества к изменению

климата будет зависеть от его готовности и способности принять новые технологии, изменить потребительское поведение и применять соответствующие меры по смягчению последствий изменения состава атмосферы.

### Библиографический список

1. Киотский Протокол к Рамочной конференции ООН об изменении климата: Протокол ООН от 11. 12. 1997 г. // База данных «Гарант», 2003. – 20 с.
2. Доклад Конференции сторон о работе ее Седьмой сессии, состоявшейся в Марракеше 29.10 – 10.11.2001г., ч. 2: Меры, принятые Конференцией сторон. – Т. 1–3. – 294 с.
3. Ильин, В.А. Учет интенсивности лесохозяйственного производства при переводе его на новые экономические условия / В.А. Ильин, Ю.В. Кузминых // Лесное хозяйство. – 1992. – № 12. – С. 6–7.
4. Кузминых, Ю.В. Методика определения уровня интенсивности лесохозяйственного производства / Ю.В. Кузминых // Лесной журнал. 1993, № 5. – С. 105–107.
5. Последствия ратификации Киотского протокола для России. Аналитические материалы. <http://www.natcarbon.ru/ru/analytical/cons/>
6. О подготовке к ратификации Киотского протокола к рамочной конвенции ООН об изменении климата. Решение Правительства РФ от 11.04.2002 г. ПРЕСС-РЕЛИЗ № 580.
7. Рогинко, С.А. Система торговли квотами парниковых газов в корпорации «Бритиш Петролеум» / С.А. Рогинко, П.В. Машенко // Специальный выпуск журнала «Бизнес». [http:// www.norppu.ru/ru/publication/business](http://www.norppu.ru/ru/publication/business).
8. Международный рынок парниковых газов. [www.ecofinance.ru/ru/co2inforv](http://www.ecofinance.ru/ru/co2inforv).
9. David W. Klemperer. Forest resource economics and finance. USA, New York. 1996. – 551 с.

## ЭВОЛЮЦИЯ ТЕОРИИ ИНВЕСТИРОВАНИЯ

П.А. КУРЗИН, *асп. каф. менеджмента и маркетинга МГУЛ*

При анализе инвестиционных проектов базовые методы используются человеком на протяжении значительного времени. Археологи обнаружили документы с записями сложных процентов, сохранившиеся со времен существования государств Месопотамии (1800–1600 гг. до н. э.). Самые ранние рукописи, содержащие сложнопроцентные таблицы, относятся к XIV в. Примечательным является то, что первые упоминания об использовании показателя чистой текущей стоимости имеются в книге, опубликованной еще в 1582 г. Автор этой работы, голландский математик и инженер Симон Стивин, описал принципы нахождения наибольшей прибыльности из двух или более альтернативных предложений. В современной научной литературе они известны как NPV-

правило (тест Кейнса-Фишера). В эти ранние периоды применение дисконтированных показателей в обосновании инвестиционных решений сводилось лишь к оценке различного рода займов и страхованию жизни. Такая ситуация сохранялась до начала XIX в. Индустриальная революция создала необходимые условия для реализации многочисленных промышленных капиталовложений. В свою очередь, чрезвычайно высокий уровень долгосрочных инвестиций поставил многих ведущих инженеров-экономистов того периода перед проблемой объективной оценки эффективности разрабатываемых проектов. Одним из первых начал пропагандировать усложненные методы инвестиционного анализа американский инженер А.М. Веллингтон, который отстаивал использование текущей стои-

мости в обосновании размещения железных дорог. Рассматривая трудности предсказания будущих денежных потоков, ассоциируемых с прогнозируемым объемом железнодорожных перевозок, он утверждал, что существует объективная неопределенность в точном определении объема железнодорожных перевозок на срок более пяти лет и по этой причине нецелесообразно проводить анализ результативности данного рода проектов на более длительный период.

В первые десятилетия XX в. многие экономисты занимались исследованием теоретических проблем оценки инвестиционных проектов, но, к сожалению, очень немногие работы нашли применение в практической деятельности. Из обзоров, посвященных практике долгосрочного инвестирования тех лет, следует, что, с небольшими исключениями, концепции дисконтирования в основном игнорировались в ходе обоснования инвестиционных решений. Руководящим критерием выбора вариантов капиталовложений в западных фирмах служил показатель максимума нормы прибыли, рассчитываемой на основе бухгалтерских стандартов с включением в затраты амортизации основных средств. Настойчивое желание использовать в оценке капиталовложений традиционные (недисконтированные) показатели сохранилось до начала 50-х гг. в инвестиционной практике американских компаний и до начала 60-х гг. – в Европе и Великобритании. В этот период появилось большое количество полезных теоретических разработок Ф. Лутца, Д. Хершлифера, И. Соломона, Б. Терборга, Е. Гранта. В частности, работы Д. Дина, Миррета и Сайкса оказали сильное влияние на популяризацию показателя внутренней нормы рентабельности (*IRR*). Дискуссия, разгоревшаяся между Е. Грантом и Б. Терборгом в отношении принципов учета изменения процентной ставки в период инвестирования средств в капитальные активы, по всей видимости, послужила толчком для формирования концепции внутренней нормы рентабельности и роли этого критерия в принятии инвестиционных решений.

Профессор Йельского университета Ирвинг Фишер в 1930 г. издал книгу «Теория процента», в которой описывает метод сравнения двух или нескольких инвестиционных проектов. Для выявления более привлекательного инвестиционного проекта Фишер предлагает сравнивать дисконтированную разницу между выгодами и затратами каждого проекта

$$\int_0^t [(R_1(t) - E_1(t)) - (R_2(t) - E_2(t))] e^{-rt} dt,$$

где  $R_i, E_i$  – выгоды и затраты первого и второго инвестиционных проектов ( $i = 1, 2$ ),  $r$  – норма доходности сверхиздержек (*rate of return over cost*). Ставку дисконтирования  $r$ , при которой указанная разница равна нулю, Фишер назвал предельной нормой доходности сверхиздержек. В 1936 г. Джон Мейнард Кейнс в своей ставшей классической работе «Общая теория занятости, процента и денег» ввел понятие предельной эффективности капитала (*marginal efficiency of capital*), предлагая использовать ее в качестве ставки дисконтирования для расчета чистой приведенной стоимости инвестиционного проекта

$$\int_0^t [(R(t) - E(t))] e^{-rt} dt.$$

Ставка дисконтирования  $r$ , при которой данное равенство обращается в нуль, является внутренней нормой доходности. Кейнс писал, что его предельная эффективность капитала по сути есть норма доходности сверхиздержек Фишера. Позже было доказано, что, хотя это и разные величины, связь между ними существует – «точка Фишера».

В работах Кейнса и Фишера инвестиционный проект обозначается как «*investment alternative*» или «*investment option*». Со временем понятие «*net present worth of an investment option*» трансформировалось в привычное сейчас «*NPV of an investment project*».

Более сорока лет ученые поддерживали идею использования на практике усложненных дисконтированных показателей оценки инвестиционных предложений. Уже с середины 60-х годов начала просматриваться тенденция повышения популярности дисконтированных показателей. Первые аналитические обзоры создавались посредством почтовых опросов, поэтому в 60–70-х гг. наблюдался низкий процент откликнувшихся фирм. По мнению зарубежных исследователей, с середины 70-х гг. привлекательность использования дисконтированных показателей несколько снизилась, а со второй половины 80-х гг. интерес к ним снова возрастает. В специальном обзоре *Willson Commitee*, вышедшем в 1980 г., указывалось, что высокая инфляция увеличила степень неопределенности бизнес-прогнозов, в связи с чем компании стали уделять больше внимания точности оценки проектных денежных потоков и вновь обратились к таким традиционным критериям принятия решений, как срок окупаемости.

Долгое время оставалась неразрешенной проблема количественного определения зависимости степени риска и соответствующего ей уровня рентабельности инвестиций. Решению этих действительно актуальных и по настоящее время вопросов предшествовала большая исследовательская работа в области теории инвестиционного портфеля. Основные принципы портфельного анализа в статье «*Portfolio Selection*», опубликованной в 1952 г. в журнале «*Journal of Finance*», сформулировал Гарри Марковиц. Марковиц отверг вывод, согласно которому следует максимизировать совокупную доходность инвестиционного портфеля, и предложил диверсифицировать его, чтобы снизить риск до минимума. Было предложено вычислять ожидаемый от него доход как средневзвешенную сумму доходов активов, входящих в состав портфеля, с использованием математического аппарата для решения проблемы. Появилось понятие «эффективного портфеля», предполагающее минимизацию риска при данном уровне ожидаемого дохода или максимизацию дохода при заданном уровне риска. Через некоторое время, в 1958 г., Джеймс Тобин впервые обосновал использование безрисковой ставки рентабельности в оптимизации портфеля инвестиций. Используя результаты, полученные Г. Марковицем и Д. Тобином, в середине 60-х гг. Уильям Шарп и Джон Линтнер разработали модель оценки капитальных активов (САМ), которая впервые позволила количественно соизмерить уровень риска и рентабельности. Несмотря на ряд серьезных теоретических допущений, снижающих ее практическое использование, САМ-модель получила мировое признание.

В 50–60-е гг. в западной экономической науке происходило формирование новых взглядов на проблему управления структурой инвестированного капитала. Основоположники одного из наиболее известных подходов к анализу структуры капитала – Франко Модильяни и Мертон Миллер заключили, что оценка проекта не зависит от выбора структуры инвестированного капитала, а цена последнего всегда выравнивается путем его переливания за счет кредитов, предоставляемых частными инвесторами.

В 1969 г. Джеймс Тобин представил исследование в области ортодоксальной теории инвестирования, основы которой были заложены Фишером и Кейнсом, предложив  $q$ -теорию инвестирования. В основе его модели лежит рассмотрение коэффициента  $q$ , равного отношению рыночной стоимости фирмы к восстановительной стоимости ее

капитала. Под рыночной стоимостью фирмы понимается величина, характеризующая отношение к ней экономического окружения, показывающая, насколько устойчиво положение фирмы в настоящий момент. В качестве такой величины Тобин использовал совокупную стоимость акций фирмы, равную сумме ожидаемых дивидендов, дисконтированных по ставке процента. Восстановительная стоимость капитала фирмы определялась возможностью продать ее производственные фонды на свободном рынке. Если  $q > 1$ , то фирме следует инвестировать и наращивать капитал, если  $q < 1$  – сокращать размер капитала. Если  $q = 1$ , то величина капитала оптимальна. При формировании инвестиционного портфеля впервые было предложено рассматривать несколько периодов.

В начале 70-х гг. рынок портфельных инвестиций развивался особенно бурно в связи с широким распространением новых инструментов – производных ценных бумаг. Типичным и наиболее интересным представителем таких активов является финансовый опцион. Главная его особенность состоит в том, что при покупке опциона приобретается лишь право на покупку или продажу по определенной цене некоего актива (в основном финансового, но это может быть и обычный товар). На держателя опциона не накладывается обязательство осуществлять сделку, если он сочтет ее невыгодной. Сам опцион может быть продан на вторичном рынке. Модели ценообразования производных финансовых инструментов разрабатывались и ранее. Так, Фишер Блэк и Майрон Шоулз, опираясь на работы Роберта Мертона, предложили рассчитывать цену финансового опциона, исходя из принципа хеджирования, и формировать инвестиционный портфель не просто эффективный (по Марковицу), но абсолютно безрисковый (хеджированный). Исходя из принципа формирования хеджированного портфеля и используя методы стохастического анализа, они получили уравнение, именуемое уравнением Блэка–Шоулза, и одноименную формулу для расчета стоимости финансового опциона.

В последующие десятилетия было предложено использовать методы расчета стоимости финансовых опционов для оценки так называемых реальных опционов. Соответствующая концепция учитывает, что при осуществлении инвестиционных проектов возникают некоторые дополнительные возможности, наличие которых увеличивает ценность проекта. И поскольку напрямую использовать оценки производных финансовых инстру-

ментов для реальных опционов невозможно, были разработаны модели оценки инвестиционных проектов, допускающие наличие дополнительных инвестиционных возможностей и элементы анализа случайных процессов. Наиболее полно концепция реальных опционов представлена в работе Авинаша Диксита и Роберта Пиндайка, сделавших вывод о том, что принцип использования внутренних инвестиционных возможностей не противоречит ортодоксальной теории оценки инвестиций.

Терминологию реальных опционов разработал Стефен Марплин. В 1970 г. в своей работе он описал понятие реальных опционов (*real-estate options*) следующим образом: «Когда частные инвесторы имеют монопольную власть в некотором инвестиционном секторе, право осуществлять проект становится экономическим объектом, имеющим определенную ценность, независимо от самого процесса инвестирования. В принципе, нет препятствий для того, чтобы такое право было куплено или продано, хотя рынки для таких прав – скорее исключение из правил. Реальные опционы являются особым случаем формального инструмента, который определяет соотношение между правом на осуществление инвестиций и самим инвестированием. Обычно само такое соотношение гораздо менее формально, положение на рынке или особые знания создают скрытые опционы, связанные с определенными инвестициями, опционы, для которых не существует рынков, но которые от этого не менее реальны».

Он одним из первых также предложил оценивать возможность откладывания инвестиций.

Впоследствии реальные опционы были классифицированы как *option to postpone* и *abandonment option*.

Фактически теории анализа финансовых и реальных опционов развивались параллельно.

Что касается создания инструментария для оценки инвестиционных проектов, содержащих реальные опционы, такого, как формула Блэка–Шоулза, используемая для оценки опционов финансовых, то трудности на этом пути были обусловлены прежде всего характером ситуации неопределенности. Если биржевые котировки изменяются зачастую совершенно неожиданно, то изменение показателей, характеризующих доходность реальных инвестиций, относительно закономерно.

В 70-е гг. в связи с бурным всплеском инвестиционной активности в развивающихся странах и относительно дешевыми кредитными ресур-

сами международных финансовых организаций получили дальнейшее развитие концепции оценки риска и неопределенности. Вторая половина 70-х гг. ознаменовалась не менее значимыми для теории и практики анализа инвестиций результатами. Ряд статей, опубликованных Стефаном Россом, стали основой теории финансового арбитража (*APT-модель*), суть которой состоит в том, что ожидаемая рентабельность инвестиций может быть определена в зависимости от влияния сразу нескольких факторов систематического риска. Организационно-методические основы технико-экономического анализа промышленных инвестиционных проектов впервые были комплексно представлены в Руководстве по оценке эффективности инвестиций, разработанном в 1978 г. специалистами Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО). Авторы этого труда – В. Беренс, П. Хавранек и другие – разработали весьма оригинальную методику, которая подходит не только для обоснования новых инвестиций, но и (в определенной мере) для разработки проектов по финансово-экономическому и технологическому оздоровлению организаций, их расширению, модернизации и перепрофилированию. Благодаря объективным возможностям, имеющимся у ЮНИДО в области распространения своих изданий, эта методика стала принятым во многих странах мира стандартом оценки эффективности инвестиций. В ней рассматриваются проблемы маркетинга, выбора местоположения проекта, сырья, технологии и оборудования, поднимаются вопросы анализа трудовых ресурсов и воздействия капиталовложений на окружающую среду. В то же время следует отметить, что отдельным аспектам анализа инвестиций (например, комплексной оценке разнообразных критериев эффективности проектов, анализу проектного риска и дифференцированного воздействия инфляции, структуры и цены инвестированного капитала) не уделено достаточного внимания, а проблемы анализа оптимального портфеля инвестиций, оценки систематического риска, распределения ограниченных средств финансирования среди альтернативных проектов, организационного механизма бюджетирования инвестиций, технологии оперативного и ретроспективного анализа и аудита вовсе не исследованы.

Вместе с ЮНИДО разработкой методик технико-экономического анализа для проектов в условиях экономики переходного периода занимались многие другие широко известные в мире организации. Среди них можно отметить разработки

Всемирного банка, Европейского банка реконструкции и развития и др.

80-е и 90-е гг. характеризуются бурным ростом инвестиций в высокорискованные технологические проекты, что создало множество различных проблем финансовым аналитикам и экспертам в области промышленных капиталовложений. В различных странах стали разрабатываться программы, позволяющие менеджерам при обосновании капиталовложений в развитие гибких производственных систем, в которых последовательность действий контролируется компьютером в ответ на постоянно изменяющиеся внешние и внутренние условия (*computer-integrated manufacturing*), комплексно учитывать широкий спектр нефинансовых аспектов (социальных, экологических, демографических, политических) так же хорошо, как и финансовых.

В изучении исторических этапов развития инвестиционного анализа особое внимание необходимо уделить отечественным исследователям. Крупнейшими представителями, чьи работы внесли значительный вклад в разработку проблем оценки эффективности капитальных вложений, являются А.П. Лурье, Л.В. Канторович, В.В. Новожилов, Т.С. Хачатуров, Д.С. Львов. Исторически сложилось так, что исследования теоретических и организационно-методических аспектов анализа инвестиций в наибольшей степени определялись государственными задачами проектирования гидроэнергетических установок и потребностями проектно-изыскательских работ в железнодорожном строительстве. Отсутствие же в плановой экономике рынка вообще и рынка ЦБ в частности, безусловно, отрицательно сказалось на уровне исследований проблем анализа финансовых вложений отечественными учеными. Развитие получили преимущественно проблемы оценки экономической целесообразности капитальных вложений (инвестиций в основные фонды). Рассматривая проблему анализа капитальных вложений, можно выделить два научных направления: разработка методологии и методики технико-экономического анализа строительства гидроэлектростанций, капитальные затраты на возведение которых характеризовались единовременной природой вложений; обоснование организационного механизма и технологии анализа периодически возникающей потребности в инвестициях на железнодорожном транспорте.

Одними из первых, кто четко сформулировал задачи анализа сравнительной эффективности капиталовложений, были С.А. Кукель-Краевский в

работе «О методологии определения сравнительной рентабельности разных вариантов контингента потребителей Днепропетровской гидроэлектрической станции», вышедшей в 1923 г., и Л. Юшков в статье «Основной вопрос плановой методологии», опубликованной в 1928 г. В последующие годы разработкой проблемы оптимизации единовременных капиталовложений в объекты гидроэнергетики занимались В.Н. Богачев (1966) и В.В. Новожилов (1967).

Вопросы организационно-методического обеспечения проектного анализа достаточно широко были представлены в типовых методиках и разрабатываемых на их основе указаниях по определению экономической эффективности различных отраслей народного хозяйства. По некоторым оценкам, специалистами различных министерств и ведомств было разработано и внедрено в практику более 400 рекомендаций и инструкций по расчетам экономической эффективности предстоящих вложений. Наиболее распространена в 60–70-х гг. типовая методика оценки эффективности капитальных вложений, созданная под научным руководством академика Т.С. Хачатурова. В обосновании инвестиционных решений использовались различные критерии оценки экономической эффективности капитальных вложений. Среди них можно выделить показатели, рассчитываемые по строительному производству в целом, по отдельным отраслям и подотраслям строительных министерств, по отдельным объектам, стройкам и мероприятиям строительно-монтажных организаций; показатели сравнительной экономической эффективности, сроков окупаемости и минимума приведенных затрат.

При изучении особенностей обоснования эффективности проектов в железнодорожном строительстве был сделан вывод, что инвестиционные издержки (первоначальные капиталовложения) отличаются от годовых эксплуатационных затрат временем осуществления и однократным (или нерегулярно-периодическим) характером их происхождения. Такого рода заключение одним из первых сделал А.Л. Лурье в 1948 г. Таким образом, уже к началу 50-х гг. отечественные ученые-экономисты подошли к необходимости решения вопросов, связанных с проблемой учета временного фактора при сопоставлении между собой разновременных расходов и поступлений в рамках одного проекта или при сравнении вариантов капитальных вложений, различающихся

продолжительностью и распределением затрат по периодам строительства. На этой основе, в рамках так называемого «железнодорожного» подхода, были рассчитаны формулы строительно-эксплуатационных затрат для неограниченного промежутка времени и при лимитированном сроке службы инвестиционного объекта. Исследование формул строительно-эксплуатационных затрат можно найти в работах А.Б. Залесского (1968) и В.Н. Лившица (1971).

Вместе с разработкой отдельных показателей эффективности капитальных вложений в отечественной науке изучались актуальные вопросы физического обесценивания внеоборотных капитальных активов, роли амортизации в инвестиционном процессе, морального износа и нормирования срока окупаемости. Эти теоретические исследования нашли отражение в работах Н.И. Ведута (1960), С. Захарова (1968) и В.Н. Лившица (1974). В этот период в научной литературе активно обсуждалось использование метода ускоренной амортизации. Преобладало мнение о стимулирующем воздействии методов начисления амортизации на технический прогресс.

Примечательным является то, что перед проектировщиками и экономистами тех лет ставилась задача выбора наиболее оптимальной комбинации проектов в строительной программе (так называемая модель «комплектования»). Если провести параллели с сегодняшним днем, то можно отметить, что модель «комплектования» чрезвычайно близка к решению проблемы формирования бюджета инвестиций при помощи аналитических процедур распределения среди множества альтернативных проектов ограниченных средств финансирования. Недостатком нахождения оптимальной комбинации капиталовложений с использованием показателей «приведенных затрат» и «сравнительной эффективности» было игнорирование производимого инвестициями денежного потока, влияния капиталовложений на социальные и экологические условия региона, в котором планировалось их осуществление.

С середины 70-х гг. эта область практически не развивалась, в частности из-за существования информационного вакуума в отношении западной экономической литературы. Только лишь в конце 80-х гг., в период реформирования российской экономики и перехода к рыночным отношениям, в очередной раз оживилась дискуссия, затрагивающая теоретико-методологические и

организационно-методические проблемы анализа инвестиций. С учетом апробированных в международной практике подходов к анализу обобщающих инвестиционных показателей авторским коллективом под руководством Д.С. Львова в 1988 г. были разработаны «Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса». Однако современные условия функционирования хозяйствующих субъектов, в частности необходимость учета риска и инфляции, недостаточно четко были отражены в этом инструктивном документе. В соответствии с постановлением Совета Министров РФ от 15.07.93 № 683, в котором высказывалась необходимость совершенствования и унификации методов оценки инвестиционных проектов, авторским коллективом под руководством А.Г. Шахназарова были разработаны Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования, утвержденные Госстроем, Министерством экономики и Министерством финансов России от 31.03.94 № 7-12/47. В основу этого документа были заложены принципы единообразного подхода к оценке инвестиционных проектов, финансируемых за счет централизованных источников, добровольности вхождения хозяйствующих субъектов в число участников реализации инвестиционного проекта, многообразия интересов, самостоятельности выбора и способов реализации.

Характерной особенностью современного этапа развития проблем анализа инвестиций является широкое использование экономико-математических методов. Благодаря применению новых информационных технологий становится возможно более точно прогнозировать состояние объекта исследования, выявить сложные зависимости в многочисленных факторах риска и неопределенности.

#### Библиографический список

1. Ван, Х. Основы финансового менеджмента / Х. Ван, К. Джеймс, Вахович, (мл.), М. Джон. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.
2. Ендовицкий, Д. А. Комплексный анализ и контроль инвестиционной деятельности: методология и практика / Д.А. Ендовицкий: под общ. ред. проф. Л.Т. Гиляровской. – М.: Финансы и статистика, 2001.
3. Иванов, С.А. К вопросу об эволюции теории инвестирования / С.А. Иванов // Проблемы современной экономики – № 4(12).
4. Кейнс, Дж.М. Общая теория занятости, процента и денег / Дж.М. Кейнс. – М.: ИЛ, 1949.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОХОДНОСТИ АКТИВОВ И РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И.А. ЗАХАРЕНКОВА, доц. каф. экономики и управления деревоперерабат. производств СПбГЛТА, канд. экон. наук,

Н.И. ПЕТУХОВ, асс. каф. маркетинга и основ менеджмента СПбГЛТА, канд. экон. наук

Специфика лесопильного предприятия позволяет выделить четыре основные стратегии ведения бизнеса.

1. Сырье 1 категории – стандартизированная продукция.

2. Сырье 1 категории – специализированная продукция.

3. Сырье 2 категории – стандартизированная продукция.

4. Сырье 2 категории – специализированная продукция.

Стратегии определяют условия хозяйствования и значения результирующих факторов: прибыльности, темпа оборачиваемости, доходности активов.

Стратегия 1 предполагает, что предприятие в области сырья работает на рынке совершенной конкуренции и реализует продукцию конечному покупателю.

Стратегия 2 предполагает, что предприятие в области сырья работает на рынке совершенной конкуренции, а готовую продукцию реализует на рынке отраслевых ресурсов.

Стратегия 3 предполагает, что предприятие по сырью работает на рынке несовершенной конкуренции и реализует продукцию конечному покупателю.

Стратегия 4 предполагает, что предприятие по сырью работает на рынке несовершенной конкуренции, а готовую продукцию реализует на рынке отраслевых ресурсов.

Под сырьем **1 категории** в настоящем исследовании понимаются лесоматериалы диаметром до 30 см. В зависимости от сорта лесоматериалов (1–2 сорт) меняется общий процентный выход пиломатериалов, а также радиального распила (из сырья 1 категории выход пиломатериалов радиального распила очень низкий). Рынок ресурсов (сырья) по данным лесоматериалам можно охарактеризовать как близкий к рынку совершенной конкуренции.

Под сырьем **2 категории** понимаются лесоматериалы диаметром свыше 30 см. Сырье 2 категории – особое, удельный вес которого

на рынке – 10–15 %. Рынок этого сырья имеет характеристики рынка несовершенной конкуренции.

При производстве пиломатериалов из сырья более высоких диаметров повышается общий процентный выход пиломатериалов и процентный выход пиломатериалов радиального распила. Из данного сырья можно без изменения качества производить стандартизированные и специализированные пиломатериалы. Цена пиломатериалов, произведенных из сырья 2 категории при соблюдении технологических режимов, как правило, на рынке максимальная.

Отметим, что сырьем 1 и 2 категории могут быть лесоматериалы как низкого, так и высокого качества (табл. 1). От качества лесоматериалов зависят:

- цена лесоматериалов;
- общий процентный выход пиломатериалов;
- процентный выход пиломатериалов радиального распила;
- возможное распределение продукции по видам;
- объем производства в смену и другие.

От качества приобретаемого сырья и вида продукции зависят: оборот, общие издержки, сумма оборотных средств, прибыльность, темп оборачиваемости активов, доходность активов. Подсчеты дохода требуют распределения продуктов лесопиления по различным категориям и ценам на каждую из этих категорий. Качество распределения зависит от желания производить ту или иную продукцию по различным критериям производителя.

В принятых стратегиях продукция лесопиления укрупнена в 2 группы: стандартизированная продукция, специализированная продукция.

**Специализированная продукция** – особый вид продукции, который имеет ограниченный сектор потребления, как правило для отраслевых рынков, то есть это пиломатериалы для производственного потребления. К ним относятся пиломатериалы радиального распила.

Основные характеристики сырья 1 и 2 категории

Вид сырья	Диаметр лесоматериалов	Возможный общий процентный выход пиломатериалов	Возможный процентный выход пиломатериалов радиального распила	Минимальная цена на рынке сырья, долл. США	Максимальная цена на рынке сырья, долл. США
Сырье 1 категории	Лесоматериалы диаметром до 30 см	42–52 %	0–22 %	30,00	50,00
Сырье 2 категории	Лесоматериалы диаметром свыше 30 см	42–62 %	0–42 %	50,00	70,00

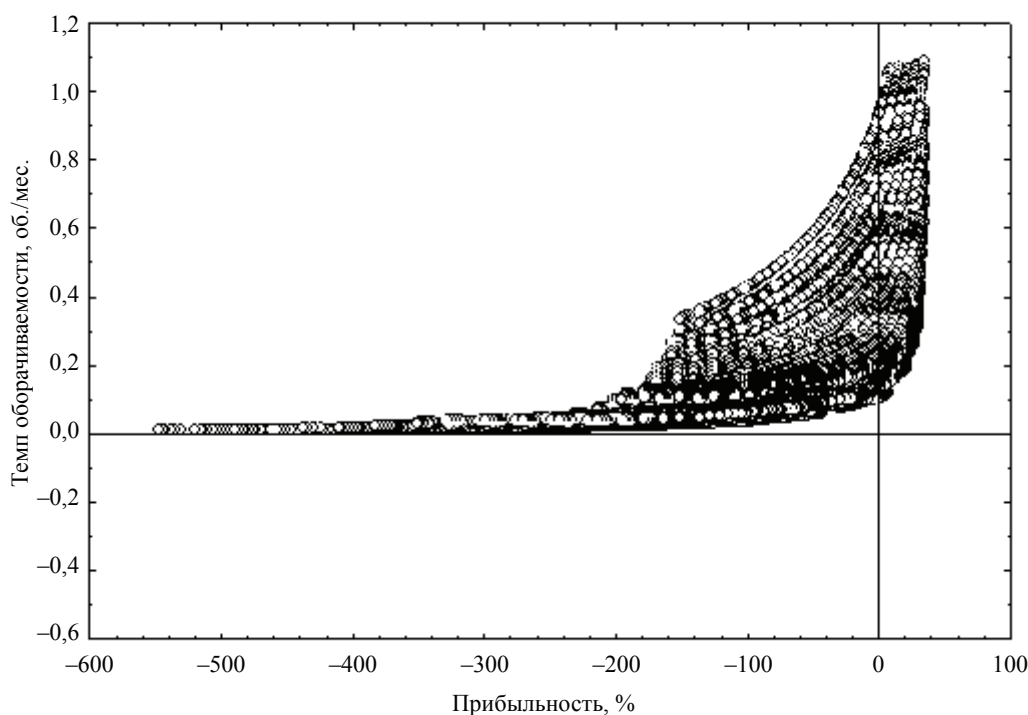


Рис. 1. Взаимодействие темпа оборачиваемости и прибыльности

Пиломатериалы радиального распила – особый вид пиломатериалов, используемых в производстве оконных и дверных блоков и прочих видах деревянных изделий, склеенных между собой по толщине. Рынок сбыта такой продукции имеет характеристики рынка несовершенной конкуренции.

**Стандартизированная продукция** – это пиломатериалы для широкого, массового потребления с достаточно невысокими требованиями по качеству. Рынок сбыта стандартизированной продукции можно охарактеризовать как рынок совершенной конкуренции. Для исследуемого объекта стандартизированные пиломатериалы – такие пиломатериалы, которые не имеют радиального сечения, то есть весь спектр пиломатериалов от реек до бруса.

Анализируя доходную часть модели, следует отметить, что в лесопильном производстве образуются отходы, которые также имеют спрос на рынке. Это опилки и горбыль. Опилки – это

отходы, для которых нужен вывоз. Горбыль реализуется по цене дров. В среднем в Санкт-Петербурге и Ленинградской области цена дров – 150–180 руб. /м<sup>3</sup>. Цены, которые использованы в расчете модели, приняты по статистике рынка Санкт-Петербурга и Ленинградской области за 2000–2003 гг.

Следует отметить, что рынок продукции по цене достаточно стабилен. Разброс цен определяется качеством продукции. Причем дифференциация цен на продукцию определяется не качеством технологической обработки, а качеством сырья, которое использовано для производства продукции.

Кроме того, на цену продукции оказывают влияние такие факторы, как:

- размер партии;
- ритмичность поставок;
- условия сделки;
- условия оплаты.

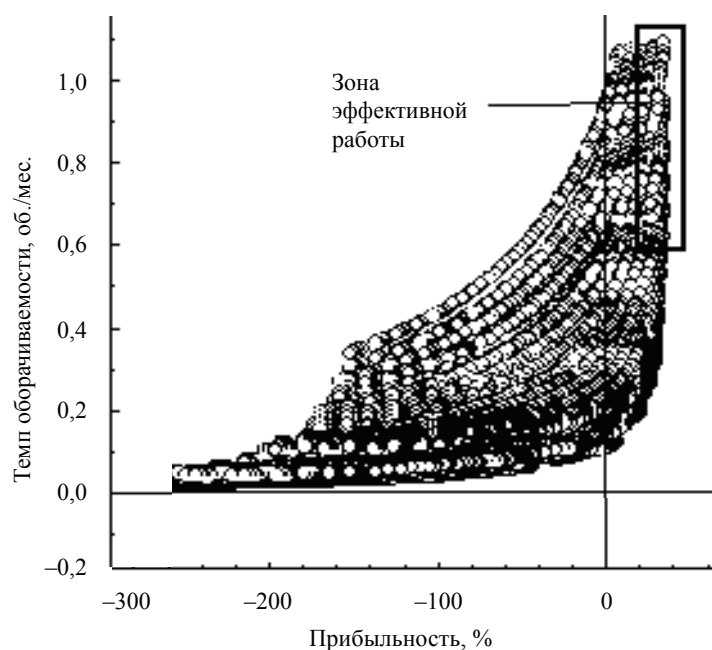


Рис. 2. Зона эффективной работы предприятия

Для изучения взаимодействия внутренних факторов модели было исследовано производство пиломатериалов на базе высокотехнологичного оборудования «УПК-1000» ЗАО «Технопарк ЛТА». Границы изменения внешних факторов были приняты на уровне Северо-Западного региона РФ.

Границы изменения факторов были определены на основании:

- исследования уровня выхода готовой продукции;
- условий рынка ресурсов (сырья);
- условия рынка готовой продукции;
- действующей системы налогообложения, бухгалтерского учета;
- исследования практики лесных предприятий малого бизнеса;
- исследования внутренних взаимосвязей между переменными факторами.

Полученная модель может использоваться только для условий Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Для других регионов сама методика построения модели может быть использована, но параметры должны быть скорректированы.

Критериями оценки модели являются:

- прибыльность;
- темп оборачиваемости;
- доходность активов.

Графически построенная нами модель взаимодействия темпа оборачиваемости и прибыльности представлена на рис. 1.

Зависимость между темпом оборачиваемости и прибыльностью показывает, что су-

ществует зона прибыльной и убыточной работы предприятия. Соответственно, зона прибыльной работы предприятия находится справа от «0» по оси абсцисс, а зона убыточной работы – слева от «0» по оси абсцисс, она намного больше, чем зона прибыльности.

На рис. 2 представлены зоны эффективной работы предприятия. В зоне изменения темпа оборачиваемости от 1 до 1,2 оборотов в месяц прибыльность может изменяться от 0 % до 40 %, и наоборот, в зоне изменения прибыльности от 30 % до 40 % темп оборачиваемости может изменяться от 0 до 1,2 оборотов в месяц.

Графическое изображение подтверждает предположение о том, что при незначительном изменении либо темпа оборачиваемости, либо прибыльности, доходность активов может резко изменяться.

Данный факт указывает на необходимость в каждом конкретном случае (виде бизнеса, стратегий ведения бизнеса) производить анализ работы предприятия, ставя во главу угла не только показатель прибыльности, но и темпа оборачиваемости с результирующим показателем – оценкой доходности всех активов предприятия.

В рамках изменяющихся факторов, которые рассматриваются в исследовании, ярко видна зона, в которой бизнес будет убыточен, и риск попасть в эту зону велик. Как показывает модель, даже небольшие изменения в принятых решениях по четырем стратегиям могут привести к величине убытка за 1 месяц до 15 000,00 у.е. при основ-

ном капитале в 45 000,00 у.е., а это уже означает банкротство предприятия.

В рамках изменения как неуправляемых (внешних – качество сырья, цена сырья, цена продукции, условия реализации) и управляемых факторов (внутренних – объем производства продукции, вид выпускаемой продукции, внутренних условий работы предприятия) предприятие может работать эффективно и неэффективно. Поэтому задача заключается в постоянной корректировке (подстраивании) внутренних факторов из-за постоянного изменения внешних под такие значения результирующих факторов (прибыльность, темп оборачиваемости, доходность активов), которые были бы определены как эффективные или оптимальные.

Модель дает некое оптимальное сочетание внешних и внутренних факторов, которые максимизируют и прибыльность, и темп оборачиваемости, и, соответственно, доходность активов. Эта точка соответствует случаю, в котором:

- цена лесоматериалов 30,0 у.е./м<sup>3</sup>;
- общий процент выхода пиломатериалов 62 %;
- процент выхода пиломатериалов радиального распила 42 %;
- цена реализации пиломатериалов радиального распила на рынке 190,0 у.е./м<sup>3</sup>;
- цена реализации обычных пиломатериалов на рынке 80,0 у.е./м<sup>3</sup>;
- режим работы в 3 смены;
- объем перерабатываемых лесоматериалов в смену 9,0 м<sup>3</sup>;
- норма запаса оборотных средств 1 день.

Анализируя приведенные рисунки, следует сделать вывод, что, планируя краткосрочную производственную программу по одному показателю, например по прибыльности, предприятие может не получить наивысший показатель по доходности

активов, так как показатель темпа оборачиваемости в данной точке может быть наименьшим.

Из выбранных трех результирующих показателей наилучшим для планирования эффективной работы предприятия будет показатель доходности активов, потому что при ориентации на него прибыльность и темп оборачиваемости будут в наилучшем сочетании. Однако на практике часто бывают ситуации, когда во главу угла следует поставить либо прибыльность, либо оборачиваемость активов.

Построенная модель позволяет сформировать краткосрочную производственную программу либо по доходности активов, либо по прибыльности производства, либо по оборачиваемости активов. Причем результирующий фактор может выбирать сам руководитель предприятия или предприниматель. Следует также отметить, что процедура моделирования позволяет выбирать и другие результирующие факторы, которые будут наиболее понятны и управляемы.

#### Стратегия ведения бизнеса 1

При данной стратегии: на предприятии используется сырье 1 категории, из которого производятся в основном обычные пиломатериалы.

Данная ситуация характерна для малых лесопильных предприятий Северо-Западного региона, использующих лесопильные рамы, поскольку на рынке сырья, как правило, большое предложение лесоматериалов диаметром до 28 см, и рынок сбыта обычных пиломатериалов в соответствующей ценовой категории неограничен. В нашем случае стратегия бизнеса не может найти применения за счет того, что она, по большому счету, неприбыльна и, следовательно, ей соответствует доходность активов ниже нуля.

При данной стратегии ведения бизнеса переменные факторы находятся в границах изменений, представленных в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

#### Границы варьирования факторов при стратегии 1

Факторы	Ед. изм.	Минимальное значение	Максимальное значение	Постоянное значение при изменении других факторов
Стоимость лесоматериалов	у.е./м <sup>3</sup>	30,00	50,00	40,00
Цена реализации пиломатериалов радиального распила	у.е./м <sup>3</sup>	150,00	190,00	170,00
Цена реализации обычных пиломатериалов	у.е./м <sup>3</sup>	60,00	80,00	70,00
Объем перерабатываемых лесоматериалов	м <sup>3</sup>	1,00	9,00	5,00
Общий процент выхода пиломатериалов	%	42,00	52,00	47,00
Процент выхода пиломатериалов радиального распила	%	2,00	22,00	7,00
Режим работы (сменность)	см	1	3	2
Норма запаса оборотных средств	дней	1	9	5

Т а б л и ц а 3

**Границы варьирования факторов при стратегии 2**

Факторы	Ед. изм.	Минимальное значение	Максимальное значение	Постоянное значение при изменении других факторов
Стоимость лесоматериалов	у.е./м <sup>3</sup>	30,00	50,00	40,00
Цена реализации пиломатериалов радиального распила	у.е./м <sup>3</sup>	150,00	190,00	170,00
Цена реализации обычных пиломатериалов	у.е./м <sup>3</sup>	60,00	80,00	70,00
Объем перерабатываемых лесоматериалов	м <sup>3</sup>	1,00	9,00	5,00
Общий процент выхода пиломатериалов	%	42,00	52,00	47,00
Процент выхода пиломатериалов радиального распила	%	2,00	22,00	24,00
Режим работы (сменность)	см	1	3	2
Норма запаса оборотных средств	дней	1	9	5

Т а б л и ц а 4

**Границы варьирования факторов при стратегии 3**

Факторы	Ед. изм.	Минимальное значение	Максимальное значение	Постоянное значение при изменении других факторов
Стоимость лесоматериалов	у.е./м <sup>3</sup>	40,00	70,00	55,00
Цена реализации пиломатериалов радиального распила	у.е./м <sup>3</sup>	150,00	190,00	180,00
Цена реализации обычных пиломатериалов	у.е./м <sup>3</sup>	60,00	80,00	70,00
Объем перерабатываемых лесоматериалов	м <sup>3</sup>	1,00	9,00	5,00
Общий процент выхода пиломатериалов	%	42,00	62,00	57,00
Процент выхода пиломатериалов радиального распила	%	2,00	42,00	12,00
Режим работы (сменность)	см	1	3	2
Норма запаса оборотных средств	дней	1	9	5

Т а б л и ц а 5

**Границы варьирования факторов при стратегии 4**

Факторы	Ед. изм.	Минимальное значение	Максимальное значение	Постоянное значение при изменении других факторов
Стоимость лесоматериалов	у.е./м <sup>3</sup>	40,00	70,00	55,00
Цена реализации пиломатериалов радиального распила	у.е./м <sup>3</sup>	150,00	190,00	180,00
Цена реализации обычных пиломатериалов	у.е./м <sup>3</sup>	60,00	80,00	70,00
Объем перерабатываемых лесоматериалов	м <sup>3</sup>	1,00	9,00	5,00
Общий процент выхода пиломатериалов	%	42,00	62,00	57,00
Процент выхода пиломатериалов радиального распила	%	2,00	42,00	32,00
Режим работы (сменность)	см	1	3	2
Норма запаса оборотных средств	дней	1	9	5

**Выводы по стратегии 1**

При данной стратегии ведения бизнеса прибыльность, в основном из-за убыточной работы предприятия, отрицательная. А поэтому все попытки изменить убыточное положение изменением темпа оборачиваемости в большую сторону ведут к худшим значениям по доходности активов. Структура видов производимой продукции не дает такого оборота, позволяющего покрыть издержки на производство продукции. Только при большом объеме перерабатываемого пиловочника и при больших значениях производства пиломатериалов радиального распила возможен выход в прибыльную зону работы предприятия.

**Стратегия ведения бизнеса 2**

При данной стратегии ведения бизнеса подразумевается, что предприятие использует сырье 2 категории и нацелено на выпуск максимума пиломатериалов радиального распила.

При стратегии ведения бизнеса № 2 переменные факторы находятся в границах изменений, представленных в табл. 3.

**Выводы по стратегии 2**

При данной стратегии уже есть прибыльная зона работы. Но в силу того, что используемое сырье по параметрам не подходит для максимального объема производства пиломатериалов радиального распила, бывают зоны убыточной работы.

Пиломатериалы радиального распила, произведенные из такого сырья, имеют достаточно низкую цену на рынке, поэтому такой выбор производственной программы не всегда целесообразен.

### Стратегия ведения бизнеса 3

При данной стратегии в производстве используется сырье высшего сорта первого реза. В ценовой категории «более 60 \$ США за 1 м<sup>3</sup> лесоматериалов» встречается северная сосна, которая имеет лучшие характеристики по сравнению с сосной Ленинградской и более южных областей.

При стратегии ведения бизнеса № 3 переменные факторы находятся в границах изменений, представленных в табл. 4.

#### Выводы по стратегии 3

В целом данная стратегия ведения бизнеса работает в убыточной зоне. Поэтому все изменения следует проводить с осторожностью, так как это может негативно сказаться на показателе доходности активов.

### Стратегия ведения бизнеса 4

При данной стратегии ведения бизнеса используется сырье 2 категории. Предприятие нацелено на выпуск максимального объема продукции радиального распила.

При такой стратегии переменные факторы находятся в границах изменений, представленных в табл. 5.

#### Выводы по стратегии 4

В целом данная стратегия ведения бизнеса наиболее выгодна. При данной стратегии встречаются наиболее высокие показатели темпа оборачиваемости, прибыльности как одновремен-

но, так и по отдельности и показатель доходности активов имеет наивысшие значения.

Исследования модели показали, что зона риска банкротства у предприятий лесопиления достаточно велика. Точка наилучшего решения достигается очень редко. Зона приемлемых решений – с колебанием доходности активов от 20 до 37 % в месяц.

С учетом недетерминированности многих экономических показателей модель была бы более информативной для принятия управленческих решений при введении мягких измерений управляемых и неуправляемых факторов с оценкой степени вероятности.

Методика планирования результатов деятельности с использованием представленной модели может быть использована в стратегическом планировании при выборе производственной и технологической стратегий при корректировке критерия эффективности выбора решений и перечня факторов, влияющих на результаты работы предприятия.

### Библиографический список

1. Айвазян, С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. – М.: Издательское объединение «ЮНИТИ», 1998. – 1022 с.
2. Бабич, Т.Н. Планирование на предприятии: учебное пособие / Т.Н. Бабич, Э.Н. Кузьбожев. – М.: КНОРУС, 2005. – 240 с.
3. Экономическая стратегия фирмы: учебное пособие / под ред. А.П. Градова. – СПб.: Специальная литература», 1995. – 414 с.
4. Лапуста, М.Г. Малое предпринимательство: учеб. пособие / М.Г. Лапуста, Ю.Л. Старостин. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 271 с.

## СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТА БУХГАЛТЕРСКОГО УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА КАК ОТРАСЛИ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

И.Е. МИЗИКОВСКИЙ, доц. каф. бухгалтерского учета, анализа и аудита  
Нижегородского ГУ им. Н.И. Лобачевского, д-р экон. наук,  
С.А. РЕПИН, асп. каф. бухгалтерского учета, анализа и аудита  
Нижегородского ГУ им. Н.И. Лобачевского

Преодоление эффективными предприятиями точки бифуркации в процессе интегрирования в рыночные отношения предполагает решительный отказ от парадигмы управления командно-административными способами, генерирующей волюнтаристские, непродуктивные управленческие воздействия. Совершенно очевидно, что приемы и способы управления, сформировавшиеся в совет-

ские времена или на ранних стадиях становления рыночно ориентированных экономических отношений в России, не могут быть результативными на данном этапе развития рыночных отношений.

Принятая на предприятиях технология информационной поддержки принятия управленческих решений оказалась неспособной в полном объеме и в необходимые сроки обеспечивать их

менеджмент качественной информацией. Возникло диалектическое противоречие между внутрихозяйственными информационными запросами менеджмента и традиционно структурированной информационной системой, не способной удовлетворить их с помощью располагаемого инструментария.

Данная ситуация служит катализатором поиска новых направлений и возможностей модернизации действующих управленческих технологий, мотивирует необходимость методической разработки теоретических и прикладных аспектов использования передовых приемов и способов информационной поддержки принятия текущих решений и разработки краткосрочных стратегий предприятия.

Нам представляется, что одним из наиболее «узких» участков в решении проблемы информационного обеспечения процесса управления является технология поддержки решений, связанных с регулированием обычной деятельности предприятия. Во многом такая ситуация обусловлена множеством и сложностью информационных запросов менеджмента по данному сегменту деловой активности, необходимостью их оперативного удовлетворения в предельно сжатые сроки.

По нашему мнению, проблема не столько в определенном дефиците знаний и умений в области организации преобразования, концентрации и тиражирования необходимых сведений, сколько в самой технологии их обработки, рациональной методологии формирования конечного информационного результата. Анализ передового зарубежного и отечественного опыта эффективного управления предприятием показал, что действенным инструментом информационной поддержки принятия текущих решений и разработки краткосрочных стратегий регулирования обычной деятельности предприятия является *управленческий учет*.

В отечественной научной литературе встречаются разнообразные, порой диаметрально противоположные толкования нового и перспективного научного направления, каковым является управленческий учет. Да и название этой отрасли знаний само по себе является информационным поводом для дискуссии о том, может ли быть функция управления «учет» неуправленческой, а поэтому нелишним в семантическом плане является определение «управленческий»?

«Проблемное» название управленческого учета таит в себе некую «terra incognita» в теоретическом аспекте, связанным с неопределенностью в отечественной науке концепции данной отрасли знаний, расплывчатостью терминологического ряда, неструктурированностью информационного пространства, нечеткостью принципов и управленческих функций. Это во многом объясняет факт, что управленческий учет в России на сегодняшний день не завоевал тех позиций, которые он занимает в менеджменте экономически развитых зарубежных предприятий.

В настоящее время отечественная наука находится в начале долгого пути к единой научной концепции управленческого учета. В связи с этим чрезвычайно важно сформулировать его *предмет*, раскрывающий основные, максимально существенные признаки и свойства, выделенные из пространства объектов предметной области в процессах реальной управленческой деятельности и научного познания.

Формулированию предмета управленческого учета уделено внимание в трудах видных отечественных и зарубежных ученых отечественных ученых: П.С. Безруких, М.А. Вахрушиной, Н.Д. Врублевского, В.Б. Ивашкевича, Т.П. Карповой, Н.П. Кондракова, И.Г. Кондратовой, Е.А. Мизиковского, С.А. Николаевой, С.А. Стукова, Я.В. Соколова, А.Д. Шеремета, К. Друри, Дж. Риса, Д. Фостера, Д. Миддлтона, Ч.Т. Хорнгрена, Р. Энтони, А. Яруговой.

Проведенные нами исследования показали, что в современной теории управленческого учета одним из доминирующих является подход, предполагающий его позиционирование как *информационного процесса*, обеспечивающего управление хозяйствующим субъектом.

В учебнике под редакцией П.С. Безруких корпоративное мнение авторов предполагает раскрытие предмета управленческого учета как процесса «обеспечения информацией менеджеров, ответственных за достижение конкретных производственных показателей». Сходная научная позиция по данному вопросу у В.Б. Ивашкевича: для него предметом управленческого учета является «*формирование информации для оперативного управления предприятием...*».

Этим определениям созвучна трактовка предмета управленческого учета М.А. Вахрушиной как вида «деятельности в рамках одной организации, который обеспечивает ее управленчес-

кий персонал *информацией* для планирования, собственно управления и контроля за деятельностью организации». Т.П. Карпова полагает, что управленческий учет «должен отражать реалии хозяйственных ситуаций и *готовить информацию* для управления ...». В.Э. Керимов позиционирует предмет управленческого учета как несущего «основную нагрузку обеспечения принятия управленческих решений».

И.Г. Кондратова к числу приоритетов управленческого учета относит его необходимость «руководству, специалистам предприятия для принятия управленческих решений».

Обращаясь к опыту зарубежных стран, проанализируем научные суждения о предмете управленческого учета Института дипломированных бухгалтеров в области управления США, а также таких авторитетных ученых как: К. Друри, Ч.Т. Хорнгрена, Дж. Фостера, Р. Энтони, Дж. Риса. Корпоративный подход к проблеме структурирования предмета управленческого учета, представленный Институтом дипломированных бухгалтеров в области управления США, предполагает позиционирование предмета управленческого учета как «деятельность по обеспечению руководства учетной *информацией*, которая необходима ему для управления предприятием с максимально возможной степенью эффективности».

В официальной терминологии данного института, опубликованной в России в 2004 г., предмет управленческого учета с точки зрения семантического структурирования по существу остался неизменным, но синтаксически несколько видоизменился: «управленческий учет ... предполагает выявление, создание, представление, изложение и использование информации ...». Широко известный в научных кругах России исследователь из Великобритании К. Друри представляет предмет управленческого учета как «подготовку *информации*, необходимой для осуществления деятельности управленческого характера...».

Видные американские ученые Ч.Т. Хорнгрен и Дж. Фостер определяют предмет управленческого учета как упорядоченную совокупность информационных процедур, таких как: «идентификация, измерение, сбор, систематизация... интерпретация и передача *информации*, необходимой для управления какими-либо объектами». Их коллеги и соотечественники Р. Энтони и Дж. Рис к числу приоритетов относят информационный процесс в управленческом учете, идентифицируя

его как «выявление, измерение, сбор, подготовка, передача и прием *информации*».

Вместе с тем существует ряд альтернативных взглядов на проблему структурирования предмета управленческого учета. Так, по мнению Е.А. Мизиковского, содержание предмета управленческого учета связано с процессами «... планирования, нормирования, лимитирования, анализа, контроля и разработки управленческих решений». С.А. Николаева рассматривает управленческий учет как систему «управления предприятием, которая интегрирует в себе ... различные методы управления и подчиняет их достижению единой цели».

Заслуживает внимание интересное суждение Я.В. Соколова о том, что предметом управленческого учета по существу является «учет затрат и калькулирование себестоимости...». Созвучным данному мнению является вывод, сделанный С.А. Стуковым, о том, что управленческий учет является результатом диалектического развития калькуляционной бухгалтерии.

Приведенные научные суждения позволяют сделать вывод, что в современной теории бухгалтерского учета доминирует представление о том, что предмет управленческого учета позиционируется как совокупность взаимосвязанных информационных процедур подготовки информации, необходимой для продуктивной реализации поставленных целей и задач управления предприятием в условиях рыночных отношений. Иными словами, большинство теоретиков учета сошлись во мнении, что предметом управленческого учета можно считать процесс генерирования сведений, необходимых для осуществления *эффективного менеджмента* хозяйствующего субъекта.

Однако этот подход, по нашему мнению, требует существенного уточнения, связанного с объективной необходимостью ограничения области применения информации, формируемой посредством управленческого учета. Безусловно, что управленческий учет является мощным информационным инструментом в менеджменте предприятия, но вполне очевидно, что его данные не могут служить сырьем для изготовления «лекарств от всех болезней» и применимы, допустим, в управлении персоналом, в стратегическом планировании или инвестиционном проектировании.

Мы полагаем, что информация, генерируемая средствами управленческого учета, концептуально ориентирована на пользование в *опе-*



*ративном управлении* затратами и результатами обычной деятельности хозяйствующего субъекта, т.е. в *краткосрочном временном контуре* менеджмента хозяйственных процессов производства и продажи продукции предприятием в рыночных условиях. Использование информационного ресурса управленческого учета является мощным инструментом повышения *производительности* обычной деятельности предприятия, и, прежде всего, в ее узких местах. Вектор информационной поддержки принятия управленческих решений средствами управленческого учета направлен на обеспечение максимизации рентабельности, на оперативное выявление и устранение непроизводительных затрат, непрерывное совершенствование производственно-сбытового процесса.

Учет производительности предполагает максимально точное определение и оценку наиболее значимых для принятия решений и выработки стратегий технико-экономических характеристик определенного производственно-технологического процесса в заранее заданный период времени.

Аргументацией нашего вывода может служить принятый в управленческом учете как приоритетный постулат о разделении производственных затрат на переменные и постоянные. Известно, что такое разделение актуально только в относительно непродолжительный период произ-

водственно-сбытового цикла, поскольку очевидно, что в длительном временном интервале поведение затрат носит динамичный, переменный характер.

Информация управленческого учета, по нашему мнению, должна отражать количественные и стоимостные характеристики зависимости «затраты-результаты», которые, в свою очередь, лежат в основе конструкции информационного пространства управления обычной деятельностью хозяйствующего субъекта.

Таким образом, *предмет* управленческого учета нам видится в информационной поддержке оперативного управления затратами и их результатами в сфере обычной деятельности хозяйствующего субъекта.

#### Библиографический список

1. Вахрушина, М.А. Бухгалтерский управленческий учет: учеб. пособие / М.А. Вахрушина. – М.: ВЗФЭИ ЗАО «Финстатинформ», 1999.
2. Врублевский, Н.Д. Управленческий учет издержек производства: теория и практика / Н.Д. Врублевский. – М.: Финансы и статистика, 2002.
3. Друри, К. Учет затрат методом стандарт-костс / К. Друри: пер.с англ. под ред. Н.Д. Эриашвили. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 1998.
4. Ивашкевич, В.Б. Бухгалтерский управленческий учет: учеб. для вузов / В.Б. Ивашкевич. – М.: Юристъ, 2003.
5. Мизиковский, И.Е. Анализ соотношения «затраты-объем-прибыль» сдачи в аренду полезных площадей пассажирской инфраструктуры железнодорожного транспорта / И.Е. Мизиковский // Современный бухучет. – 2003. – № 7.

## МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОГЕРЕНТНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР

А.И. КУКШИН, *каф. менеджмента и маркетинга МГУЛ, канд. экон. наук*

**А**нализ тенденций социально-экономического развития общества позволяет утверждать, что в экономике XXI в. начинает доминировать сетевая экономика.

В России сетевая экономика набирает силу, создаются информационные системы федеральных и региональных органов государственной власти, взаимодействующих между собой и муниципальными образованиями, системы информационной коммерции и др. Учитывая развитие Интернета в мире, можно утверждать, что инфраструктура глобальной сети является определяющей в сетевой экономике. Достаточно сказать, что в РФ этот сектор экономики характеризуется высокими темпами роста – 80 % в год.

В результате встраивания информационных технологий в процесс функционирования предприятий создаваемые информационные сети исторически выступают предшественницами глобальной сетевой среды. Удачное использование информационных технологий превращает федеральные и региональные органы государственной власти, крупные холдинги в когерентные структуры, что дает им новое качество, отличное от предшествующей традиционной формы существования. Главный выигрыш от этого состоит в улучшении использования всех ресурсов организации, росте ее гибкости и адаптивности к внешним и внутренним проблемам, а также в повышении качества принимаемых решений.

При формировании сетевой экономики возможно превращение традиционных организаций в когерентные экономические структуры. Эти процессы захватывают всю иерархическую вертикаль в экономике, т.е. сетевая модернизация в той или иной степени затрагивает как нижний уровень, состоящий из отдельных предприятий, так и образуемые ими финансово-промышленные группы, международные объединения, федеральные и региональные органы государственной власти, а также региональные и глобальные рынки.

Когерентная экономическая структура (КЭС) – экономическое объединение предприятий, учреждений, организаций, а также их структурных подразделений в целях синхронизированной совместной экономической деятельности на основе единой сети в условиях нестабильной внешней среды.

Функционирование КЭС осуществляется в основном по схеме «бизнес-потребитель», предполагающей организацию электронного взаимодействия с конечным потребителем, или по схеме «бизнес-бизнес», охватывающей область электронного взаимодействия между бизнес-партнерами или структурными подразделениями в рамках одной бизнес-структуры.

Типичными разновидностями когерентных экономических структур являются следующие:

- биржи, которые работают по правилам горизонтальной интеграции элементов КЭС;
- холдинги, в которых за счет вертикальной интеграции и единой информационной системы формируется экономическое объединение управляющей холдинговой компании и дочерних предприятий холдинга в целях совместной экономической деятельности. Управляющая холдинговая компания при этом координирует действия, обеспечивает защиту прав своих дочерних предприятий ;
- органы федеральной и региональной государственной власти (министерства, агентства, региональные и муниципальные администрации), объединенные единой вертикально интегрированной системой обработки информации;
- субъекты электронного взаимодействия различных вертикально интегрированных структур с клиентами и бизнес-партнерами, которые относятся к КЭС с комбинированной интеграцией.

В настоящее время в различных областях науки, описывающих процессы в природных и социальных системах, все шире используются идеи самоорганизующихся систем, формируется синергетическая методология управления социально-экономическими системами.

Постановка проблемы создания теории самоорганизующихся систем восходит к работам лауреата Нобелевской премии И.Р. Пригожина, а также трудам Г. Хакена, основоположника синергетики. Синергетика как новое междисциплинарное научное направление нацелена на исследование взаимодействий в процессах возникновения и поддержания самоорганизации в системах открытого типа.

Базовыми принципами синергетической методологии являются принцип открытости, принцип нелинейности и принцип когерентности. Система является открытой, если обладает источниками и стоками по информации, веществу и энергии – всеми вместе или каждым по отдельности. Математически нелинейные зависимости в социально-экономических системах выражаются нелинейными функциями одного или нескольких переменных. Когерентность означает самосогласованность сложных процессов в различных системах.

Несмотря на существующую проблему повышения эффективности согласования деятельности элементов КЭС в условиях нестабильной внешней среды, известные в настоящее время решения не дают удовлетворительных результатов. Основной причиной этого является отсутствие методологии формирования КЭС. Кроме того, необходима разработка инструментальной базы КЭС. В связи с этим разработка теоретических основ и инструментария управления КЭС в условиях нестабильной внешней среды, обеспечивающих решение названной проблемы, является в настоящее время своевременной и актуальной.

Важной задачей является разработка методологии управления когерентными экономическими структурами на основе распределенных информационно-аналитических сетей.

Для достижения цели в рамках исследования поставлены следующие задачи:

- разработать концепцию формирования когерентных экономических структур;
- провести классификацию КЭС и обобщить теоретические представления о важнейших

различиях в способах организации инструментальных сред, используемых в КЭС;

– выполнить обобщенное описание КЭС с использованием теории вероятности и средств математического моделирования;

– создать теоретические основы оперативной адаптации диссипативных когерентных экономических структур к изменениям внешней среды;

– определить принципы построения и основные требования к нейронным сетям как к средству оперативной адаптации диссипативных когерентных экономических структур.

Объектом исследования являются когерентные экономические структуры. Предмет исследования состоит в разработке методологии управления когерентными экономическими структурами в условиях нестабильной внешней среды.

Методология исследования основана на современных представлениях синергетики. В качестве конкретных методов применялись системный анализ, теория адаптивного управления сложными системами, методы структурного анализа сложных процессов.

В качестве источников, составляющих информационную базу исследования, использованы официально опубликованные данные органов государственной статистики и аналитических обзоров научных центров, методическая, аналитическая, проектная, плановая, нормативная, учетная и отчетная документация ведомственного характера, а также фактические данные, полученные автором при реализации результатов исследования с 1997 по 2007 гг.

Осуществлено теоретическое обобщение и решение крупной научной проблемы создания методологии построения когерентных экономических структур.

К числу наиболее существенных результатов, полученных лично автором и обладающих научной новизной, относятся :

1. Определены параметры КЭС в условиях нестабильной внешней среды на основе самоорганизующихся нейросетей.

2. Предложена классификация КЭС с учетом принципов параллельности обработки информации, адаптивности и однородности. Выделены классы КЭС с различной степенью когерентности элементов КЭС.

3. Разработаны принципы управления КЭС на основе использования специального инс-

трументария, получившего название – гибридные нейросетевые комплексы (ГНСК).

4. Разработана методика многофакторного анализа внешней среды и внутренних бизнес-процессов КЭС с использованием гибридных нейросетевых комплексов. Обосновано положение о том, что возможности реструктуризации КЭС, постановка новых целей системы управления в связи с появлением новых проблем, сохранение или повышение уровня конкурентоспособности при изменении внешней среды определяются свойствами адаптивности КЭС. При этом адаптивность рассматривается как реакция КЭС на изменение внешней среды.

5. Исследованы процессы управления КЭС, в рамках которого были выработаны основные требования к КЭС (открытость, адаптивность, когерентность). При анализе КЭС комплексной степенью когерентности является нормированная корреляционная функция нескольких независимых переменных, характеризующих исследуемый объект. Пространственные и временные корреляционные функции определяют, соответственно, пространственную и временную когерентность случайных полей, характеризующих элементы КЭС, состоящие из управляющего элемента сети и дочерних элементов КЭС.

6. Проведен анализ нестабильной внешней среды КЭС с использованием ГНСК. Разработан способ измерения когерентности бизнес-процессов с использованием самоорганизующихся нейросетей Кохонена.

7. Предложена синергетическая концепция управления КЭС с учетом нестабильной внешней среды. Синергетический подход ориентирован на самоорганизацию КЭС и образование диссипативных КЭС.

8. Разработана методология функционирования диссипативных КЭС. Диссипативные КЭС обеспечивают процесс сбыта товаров и услуг на основе электронного портфеля срочных контрактов.

9. Предложена методика построения и определены основные требования к КЭС для обеспечения процессов закупки с учетом влияния нестабильной внешней среды. Разработанная методология организации закупки товаров и услуг КЭС позволяет согласовать закупочную деятельность КЭС с изменениями внешней среды.

10. Предложена методика эффективного контроллинга КЭС в условиях нестабильной вне-

шной среды. Проведено моделирование системы на основе технологии Intellsoft Vizion, реализованной в виде комплексов АРМ.

Практическая значимость исследования заключается в том, что его положения ориентированы на широкое использование при создании новых и развитии существующих КЭС. Полученные результаты, сделанные выводы и рекомендации могут быть использованы при создании КЭС разработчиками информационных систем.

Рассматриваются фундаментальные проблемы и сложившиеся тенденции изменчивости бизнеса в условиях всеобъемлющей информатизации экономики и общества. На основе принципов параллельности выполнения операций, адаптивности логической структуры и однородности элементов нейросети предложены принципы построения распределенной информационно-аналитической гибридной нейросети с возможностями достижения высокой производительности вычислений в социально-экономической сфере. Введено понятие когерентности бизнес-процессов. Предложен способ измерения когерентности двух бизнес-процессов на основе самоорганизующихся нейросетей.

Одним из лучших на сегодня инструментов рыночных преобразований является система контроллинга. Контроллинг КЭС – система эффективного управления КЭС, ориентированная на его долгосрочное функционирование и основанная на

внедрении в практику методов и средств современного менеджмента. Контроллинг КЭС интегрирует в единую систему учет, планирование, контроль и анализ на основе целей функционирования КЭС. Основой контроллинга является текущее сопоставление плановых и фактических показателей, а также выработка решений на основе этих сопоставлений. Система контроллинга реализует многоуровневую технологию адаптации КЭС и особенно актуальна для КЭС, сильно зависящих от факторов нестабильности внешней среды.

Решение сложных задач управления КЭС невозможно без отказа от концепции последовательного выполнения операций. Увеличение производительности при этом достигается за счет параллельно работающих элементов КЭС.

Переход к параллельному выполнению операций или распределенной обработке информации стал возможен благодаря введению принципиально новой модели системы обработки информации в КЭС. Эта модель строится на принципах параллельного выполнения операций, переменной логической сетевой структуры, конструктивной однородности сети (рис. 1).

Используя эту модель, удалось предложить широкий класс новых когерентных экономических структур.

В КЭС при параллельной обработке информации может выполняться одновременно сколь угодно большое число операций.

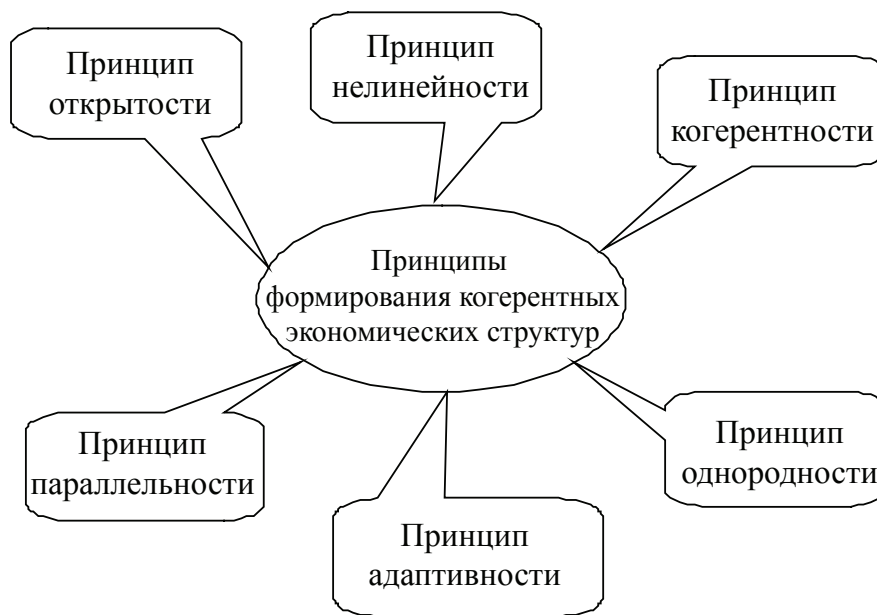


Рис. 1. Принципы формирования когерентных экономических структур

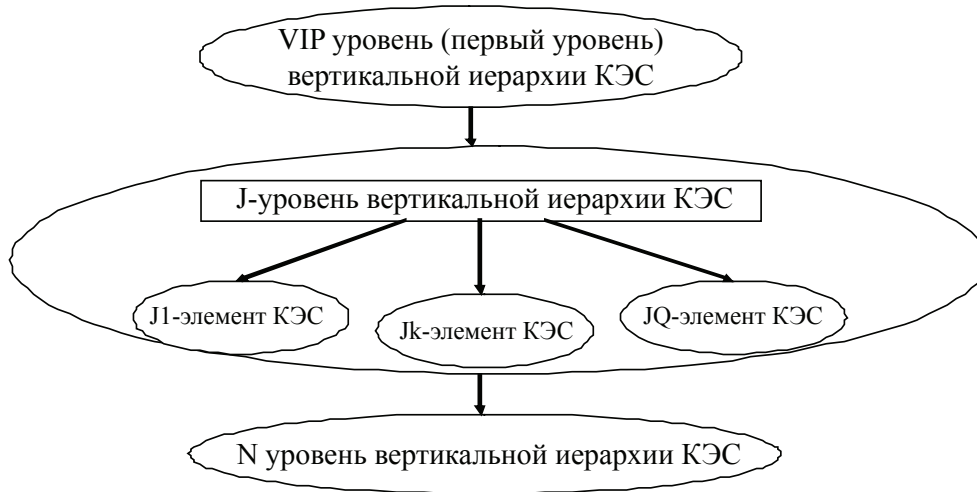


Рис. 2. Многоэлементная адаптивность вертикально-интегрированной когерентной экономической структуры

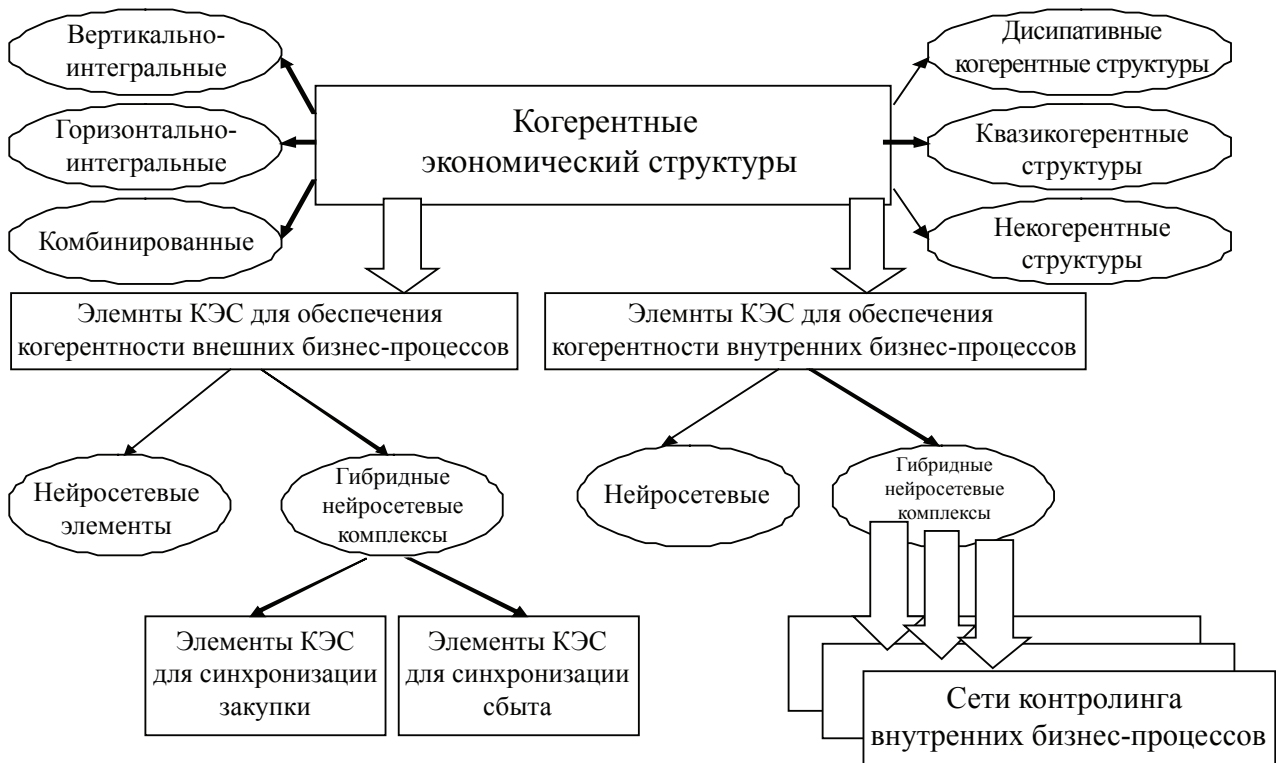


Рис. 3. Классификация когерентных экономических структур

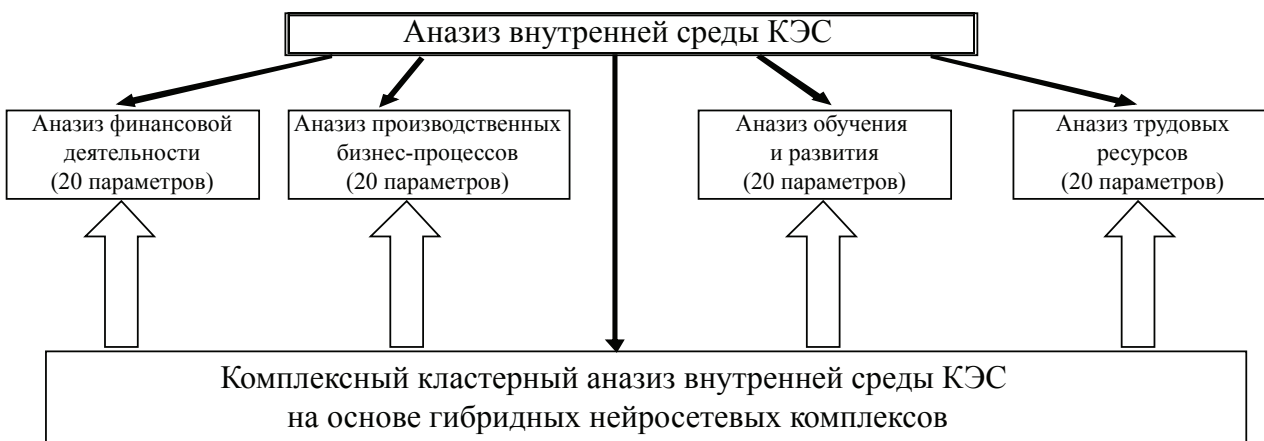


Рис. 4. Кластерный анализ внутренней среды КЭС на основе гибридных нейросетевых комплексов

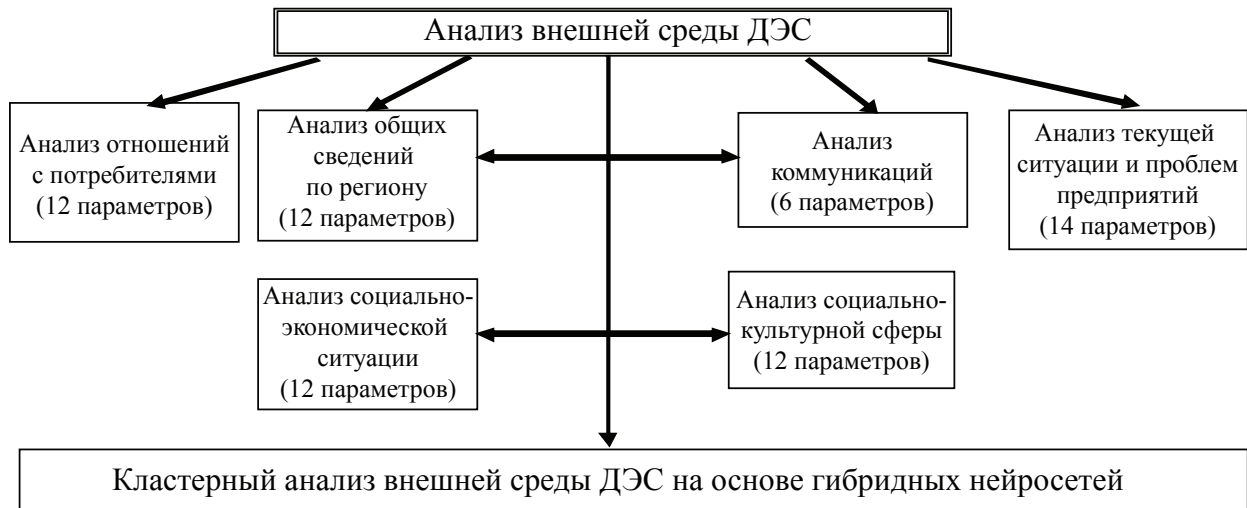


Рис. 5. Кластерный анализ внешней среды КЭС на основе гибридных нейросетевых комплексов

Принцип параллельности соблюдается на уровне задачи, алгоритма, модели. Согласно этому принципу сложные задачи управления КЭС должны быть сформулированы так, чтобы они допускали параллельное решение большого числа связанных между собой подзадач меньшей сложности.

Поскольку информационные связи в КЭС между частями сложной управленческой задачи не разрываются, фактически никакие ограничения на класс решаемых задач не налагаются.

Правильность этого принципа обусловлена тем, что по своей природе все сложные задачи управления КЭС допускают параллельный способ их решения. Принцип параллельности обработки информации КЭС имеет принципиальное значение, так как благодаря ему снимается принципиальное ограничение производительности вычислений при одновременном достижении их эффективности.

В данной работе на основе предложенных принципов параллельности выполнения произвольного числа операций, адаптивности логической структуры и однородности элементов сети предложена теория построения КЭС с возможностями достижения высокой производительности вычислений при решении управленческих задач.

Многоканальная адаптивность достигается в результате использования в КЭС иерархических многоуровневых сетей, реализующих традиционные технологии решения экономических и управленческих задач, используемых несколькими уровнями иерархии (вертикали) в

процессе принятия стратегических, тактических или оперативных решений КЭС. Многоуровневость достигается тогда, когда один элемент КЭС находится в отношении подчинения к другому элементу КЭС и эта зависимость формируется сверху вниз (рис. 2).

Предложена классификация КЭС, позволяющая получить развернутую оценку их функциональных возможностей, особенностей построения и тенденций развития (рис. 3).

При отсутствии корреляционных связей между элементами КЭС имеют место некогерентные КЭС. При максимальном значении корреляционной функции имеют место когерентные КЭС.

Промежуточное положение занимают квазикогерентные КЭС. Причем сама когерентность может изменяться во времени. Причины изменения когерентности могут быть как внутренними, так и внешними. При этом основное влияние на когерентность оказывает внешняя среда.

Внешняя среда оказывает влияние на степень когерентности КЭС.

Одной из разновидностей КЭС являются когерентные экономические структуры, использующие гибридные нейросети, которые совмещают самоорганизующуюся нейронную сеть с OLAP – технологиями на базе единого хранилища данных.

К ГНСК будем относить гибридные нейросистемы, выполняющие свои функции на основе двухэтапной системы обработки информации. На первом этапе происходит кластеризация данных на основе самоорганизующейся нейросети

Кохонена. На втором этапе – дальнейшая обработка кластерной информации на основе OLAP-технологий.

Анализ внешней среды КЭС также проводится на основе ГНСК (рис. 5).

С целью выяснения областей применения КЭС ниже рассматриваются вертикально-интегрированные КЭС при решении задач управления социально-экономической сферой холдинга.

Создание гибридной структуры, совмещающей самоорганизующуюся нейронную сеть с OLAP-технологиями на базе единого обновляемого в реальном масштабе времени хранилища данных, является следующим этапом развития КЭС. Формируемый таким образом гибридный нейросетевой комплекс позволяет совмещать параллельные алгоритмы обработки информации на основе самоорганизующихся нейросетей с последовательными алгоритмами обработки информации.

При анализе внешней среды КЭС используется в режиме системы с параллельной обработкой информации, поступающей в реальном масштабе времени.

При анализе внутренних бизнес-процессов КЭС, как правило, ГНСК используется в режиме системы с последовательным во времени выполнением операций.

Таким образом, аналитическая информация КЭС изменяется во времени и в пространстве, что дает право относить их к динамическим системам. ГНСК выполняют свои функции на основе некоторой информации о внутренних бизнес-процессах КЭС и внешней среде. Процессы, связанные с выполнением функций ГНСК холдинга будем называть аналитическими операциями.

При таком подходе к КЭС подчеркивается их общая сущность, которая позволяет (как это будет видно далее) применять единые методы их синтеза.

При создании распределенной информационно-аналитической сети Федерального агентства по лесному хозяйству используются различные подходы, ориентированные на гибридные нейронные сети, объединяющие СОК Кохонена и OLAP-технологии. ГНСК облегчают труд сотрудников Рослесхоза, предоставляя им удобный интерфейс пользователя, прекрасные средства построения диаграмм и создания прототипов экранов и отчетов, возможности генерации

документации, инструментарий проектирования структур баз данных и процедур, основанных на реляционных, иерархических и объектно-ориентированных моделях.

На основании анализа структуры и задач, решаемых подразделениями Рослесхоза, был сделан вывод, что существующая организационная структура и действующая система обработки информации не отвечают современным требованиям управления, среда исследуемого объекта неоднородна, динамична, постоянно развивается, моделирование системы является сложной задачей и требует адекватных методов и средств решения. Необходимый уровень системности при указанной сложности модели был достигнут с использованием инструментария ГНСК, что обеспечило построение полной и непротиворечивой модели КЭС «Рослесхоз».

На основе анализа существующих на рынке программного обеспечения ГНСК по следующим главным критериям: тип используемых методологий проектирования; технические характеристики; этапы жизненного цикла, поддерживаемые системой; организационное и методическое обеспечение; методы управления моделированием; стоимость приобретения; время обучения – был сделан вывод о целесообразности использования методологий Intellsoft Vizion – 1.

Целью создания КЭС «Рослесхоз» является организация регламентного сбора информации о состоянии лесных ресурсов РФ; формирование, актуализация и ведение электронных каталогов, базы данных и единого хранилища аналитических данных о лесных ресурсах России; информационное обслуживание руководства с использованием приемов визуализации результатов анализа на территориальных картах, структурных схемах, календарных органайзерах и др.; превентивное информирование о возможных отклонениях от запланированных стоимости и сроков проведения мероприятий по проектам лесного хозяйства; обеспечение интерактивного поиска и моделирования приемлемых решений при маневрировании финансовыми и производственными ресурсами.

Когерентная экономическая структура «Рослесхоз» является многоуровневой системой и строится сверху вниз (рис. 6).

Первый (VIP-уровень) характеризуется наличием АРМ руководителя Рослесхоза и АРМ заместителя руководителя Рослесхоза по финан-

сам. По запросу в любой момент пользователи данного уровня могут оперативно получать любую информацию с требуемой степенью детализации.

На уровне II функционирует АРМ маркетинг, позволяющий анализировать сегменты лесного рынка, определять направления развития Рослесхоза, накапливать и получать необходимые данные о партнерах и методах их работы. Аналогичная база данных ведется по всем территориальным подразделениям Рослесхоза. Значительная часть этих данных поступает из АРМ III уровня (управления по субъектам федерации). Сбор данных осуществляет АРМ «Лесхозы и формирование результатов основной деятельности», который является нижним (IV) уровнем системы.

Необходимым условием администрирования КЭС «Рослесхоз» является также графическое представление данных.

Выводы и рекомендации по управлению КЭС, из которых главными являются следующие:

1. На основе всестороннего анализа принципов управления, трансформаций и эволюции промышленных и холдинговых групп в работе развивается существующая классификация и определяется когерентная экономическая структура как экономическое объединение предприятий, учреждений, организаций, а также их структурных

подразделений в целях синхронизированной совместной экономической деятельности на основе единой сети в условиях нестабильной внешней среды.

Функционирование КЭС осуществляется в основном по схеме «бизнес-бизнес», охватывающей область электронного взаимодействия между элементами КЭС и бизнес-партнерами, а также по схеме «бизнес-потребитель», предполагающей организацию электронного взаимодействия с конечным потребителем товаров и услуг КЭС.

Электронная биржа является частным случаем КЭС при горизонтальной интеграции элементов КЭС.

При наличии электронных внутрикорпоративных сетей холдинг является одной из разновидностей вертикально интегрированной когерентной экономической структуры, так как за счет вертикальной сетевой интеграции объединяет свои дочерние предприятия в целях совместной хозяйственной деятельности. Управляющая холдинговая компания при этом координирует действия, обеспечивает защиту прав своих дочерних компаний и представляет общие интересы в других организациях и учреждениях.

Схемы электронного взаимодействия различных вертикально интегрированных структур с клиентами и бизнес-партнерами относятся к КЭС с комбинированной интеграцией.

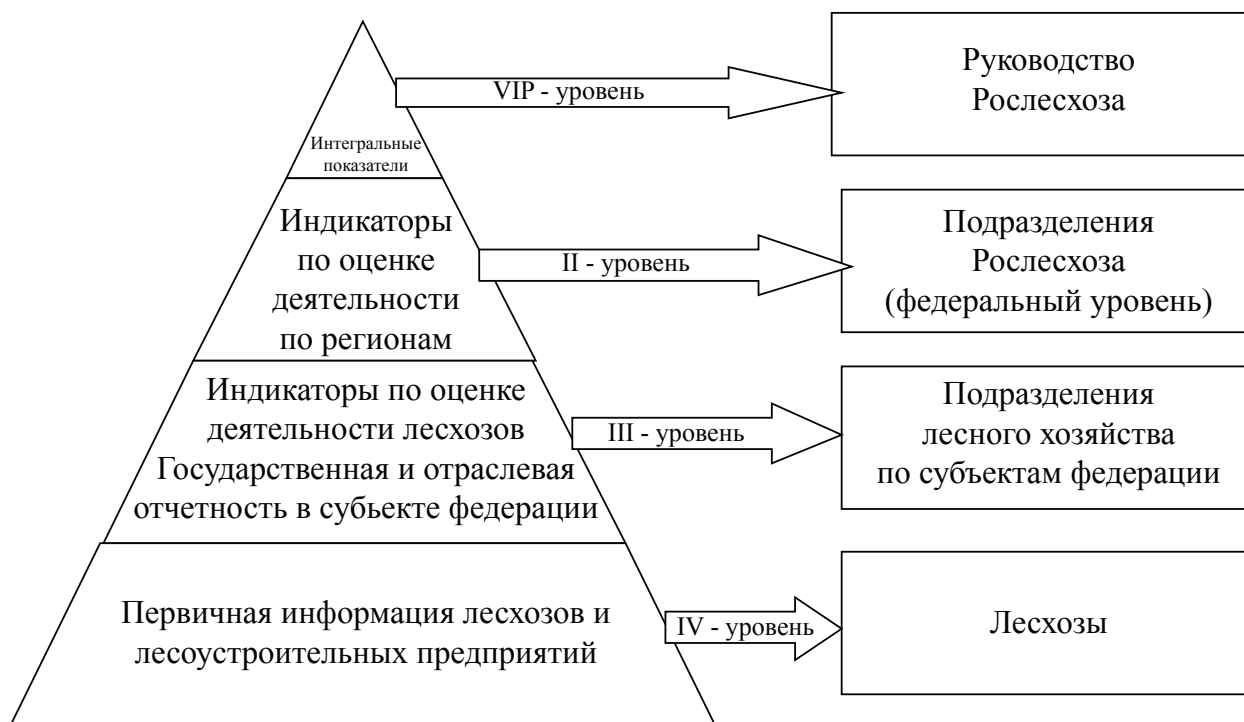


Рис. 6. Когерентная экономическая структура «Рослесхоз»



При этом под вертикально интегрированными структурами могут пониматься министерства, федеральные агентства, региональные администрации и холдинги.

2. Показано, что одним из ключевых элементов управления КЭС являются гибридные нейросетевые комплексы, обеспечивающие «проекцию основных бизнес-процессов на центры финансовой ответственности». Всякое решение в нейросети направлено на достижение какой-то цели, выбирается из ряда возможных кластеров и приводит к некоторым последствиям, по которым и должно оцениваться качество этого решения на основе  $N$ -мерного критерия качества.

Решение принимается нейросетевой структурой с помощью доступной к моменту его принятия информации двоякого рода. Одна ее часть обобщает прошлый опыт и представляет собой совокупность априорных сведений. Другая – это совокупность данных наблюдения за внешней средой (социально-экономической сферой региона), получаемых в процессе выработки решения непосредственно перед его принятием.

3. Использование технологий кластерного анализа и синтеза позволяют осуществить переход от рандомизированных технологий планирования деятельности КЭС в условиях рынка к синтезу систем планирования на основе заранее заданного  $N$ -мерного критерия качества КЭС.

Разработана концепция реструктуризации как постоянно действующего процесса адаптационных улучшений (эволюции жизненного цикла) параметров КЭС с учетом установленных внешней средой ограничений, а также предпочтений собственников и их финансовых возможностей на основе синергетической методологии. Базовыми принципами синергетической методологии являются принцип открытости, принцип нелинейности и принцип когерентности.

4. Показано, что для осуществления управления КЭС, контроля за его сохранностью и другими рисками, необходимо создание единого ГНСК, включающего все необходимые для анализа эффективности и рисков показатели. Разработаны методология и инструментарий создания системы управления КЭС в условиях нестабильной внешней среды. В ГНСК информация о внешней среде и последствия от принятия того или иного решения имеют статистическую природу и анализируются в параллельном режиме. В КЭС на основе ГНСК при анализе внешней среды необ-

ходимо принимать целую совокупность частных решений (по каждому кластеру), которые носят «многомерный» «векторный» характер.

5. При анализе на основе ГНСК стратегий обеспечения устойчивости и эволюционного развития КЭС рекомендуется реализовывать реструктуризацию как взаимосвязанный комплекс мероприятий по системному приведению КЭС в соответствие с меняющейся внешней средой. Успех проекта может быть достигнут только за счет разработки целостной стратегии реструктуризации всей КЭС на основе  $N$ -мерного критерия качества.

6. Предложены единые принципы управления КЭС на основе синергетической методологии. Предложены и описаны системные принципы, используемые при разработке концепции КЭС и предполагающие определенную последовательность – от целей создания КЭС к его составу, его модели, распределению функций и контрольным показателям.

7. Разработанная и апробированная экспертно-аналитическая методика финансовой стабилизации обеспечивает повышение эффективности КЭС и должна затрагивать структурные преобразования, финансовую устойчивость. Рекомендуется рассматривать программу реструктуризации КЭС как инструмент обеспечения ее развития на основе  $N$ -мерного критерия качества.

Установление определенного нормативного уровня доходности для элемента КЭС может быть обязательным условием изменения финансирования этого элемента в следующем плановом периоде. Предлагаемая адаптивная технология инвестирования в КЭС будет способствовать поэтапному увеличению доходности дочерних предприятий холдингов.

8. Рассматривается управление КЭС на основе  $N$ -мерного критерия качества как целостная концепция, которая требует не только изменения парадигмы целей управления, но и соответствующих структурных преобразований: переопределение целей и ответственности, изменение структуры КЭС, разработка «сквозных» стратегических программ и организационных процессов, корректировка управленческих процедур и соответствующих структурных преобразований, приводящих к повышению доходности КЭС и являющихся основой всех бизнес-решений.

9. На основе исследования процессов и методов обеспечения устойчивости, эволюции КЭС показано, что устойчивость функционирования КЭС относительно общих стратегических целей основана не столько на единой структуре собственности, сколько на получении совместно-синхронного контроля над ключевыми активами и бизнес-процессами.

10. Задачей руководителя вертикально интегрированной КЭС является выбор такого решения, которое, исходя из поставленной цели, приводило бы к наиболее благоприятным последствиям применительно к значению функции пространственно-временной доходности.

Вертикально интегрированные КЭС могут серьезно повысить доходность инвестиций за счет регулярного контроллинга деятельности дочерних предприятий. Установление нормативов минимальной доходности для различных типов и категорий КЭС с учетом специфики данного региона позволит повысить эффективность деятельности вертикально интегрированных КЭС. В частности, КЭС Федерального агентства по культуре и кинематографии с акцентом на оптимизацию доходности и других производных от нее показателей позволила повысить эффективность финансирования учреждений Федерального агентства по культуре и кинематографии в различных регионах.

Данные рекомендации были учтены также в Федеральном агентстве лесного хозяйства, Федеральном агентстве по промышленности, региональных администрациях и ведущих холдингах. Рассмотренные КЭС технически реализованы с применением технологий IntellsoftVision-1.

Положения и рекомендации, разработанные под руководством и при непосредственном участии автора, были применены в проектах отраслевых и корпоративных информационных систем. Среди них:

1. Федеральное агентство по промышленности Российской Федерации – система контроллинга международных экологических проектов G8;

2. Министерство природных ресурсов Российской Федерации – система контроллинга основных финансовых показателей;

3. Федеральное агентство лесного хозяйства МПР Российской Федерации – система контроллинга основных показателей деятельности;

4. ОАО «Российские железные дороги» – система маркетинговых исследований товаров и услуг;

5. Федеральное агентство по культуре и кинематографии – система отраслевого контроллинга социально-экономической сферы регионов.

Основные научные результаты докладывались и были одобрены на международных, всероссийских, республиканских и городских научных и научно-практических конференциях, симпозиумах и семинарах. В их числе: международный симпозиум «Россия в электронном мире» Президиум РАН, 2002 г.; доклад на международной конференции «Electronic Imaging & Visual Arts» под эгидой Комиссии Европейского сообщества, семинар на международной конференции Софтул (2003), конференция «Электронная Москва» (2003), дистанционному образованию (1997); научные конференции в Московском государственном университете леса (1997, 1999, 2003–2005) и др.

#### Библиографический список

1. Кукшин, А.И. Методы управления финансовыми рисками / А.И. Кукшин. – М.: МГУЛ, 1999.
2. Кукшин, А.И. Развитие лесного комплекса на основе формирования электронного рынка товаров и услуг и совершенствования арендных отношений / А.И. Кукшин. – М.: МГУЛ, 2003.
3. Кукшин, А.И. Электронные маркетинговые технологии / А.И. Кукшин. – М.: МГУЛ, 2004.
4. Кукшин, А.И. Статистический синтез планово-аналитических систем / А.И. Кукшин. – М.: МГУЛ, 2004.
5. Кукшин, А.И. Формирование электронного рынка природных ресурсов / А.И. Кукшин. – М.: МГУЛ, 2004.
6. Кукшин А.И. Рынок ценных бумаг / А.И. Кукшин. – М.: МГУЛ, 1997.
7. Кукшин, А.И. Банковский менеджмент / А.И. Кукшин, М.А. Давтян. – М.: АТ и СО, 1997.
8. Кукшин, А.И. Оптоэлектронные процессоры адаптивных антенных решеток / А.И. Кукшин, А.Ю. Гринев, Е.Н. Воронин // Зарубежная радиоэлектроника. – М.: Радио и связь, 1986. – № 10.
9. Кукшин, А.И. Оптическая система формирования и разводки СВЧ-сигналов для линейной передающей ФАР / А.И. Кукшин, Е.С. Пузаков, В.В. Савин // Антенные решетки и радиооптические устройства для пространственно-временной обработки сигналов. – М.: Издательство МАИ, 1991.

## ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Д.Р. МАКЕЕВА, доц. каф. стандартизации, патентования и менеджмента МГУС, канд. экон. наук

Лесной комплекс сегодня – это крупнейший, мало задействованный потенциал российской экономики. По мнению специалистов, только экспорт продукции отрасли вполне мог бы достигать 20–30 млрд долл./год, что сопоставимо с экспортными поставками в нефтегазовой отрасли и заметно превосходит вывоз металла. Реально же объем экспорта составляет на сегодняшний день менее 7 млрд долл. (по данным Thomson Financial). Кроме того, нет и стабильного роста внутреннего объема производства, например, в 2002 г. рост составил около 2 %, а в 2005 г. – чуть более 3 %. Основными причинами такой ситуации в лесопромышленном комплексе являются:

- 1) отсутствие должного внимания к данной отрасли со стороны Правительства;
- 2) отсутствие интереса со стороны предпринимательских структур;
- 3) катастрофический износ и моральное старение основных фондов (более 80 %).

В нынешних условиях отрасль остро нуждается в инвестициях. Причем не столько в разовых капиталовложениях, пусть даже и очень крупных, как в масштабных инвестиционных проектах, рассчитанных на многие годы. Аналитики ведущих инвестиционных компаний говорят о необходимости привлечения в комплекс не менее 2–3 млрд долл. в год. По оценкам других специалистов, для оптимального развития лесного комплекса требуется 1,3 трлн руб. в течение ближайших 15 лет. И эти суммы не выглядят слишком фантастическими, учитывая, что износ основных фондов в отдельных сегментах отрасли достигает 80 % при среднем показателе по России – чуть более 50 %. К таким затратам российские участники рынка в настоящее время явно не готовы. Нет этих денег и у государства.

Инвесторы не стремятся нести свои деньги в лесопромышленный комплекс, и у них для этого есть большие основания:

- достаточно сложен и неэффективен действующий механизм доступа к лесным ресурсам;
- наличие таких явлений, как незаконная вырубка лесов, отсутствие со стороны правоохра-

нительных органов действий в отношении браконьеров;

- отсутствие правовой поддержки собственников лесных ресурсов и их защита от недружественных поглощений;
- отсутствие эффективных моделей развития лесопромышленного комплекса и, как следствие, низкая доходность данной отрасли;
- отсутствие развитой отечественной машиностроительной базы для лесопромышленного комплекса.

Все вышеперечисленные проблемы создают серьезные барьеры для прямых инвестиций. Кроме того, временной фактор также играет большую роль: ведь вложенные сегодня деньги в данную отрасль смогут дать отдачу только через пять–шесть лет. Это достаточно серьезная проблема.

В этой связи одним из направлений развития лесопромышленного комплекса, которое отражено в концепциях развития многих региональных представительств лесопромышленного комплекса РФ, является интеграция путем слияний и поглощений, создание корпоративных структур.

Слияние и поглощение предприятий стало одним из наиболее характерных путей развития российского бизнеса. Этот процесс в современных условиях становится явлением обычным.

За последнее десятилетие увеличилось не только количество сделок по слиянию и поглощению, но и общая сумма и размеры сделок. Несомненно, что в основе всех слияний и поглощений лежит стремление собственников компаний к получению дополнительной выгоды. При этом решение вопроса о получении дополнительных выгод таким образом могут объясняться как внешними, так и внутренними проблемами компании. Обобщая опыт различных исследований, можно выделить следующие наиболее часто упоминаемые мотивы, движущие менеджментом компаний и лежащие в основе принятия решения о слиянии или поглощении (в некоторых источниках – «теории слияний и поглощений»):

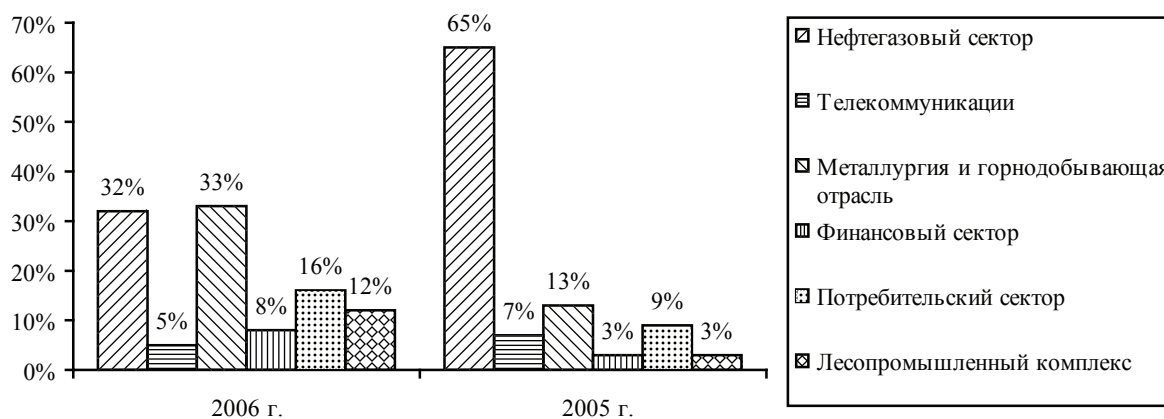


Рисунок. Рынок слияний и поглощений в отраслевом разрезе в 2005–2006 гг. (по данным Thomson Financial)

- 1) синергетические эффекты;
- 2) налоговые мотивы;
- 3) покупку компании ради обладания ее активами по цене меньше стоимости замещения;
- 4) диверсификацию;
- 5) личные мотивы управляющих;
- 6) покупку компании с целью ее последующей продажи по частям [1].

Рассматривая развитие рынка слияний и поглощений по отраслям промышленности, можно сказать, что в 2006 г. произошло существенное изменение в отраслевой структуре. Наблюдалось более равномерное распределение объемов слияний и поглощений между отраслями по сравнению с 2005 г. (рисунок). Это объясняется тем, что в 2005 г. несколько крупных сделок в нефтегазовой отрасли значительно уменьшили долю других отраслей в общем объеме слияний и поглощений.

Необходимо подчеркнуть, что в 2006 г. объем сделок по слиянию и поглощению в четырех отраслях из пяти крупнейших (за исключением сектора телекоммуникаций) увеличился более чем в 2 раза по сравнению с аналогичным периодом 2005 г. Заметное увеличение доли лесопромышленного комплекса также является позитивным признаком развития рынка, свидетельствующим о его дальнейшей диверсификации и является перспективными для будущего развития.

Создание холдинговых компаний в лесопромышленном комплексе может решить следующие основные задачи:

- сохранение существующих и восстановление разорванных технологических кооперированных связей между предприятиями;
- снижение издержек производства;

- увеличение объемов инвестиций, финансовое оздоровление производств, прежде всего лесозаготовительных;
- обновление основных производственных фондов;
- повышение квалификации кадров;
- повышение уровня управляемости предприятием;
- разработка единой маркетинговой политики и стратегии управления;
- усиление экономического регулирования и координации деятельности предприятий со стороны федеральных исполнительных органов власти;
- создание новых перспективных производств и развитие капиталоемких производств.

Основными преимуществами функционирования холдинговых структур являются:

- возможность создания технологических цепочек от добычи сырья до выпуска готовой продукции и доведения ее до потребителя;
- сбалансированная деятельность на основе общих целей;
- сохранение оперативного руководства и хозяйственной самостоятельности на уровне предприятия;
- более гибкое реагирование на изменение конъюнктуры;
- экономия на торговых, маркетинговых и прочих услугах;
- использование преимуществ диверсификации производства;
- единая налоговая и финансово-кредитная политика;
- возможность варьирования финансовыми и инвестиционными ресурсами;

- возможность получения поддержки в сложные периоды деятельности предприятия;
- облегчение фискального бремени.

В условиях, когда при сложившейся системе уровень цен на отечественном рынке лесоматериалов диктуется, прежде всего, их потребителями, холдинговые структуры должны учитывать интересы работающих на всей территории региона лесопромышленников и на этой основе проводить эффективную маркетинговую работу, формировать и изучать рынок, прогнозировать колебания в ценообразовании.

Основными функциями головных компаний интегрированных структур должно быть стратегическое планирование и принятие стратегических решений, отслеживание и реакция на изменения конъюнктуры рынка, выбор направлений использования финансовых ресурсов, организация управления дочерними предприятиями, входящими в группы, помощь им в принятии организационных и кадровых решений, отбор перспективных проектов и решение вопросов привлечения в них инвестиций.

В настоящее время особую актуальность приобретает техника реструктурирования за счет расширения бизнеса, которая реализуется, как правило, посредством слияния и поглощения (присоединения).

Процесс слияния–поглощения обладает рядом преимуществ по сравнению со стратегиями «внутреннего роста»:

1) вхождение на рынок нового товара через поглощение занимает несколько недель или месяцев, тогда как развитие своего внутреннего производства обычно занимает годы;

2) приобретение компании с сильной позицией на рынке, как правило, менее дорогостоящий процесс, чем ведение конкурентной борьбы для нового «вхождения» на рынок или расширение доли на рынке;

3) зачастую трудно развить за счет внутренних резервов такие стратегические активы, как торговые имена, дистрибьюторская сеть, новые технологии, патенты, торговые марки и квалифицированный управленческий персонал;

4) реально существующая компания обычно является менее рискованным бизнесом, чем создание и развитие новой компании.

Опыт организации слияния компаний в экономически развитых странах и в России показывает экономическую эффективность такой

реорганизации. Как правило, посредством слияния–поглощения компании могут значительно увеличить эффективность своей деятельности за счет существенной экономии на текущих издержках, оптимизации управления и повышения конкурентоспособности.

Об эффективности данных мероприятий свидетельствуют и происходящие сделки в лесопромышленном комплексе. Так, например, в текущем году будет сформирована новая холдинговая структура в лесопромышленном комплексе с участием зарубежных и российских фирм. «International Paper», ведущая целлюлозно-бумажная компания мира, приобретает 50 % доли акций «Ilim Holding» («Илим Палп»), крупнейшей лесопромышленной компании России.

«Ilim Holding» владеет четырьмя крупнейшими российскими целлюлозно-бумажными комбинатами в европейском и сибирском регионах страны. Комбинаты находятся в процессе консолидации в российское открытое акционерное общество «Группа Илим», являющееся дочерней компанией «Ilim Holding». «Группа Илим» будет управляться советом директоров, куда войдут представители «Илим Палп» и «International Paper». Штаб-квартира новой компании будет находиться в Санкт-Петербурге.

Данное предприятие будет фокусироваться на увеличении производства продукции высокой добавленной стоимости, такой как офисная бумага, беленая упаковка и гофроупаковка, а также товарной целлюлозы, по поставкам которой «Илим Палп» занимает лидирующие рыночные позиции в России и Китае.

Долгосрочная инвестиционная программа, разработанная партнерами для совместного предприятия, предполагает, что в целлюлозно-бумажные комбинаты будет инвестировано около 1,2 млрд долл. (более 30 млрд руб.) в течение пяти лет. Эти крупные инвестиции будут направлены на модернизацию комбинатов с последующим увеличением объемов производства более чем на 50 % и позволят развивать производство новых видов продукции с высокой добавленной стоимостью.

Целлюлозно-бумажный комбинат, которым «International Paper» управляет на правах собственника в настоящее время в Светогорске (Ленинградская область), в совместное предприятие не войдет. Комбинат будет продолжать поставки офисной бумаги и качественной упаковки на российский ры-

нок. Аналогичным образом деревоперерабатывающие предприятия «Илим Палп» также не войдут в ОАО «Группа Илим». Вместо этого на их базе будет образован крупнейший российский деревоперерабатывающий холдинг. Новое предприятие будет развиваться самостоятельно и вносить свой вклад по удовлетворению стремительно растущего спроса на строительные и отделочные материалы и строительство деревянного жилья в России [2].

Таким образом, структурная перестройка лесопромышленной отрасли должна и даль-

ше продолжаться с учетом создания в регионах хозяйственных субъектов (на базе лесопромышленных холдинговых компаний, крупных акционерных обществ), обеспечивающих эффективное управление отраслью.

#### Библиографический список

1. Гританс, Я.М. Корпоративные отношения: Правовое регулирование организационных форм / Я.М. Гританс. – М.: Волтерс Клувер, 2005.
2. Российская лесная газета. № 47-48 (177-178) от 20.11.2006 г.

### ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ

#### Учебник

#### ФИТОПАТОЛОГИЯ

Чураков Б.П., Чураков Д.Б.

В учебнике изложены предмет, задачи и краткий очерк истории фитопатологии; общие сведения о болезнях растений; рассмотрены неинфекционные и инфекционные болезни древесных пород на разных этапах их онтогенеза; охарактеризованы организмы-возбудители инфекционных болезней древесных растений, методы и средства защиты леса от болезней и повреждений; освещены вопросы правового регулирования борьбы с болезнями леса.

Учебник изложен на 424 с, состоит из введения и XIV глав, включает 95 рисунка и 6 таблиц.

© Чураков Б.П., Чураков Д.Б., 2006 © Ульяновский государственный университет, 2006

#### Учебное пособие

#### ПОЧВОВЕДЕНИЕ. ОБЩЕЕ УЧЕНИЕ О ПОЧВЕ

Газизуллин А.Х.

Изложены основы общего учения о почве, краткая история возникновения и развития почвоведения как науки; вопросы генезиса и эволюции почвы, ее роль и функции в биосфере Земли; состав и свойства почв, их тепловой, водный, воздушный и окислительно-восстановительный режимы. Рассмотрены вопросы круговорота биофильных элементов, плодородия почв, классификации типов лесорастительных условий, гидрологической и притивозэрозионной роли лесов. Раскрыты основы учения о факторах почвообразования, закономерностях географического распространения почв, вопросы защиты почв от деградации при лесопользовании и земледелии.

Для студентов специальностей 260400, 260500, а также научных работников, преподавателей вузов, аспирантов, специалистов лесного хозяйства, экологов и почвоведов. 484 с.

© А.Х. Газизуллин, 2006 © ГОУ ВПО МГУЛ, 2006

#### ПРИНИМАЮТСЯ ЗАЯВКИ НА ПРИОБРЕТЕНИЕ ЛИТЕРАТУРЫ

Наш адрес: г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, 1 Издательство МГУЛ

izdat@mgul.ac.ru, тел. 8(498)687-37-14

## ПОШТУЧНО-ГРУППОВОЙ СПОСОБ РАСКРЯЖЕВКИ ХЛЫСТОВ

А.К. РЕДЬКИН, *проф. каф. технологии и оборудования лесопром. производства МГУЛ, д-р техн. наук*,  
 А.К. СУХАНОВ, *доц. каф. технологии и оборудования лесопромышленного производства МГУЛ*,  
 А.С. ТОРОПОВ, *проф. МарГТУ, д-р техн. наук*,  
 С.К. ТЕСЛЮК, *ЦНИИМЭ, канд. техн. наук*

**Р**аскряжевка хлыстов – ключевая операция технологического процесса производства круглых лесоматериалов. От результатов ее выполнения зависят не только количественные, но и качественные показатели лесозаготовительных предприятий.

Эффективными техническими средствами для выполнения этой операции являются стационарные автоматизированные раскряжевные установки различных конструкций. Наибольшее применение нашли однодисковые и двухдисковые установки для поштучной обработки хлыстов при их продольной подаче. Основным достоинством таких установок является возможность осуществления рационального способа раскряжки хлыстов, характеризующегося максимальным выходом деловых сортиментов.

Серийно выпускаемые раскряжевные установки рассчитаны на обработку крупномерных хлыстов. Например, однодисковые установки могут обрабатывать хлысты диаметром до 60 см, а двухдисковые – до 100 см. Исследования [1] показали, что в реальных условиях основная масса поступающих на раскряжевку хлыстов является средней и мелкой по толщине (таблица).

Т а б л и ц а

### Распределение среднего объема и среднего диаметра хлыстов по основным лесозаготовительным районам России

Лесозаготовительный район России	Средний объем хлыста, м <sup>3</sup>	Средний диаметр хлыста, см
Северный и северо-западный	0,29	21
Центральный	0,34	22
Урал	0,4	24
Сибирь	0,75	29
Дальний Восток	0,81	30

Индивидуальная обработка таких хлыстов накладывает значительные ограничения на пропускную способность раскряжевных установок. Исследования показали, что при снижении среднего объема хлыста на 0,05 м<sup>3</sup> фактическая среднесменная выработка раскряжевной установки при поштучной обработке хлыстов

снижается на 4–5 %. Особенно малоэффективна индивидуальная обработка тонкомерных хлыстов. Часто именно по этой причине тонкомерное древесное сырье не вовлекается в производство. Объем же его значителен и может достигать 30 % общего объема заготовки древесины.

Избежать зависимости производительности раскряжевных установок от среднего объема хлыста возможно в той или иной степени за счет применения нетрадиционных способов обработки древесного сырья. К таким способам относится поштучно-групповая раскряжевка хлыстов.

Сущность этого способа заключается в том, что хлысты, требующие индивидуального раскряжки – фаутные, крупные, особо ценные и др., обрабатываются поштучно, а хлысты, близкие по размерам и качеству, объединяются в отдельные группы и обрабатываются по несколько штук одновременно. Очевидно, что для реализации такого способа необходимо ввести в процесс раскряжки дополнительную операцию по формированию групп однородных хлыстов непосредственно перед их раскряжкой. При этом объединение хлыстов в группы необходимо осуществлять по определенным признакам однородности. Одним из таких признаков может быть равенство или кратность протяженностей соответствующих сортиментных зон хлыстов.

Применение групповой раскряжки на установках с продольной подачей в производственных условиях показало ее высокую эффективность. Особенно эффективна групповая раскряжевка подсортированных хлыстов. Однако, несмотря на имеющийся опыт, широкого применения в практике лесозаготовительных предприятий этот способ не нашел главным образом потому, что ни одна из современных конструкций раскряжевных установок не приспособлена в полной мере для групповой обработки хлыстов.

В свое время для реализации такого способа был разработан и создан опытный образец раскряжевной установки на базе серийных узлов установки ЛО-15А [2]. При этом были внесены изменения в конструкцию подающего транс-

портера и приемного стола. За счет расширения их поперечного сечения стало возможным пропускать группу хлыстов суммарным диаметром до 1050 мм. Были внесены изменения в конструкцию двухстрелового гидроманипулятора, а также изменено место привязки оси качания маятника пильного механизма с целью обеспечения наилучших условий безопорного пиления группы хлыстов. Принципиальная схема этой установки приведена на рис. 1.

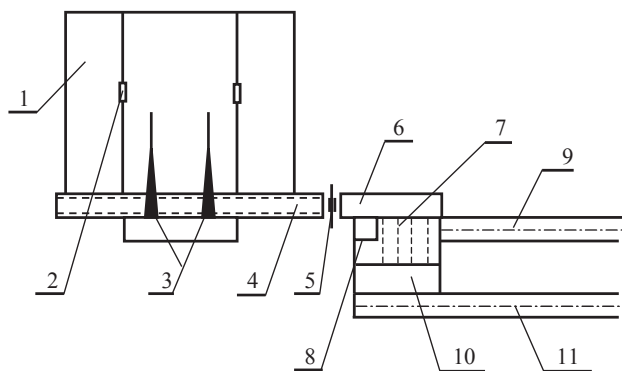


Рис. 1. Схема усовершенствованной раскряжевочной установки ЛЮ-15А

В ее состав входят приемная эстакада 1, оснащенная разгрузочно-растаскивающим устройством 2; двухстреловой гидроманипулятор 3; продольный подающий транспортер 4; маятниковая пила 5; приемный стол 6. К приемному столу раскряжевочной установки примыкает поперечный транспортер 7, в котором имеется люк 8 для дровяной древесины. Под люком установлен продольный выносной транспортер 9. С другой стороны поперечного транспортера расположен питатель 10 для поштучной выдачи бревен на сортировочный транспортер 11.

Анализ работы усовершенствованной установки ЛЮ-15А показал, что, несмотря на изменение технических параметров и конструкции некоторых узлов, общая ее компоновка осталась неизменной. Фронтальное и неподвижное расположение двухстрелового манипулятора по отношению к пачке хлыстов, а также отсутствие специальной сортировочной площадки и специального устройства для формирования хлыстов в однородные группы препятствуют эффективной реализации группового способа их обработки на этой установке.

На рис. 2 представлен вариант принципиальной технологической схемы раскряжевочной установки с продольной подачей, позволяющей реализовать поштучно-групповой способ раскряжевки хлыстов [3].

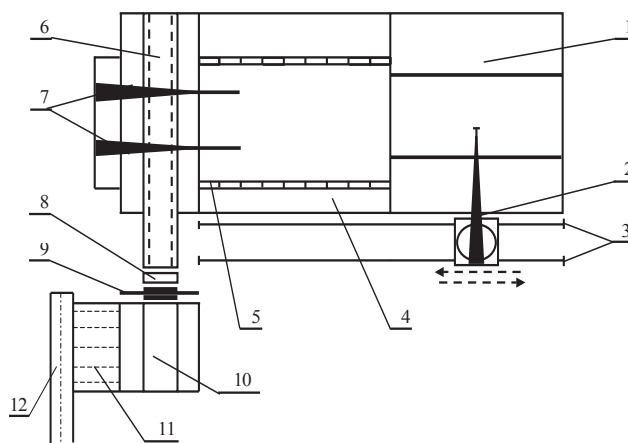


Рис. 2. Схема установки для групповой раскряжевки хлыстов

На схеме показаны: приемная площадка 1; сортировочно-формировочное устройство 2 в виде подвижного манипулятора; рельсовый путь 3 для перемещения манипулятора; сортировочная площадка 4, оснащенная ячейковым поперечным транспортером 5; подающее устройство 6, снабженное специальными захватами; двухстреловой манипулятор 7 для загрузки установки; центрирующий ролик 8; пильный механизм 9; стол отмера длин 10; бункерный питатель 11, снабженный механизмом поштучной выдачи бревен; сортировочный транспортер 12.

Технологический процесс производства круглых лесоматериалов по предлагаемому способу осуществляется следующим образом.

На приемную площадку 1 подают пачку нерассортированных хлыстов, из которой хлысты поштучно или однородными группами гидроманипулятором 2 отделяют от пачки. После оценки размерно-качественных характеристик каждого хлыста определяют на них место расположения и протяженность сортиментных зон. Затем укладывают их в соответствующие ячейки поперечного транспортера 5, формируя таким образом ряд отдельных однородных групп.

В каждой группе хлысты ориентируют по длине относительно друга путем совмещения соответствующих сортиментных зон с учетом равенства или кратности длин сортиментов, выпиливаемых из каждого хлыста.

Далее сформированные таким образом группы хлыстов последовательно перемещаются поперечным транспортером 5 в зону действия двухстрелового манипулятора 7, с помощью которого укладываются их на подающее устройство 6, выполненное в виде продольного транспортера с траверсами, имеющими захваты для удержания хлыстов в группе.



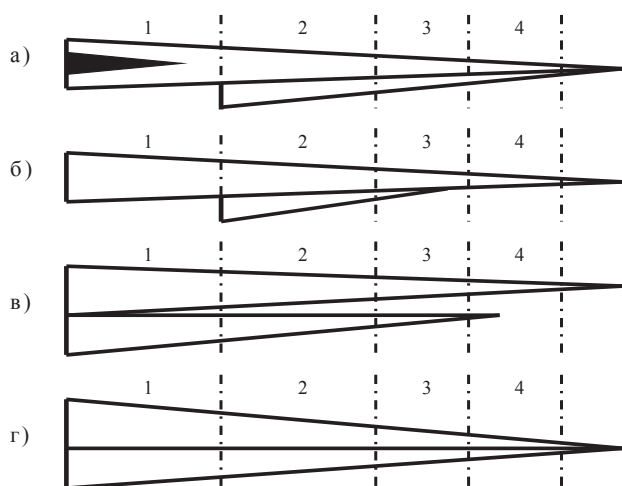


Рис. 3. Схемы раскладки хлыстов в группах с возможными вариантами совмещения сортиментных зон

С помощью продольного транспортера 6 хлысты подаются под пильный механизм 9 с сохранением первоначально установленных положений хлыстов в группе. Отпиленные сортименты со стола отмера длин 10 сбрасываются в бункерный питатель 11 и далее поштучно передаются на сортировочный транспортер 12.

Исходя из сущности процесса поштучно-групповой раскряжевки по описанному выше способу, можно утверждать, что эффективность его применения определяется главным образом параметрами процесса формирования хлыстов в однородные группы.

При правильном подборе параметров этого процесса можно ощутимо увеличить загрузку и, соответственно, производительность раскряжевочной установки. При этом процесс формирования хлыстов в группы должен включать ряд операций по разделению некоторой совокупности разнородных хлыстов на однородные группы, каждая из которых раскраивается по индивидуальной схеме. То есть в процессе формирования групп хлыстов необходимо осуществлять также сортировку по определенным размерно-качественным признакам, характеризующим их однородность.

Формирование групп хлыстов с совмещением соответствующих сортиментных зон при опреде-

ленных условиях позволяет группировать хлысты разной длины и толщины как одной, так и разных пород. Это сокращает число сортировочных групп хлыстов, за счет чего загрузка и производительность раскряжевочной установки повышается. При укладке хлыстов в группы возможны различные варианты совмещения четырех сортиментных зон (рис. 3).

Разнообразие природных и производственных условий лесозаготовительных предприятий, применение различных типов оборудования, а также многообразие способов компоновки обуславливает большое число вариантов процесса групповой раскряжевки хлыстов. С практической точки зрения важно знать область эффективного его применения. Однако на сегодняшний день отсутствуют какие-либо рекомендации по практическому применению этого высокоэффективного способа обработки хлыстов. При этом процесс формирования однородных групп хлыстов в общей проблеме групповой раскряжевки является самым малоизученным.

Проблема решения данного вопроса состоит в том, что многовариантность процесса, изменчивость характеристик сырья и требований к продукции, воздействие на него большого количества случайных факторов не позволяют вести натурное исследование. Наиболее реальным путем достижения цели в данном случае является замена обычного эксперимента многофакторным машинным, необходимым условием проведения которого является предварительная разработка математической модели рассматриваемого процесса.

#### Библиографический список

1. Пособие для оператора полуавтоматических линий: учеб. пособие / Д.К. Воевода, В.А. Кирикеев, Я.М. Каплун и др. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 336 с.
2. Установка для групповой раскряжевки хлыстов / В.И. Слободин, Б.М. Кромеский, С.И. Кокшаров и др. // Лесозаготовка и лесосплав: Научно-технический реферативный сборник. – 1983. – № 5.
3. Способ производства круглых лесоматериалов / А.К. Редькин, С.К. Теслюк, А.С. Торопов и др. // Описание изобретения к авторскому свидетельству № 1798191 от 08.10.92.

### ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОШТУЧНО-ГРУППОВОЙ РАСКРЯЖЕВКИ ХЛЫСТОВ

А.К. СУХАНОВ, доц. каф. технологии и оборудования лесопромышленного производства МГУЛ

При поштучной раскряжевке хлыстов каждый из них обрабатывается индивидуально. Индивидуальная обработка хлыстов накладывает

значительные ограничения на возможность реализации максимальной пропускной способности раскряжевочных установок как с продольной,

так и с поперечной подачей. На их производительность в этом случае оказывает существенное влияние средний объем хлыста. Поэтому при значительном содержании тонкомерных и средних по толщине хлыстов в общем объеме обработки применение поштучного способа становится малоэффективным.

Поштучно-групповой способ обработки хлыстов исключает в той или иной степени зависимость пропускной способности раскряжевочных установок от среднего объема хлыста, а его применение в определенных условиях позволяет в 1,5–2 раза увеличить производительность установок практически без снижения выхода деловых сортиментов.

В настоящее время есть наработки по изменению конструкции существующих раскряжевочных установок и совершенствованию технологического процесса раскряжевки с целью применения поштучно-группового способа обработки хлыстов [1, 2, 5]. Однако несмотря на имеющийся опыт широкого применения в практике лесозаготовительных предприятий этот способ не нашел. Одним из основных факторов, сдерживающих его внедрение в производство, является отсутствие научно обоснованных рекомендаций по определению оптимальных параметров процесса и выбору эффективных технических средств для его реализации.

Процесс поштучно-групповой обработки хлыстов существенным образом отличается от процесса поштучной их раскряжевки. При таком способе часть хлыстов, требующих индивидуального раскроя (крупные, фаутные, особо ценные и др.), обрабатываются поштучно, а часть хлыстов, отвечающих принятым условиям однородности, объединяются в отдельные группы и обрабатываются по несколько штук одновременно. Отсюда следует, что для реализации такого способа необходимо включить в процесс обработки операцию по предварительному формированию их в группы. В результате выполнения этой операции поток пачек хлыстов, поступающих к раскряжевочным установкам на обработку, трансформируется в поток однородных групп хлыстов. При этом основным критерием однородности хлыстов для каждой группы является полное или частичное совпадение схем раскроя.

При поштучно-групповом способе обработки хлыстов производительность раскряжевочной установки будет определяться по формуле

$$P_{\text{см}} = \frac{T_{\text{см}} \phi_1 V_{\text{гр}}}{t_{\text{гр}}}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены;  
 $\phi_1$  – коэффициент использования установки по времени;  
 $V_{\text{гр}}$  – средний объем одной группы, м<sup>3</sup>;  
 $t_{\text{гр}}$  – среднее время обработки одной группы.

Нетрудно доказать, что при известном значении среднего объема хлыста  $q_{\text{хл}}$ , отношение  $V_{\text{гр}}/q_{\text{хл}}$  есть не что иное, как среднее количество хлыстов в одной группе, т.е.

$$K_{\text{гр}} = V_{\text{гр}}/q_{\text{хл}}. \quad (2)$$

Отсюда средний объем одной группы будет равен

$$V_{\text{гр}} = K_{\text{гр}} q_{\text{хл}}. \quad (3)$$

где  $q_{\text{хл}}$  – средний объем хлыста;  
 $K_{\text{гр}}$  – среднее количество хлыстов в одной группе.

В то же время отношение  $V_{\text{гр}}/q_{\text{хл}}$  – это величина, показывающая, во сколько раз средний объем одной группы больше среднего объема одного хлыста. Назовем эту величину коэффициентом группировки. Тогда производительность раскряжевочной установки, выраженная через этот коэффициент, будет определяться по формуле

$$P_{\text{см}} = \frac{T_{\text{см}} \phi_1 K_{\text{гр}} q_{\text{хл}}}{t_{\text{гр}}}. \quad (4)$$

Из формулы (4) видно, что рост производительности раскряжевочной установки прямо пропорционален росту коэффициента группировки, величина которого отражает эффективность процесса предварительного формирования хлыстов в группы.

На процесс поштучно-групповой раскряжевки действует ряд ограничений. В частности, максимально возможное количество хлыстов в группе  $n$  будет ограничиваться максимально возможным соотношением размеров ее поперечного сечения с диаметром хлыста. При этом размеры поперечного сечения группы хлыстов должны соответствовать геометрическим параметрам пильного механизма раскряжевочной установки. Например, при использовании в качестве режущего инструмента круглых дисковых пил максимально возможные размеры поперечного сечения группы будут ограничиваться максимально допустимой высотой пропила  $H_{\text{пр}}$  и длиной пропила  $L_{\text{пр}}$ . Значения этих величин при заданных параметрах пильного аппарата раскряжевочной установки в расчетах должны приниматься постоянными.

При этом значение суммарного диаметра группы хлыстов  $D_{гр}$  не должно превышать значения  $H_{пр}$  и  $L_{пр}$ , то есть

$$D_{гр} \leq H_{пр}, L_{пр}. \quad (5)$$

При этом

$$D_{гр} = \sum_{j=1}^n d_j,$$

где  $d_j$  – диаметр  $j$ -го хлыста.

Очевидно, что максимальное количество хлыстов в группе  $n$  будет зависеть от  $d_j$ . То есть каждому значению  $d_j$  будет соответствовать определенное значение  $n$ . В силу того, что диаметры хлыстов  $d_i$  всегда варьируют в определенных пределах, то  $n$  является переменной величиной. Например, при  $H_{пр} = L_{пр} = 60$  см и  $d_j = 20$  см,  $n = 3$ . При тех же значениях  $H_{пр}$  и  $L_{пр}$ , но при  $d_j = 30$  см,  $n = 2$ . Необходимо отметить, что  $n$  всегда целое число, при этом любое дробное число, получаемое как частное от деления  $H_{пр}$  или  $L_{пр}$  на  $d_j$ , всегда округляется в меньшую сторону.

Среднее количество хлыстов в группе с учетом вышеназванных ограничений можно описать уравнением

$$K_{гр} = 1P_1 + 2P_2 + 3P_3 + \dots + iP_i + \dots + nP_n = \sum_{i=1}^n iP_i, \quad (6)$$

где  $i$  – количество хлыстов в группе ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ );

$n$  – максимально возможное количество хлыстов в группе;

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  – доля групп, обрабатываемых по 1, 2, 3, ...,  $n$  хлыстов.

Доля групп, обрабатываемых соответственно по 1, 2, 3, ...,  $n$  хлыстов, определяется по формулам

$$P_1 = \frac{N_1}{N}; \quad P_2 = \frac{N_2}{N}; \quad P_3 = \frac{N_3}{N}; \dots; \\ P_i = \frac{N_i}{N}; \dots; \quad P_n = \frac{N_n}{N}, \quad (7)$$

где  $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$  – количество хлыстов, обработанных группами соответственно по 1, 2, 3, ...,  $n$ ;

$N$  – общее количество обработанных хлыстов.

При этом

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n = \sum_{i=1}^n N_i \quad (8)$$

Величины, определенные по формулам (7), выражают вероятности обработки групп по 1, 2, 3, ...,  $n$  хлыстов. С практической точки зрения важно знать распределение этих вероятностей, значения которых будут определяться как степень однородности хлыстов, так и параметрами

процесса формирования их в группы. Значения этих вероятностей для конкретных условий с учетом степени влияния вышеназванных факторов можно определить только экспериментально.

Степень однородности хлыстов в данном случае необходимо рассматривать не только с точки зрения близости их размерных и качественных признаков, но и с точки зрения заданной спецификации вырабатываемых сортиментов. В реальных условиях оба эти фактора учитываются при планировании раскряжки хлыстов, основной целью которого является разработка набора оптимальных схем раскряжки для различных размерно-качественных групп хлыстов, обеспечивающих выполнение заданных объемов сортиментов необходимого качества. В этом случае вся совокупность хлыстов в зависимости от применяемых к ним схем раскряжки на этапе планирования может быть разделена на определенное количество однородных групп с учетом известных таксационных характеристик отведенного в рубку лесосечного фонда.

Процесс раскряжки хлыстов с предварительным формированием их в группы можно осуществлять различными способами и с применением различных технических средств, что обуславливает большое количество технологических вариантов. Очевидно, что эффективность, а в конечном счете и целесообразность групповой раскряжки, будет определяться совершенством технологического процесса и соответствием его параметров конкретным производственным условиям. Вместе с тем, здесь имеются непроверенные теорией и практикой способы компоновки элементов системы и типы связей между ними, что при определенных условиях может стать препятствием в достижении результата.

На процесс раскряжки оказывает влияние целый ряд факторов природного и производственного характера. К основным из них относятся: размерно-качественная структура лесосечного фонда, спецификация и объемы производства сортиментов, технические и технологические параметры используемой системы машин.

Кроме того, на систему воздействует случайные факторы, к которым относятся изменчивость размерно-качественных характеристик хлыстов и неравномерность их поступления на обработку, неравномерность длительности обработки групп хлыстов, надежность используемых технических средств и др.

В таком виде раскряжевка хлыстов относится к сложным процессам, которые характеризуются нелинейностью, разнообразием связей между параметрами, стохастичностью выполнения отдельных операций, изменением состояния процесса во времени, большим количеством ограничений. Осуществлять анализ такого процесса с достаточной точностью результатов традиционными аналитическими методами практически невозможно.

Наиболее реальным путем достижения цели в данном случае является замена натурального многофакторным машинным экспериментом, необходимым условием которого является разработка математической модели процесса. Основной целью математического моделирования при этом является определение основных показателей эффективности рассматриваемой системы, функционирующей в разных условиях.

Анализ процесса групповой раскряжевки хлыстов показывает, что его можно представить как процесс обслуживания. Поступление хлыстов на вход системы, с помощью которой осуществляется рассматриваемый процесс, необходимо представить в этом случае как некоторую заявку или требование, вынуждающее систему функционировать в соответствии с правилами принятой технологии. Подобные системы относятся к системам массового обслуживания.

Система массового обслуживания, как математическая модель технической системы, включает следующие основные элементы: входящий поток требований (заявок), очередь требований, обслуживающую систему, выходящий поток обслуженных требований.

К основным показателям качества функционирования системы относятся интенсивность входящего потока требований, интенсивность обслуживания, коэффициент загрузки системы, число требований, находящихся в системе и др.

В нашем случае основными показателями качества функционирования рассматриваемой системы являются среднее время формирования одной группы однородных хлыстов, среднее время раскряжевки одной группы, коэффициент загрузки раскряжевой установки, среднее время ожидания обработки групп хлыстов, вероятность простоя системы по техническим и технологическим причинам, пропускная способность системы. Все эти параметры могут быть определены методами теории массового обслуживания.

Из сущности процесса поштучно-группового способа раскряжевки хлыстов вытекает, что его эффективность, определяемая пропускной способностью раскряжевой установки, будет зависеть прежде всего от степени ее загрузки. Степень загрузки можно выразить через коэффициент загрузки, который определяется по формуле

$$K_3 = \frac{N_{\text{хл}}}{N_{\text{гр}}}, \quad (9)$$

где  $N_{\text{хл}}$  – общее число хлыстов, обработанных за смену;

$N_{\text{гр}}$  – число обработанных за смену групп (число циклов).

Определим коэффициент загрузки с учетом закономерностей поступления хлыстов и его изменение при переходе от поштучного режима обработки к групповому способу. Для этого процесс загрузки раскряжевой установки необходимо представить как линейную однофазную систему массового обслуживания, в которой требованием является входящий поток групп хлыстов, а обслуживанием – их раскряжевка. При этом продолжительность обслуживания групп хлыстов равна циклу их обработки на раскряжевой установке  $t_{\text{гр}}$ .

Входящие потоки требований описываются распределением вероятностей поступления определенного числа заявок за определенный промежуток времени и интервалов времени между ними. Установлено, что потоки сырья в лесной промышленности являются главным образом пуассоновскими и эрланговскими [3, 4]. Предположим, что к раскряжевой установке поступает эрланговский поток хлыстов с параметром  $m$ . Для вычисления коэффициента загрузки определим вероятности поступления в одну группу определенного количества хлыстов при условии, что они являются однородными.

Используем для расчета вероятности появления в эрланговском потоке ровно  $k$  требований за время  $t = t_{\text{гр}}$  известную формулу

$$P_{kp} = P_k(t) = \sum_{i=km}^{(k+1)m-1} \frac{(m\lambda t_{\text{гр}})^i}{i!} e^{-m\lambda t_{\text{гр}}}, \quad (10)$$

где  $\lambda$  – интенсивность потока;

$e$  – основание натуральных логарифмов.

Поскольку количество хлыстов в группе в силу условий раскряжевки ограничено, то вероятности  $P_{k,n}$  поступления в одну группу ровно  $k$  хлыстов при ограничении  $n$  будут равны

$$P_{k,n} = \begin{cases} P_k, & \text{при } k = 1, \dots, n-1; \\ \sum_{i=1}^{\infty} P_i, & \text{при } k = n; \\ 0, & \text{при } k = n+1, \dots, \infty. \end{cases} \quad (11)$$

Коэффициент загрузки, равный среднему числу хлыстов в группе, выраженный через вероятность, будет равен

$$K_z(n) = \sum_{k=1}^n kP_{kn}. \quad (12)$$

Подставив выражение (11) в (12) и проведя некоторые преобразования, получим

$$K_z(n) = \sum_{k=1}^{n-1} kP_k + n \sum_{k=n}^{\infty} P_k = n - \sum_{k=0}^{n-1} (n-k)P_k. \quad (13)$$

Величина  $n$  является переменной, зависящей от условий раскряжевки. Поэтому если при непрерывном поступлении сырья по  $i$  хлыстов в группу производится  $\beta_i$  всех загрузок ( $i \geq 1, \sum \beta_i = 1$ ), то общий коэффициент загрузки будет равен

$$K_z = \sum_{i \geq 1} \beta_i K_z(i). \quad (14)$$

Максимальный коэффициент загрузки будет равен

$$K_{z,\max} = \sum_{i \geq 1} i\beta_i. \quad (14)$$

Эффективность групповой раскряжевки по отношению к поштучной, то есть рост производительности раскряжевочной установки, можно определить по формуле

$$K_{эф} = \frac{K_z - K_z(1)}{K_z(1)} \times 100\%. \quad (15)$$

При максимальной загрузке  $K_z = K_{z,\max}$ ,  $K_z(1) = 1$ . Поэтому из равенства (15) вытекает, что максимально возможный рост производительности раскряжевочной установки при групповом способе обработки хлыстов можно определить по формуле

$$K_{эф,\max} = (K_{z,\max} - 1) \times 100\%. \quad (16)$$

Из рассмотренного выше можно сделать вывод, что эффективность поштучно-группового способа раскряжевки хлыстов будет определяться интенсивностью входящего потока хлыстов  $\lambda$ ,

параметром Эрланга  $m$ , циклом раскряжевочной установки  $t_{гр}$ , а также множеством  $\Omega$ , описывающим соотношения максимально возможных размеров поперечного сечения групп хлыстов. Вместе с тем, эффективность применения поштучно-групповой раскряжевки хлыстов будет определяться не только параметрами самого процесса и заданными техническими характеристиками раскряжевочной установки, но и степенью однородности размерно-качественной структуры входящего потока хлыстов.

Размерная структура хлыстов характеризуется их распределением по толщине и длине. В большинстве случаев распределение хлыстов по толщине и длине подчиняется нормальному закону. Вместе с тем, часто встречаются условия, когда распределение хлыстов по толщине выражается логарифмически нормальным законом.

Качественная структура хлыстов характеризуется породным составом и степенью их поражения основными сортообразующими пороками, которые необходимо учитывать при разработке оптимальных схем раскряжки и разделении всей совокупности хлыстов на относительно однородные группы.

### Библиографический список

1. Маслов, В.В. Загрузка автоматизированных раскряжевочных установок слешерного типа при групповой обработке хлыстов / В.В. Маслов // Вопросы автоматизации лесозаготовительного производства: сб. науч. тр. – Химки: ЦНИИМЭ, 1980. – С. 69–74.
2. Способ производства круглых лесоматериалов: Описание изобретения к авторскому свидетельству / А.К. Редькин, С.К. Теслюк, А.С. Торопов и др. – № 1798191 от 08.10.92.
3. Редькин, А.К. Управление операциями на лесных складах / А.К. Редькин. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 208 с.
4. Редькин, А.К. Основы моделирования и оптимизации процессов лесозаготовок: учебник для вузов / А.К. Редькин. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 256 с.
5. Установка для групповой раскряжевки хлыстов / В.И. Слободин, Б.М. Кромеский, С.И. Кокшаров и др. // Лесоэксплуатация и лесосплав. Научно-технический реферативный сборник. – 1983. – № 5.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ

А.А. ШАДРИН, *проф. каф. технологии и оборудования лесопром. производства МГУЛ, канд. техн. наук*

Исследования лесобработывающих производств в условиях лесозаготовительных предприятий показали, что загрузка оборудования в цехах может существенно снижаться вследствие ко-

лебания объемов лесозаготовок, неравномерности объемного выхода определенных видов сортиментов от раскряжевочных установок, вследствие изменения таксационных характеристик разрабатывае-

мых лесосек и т.п. [2]. Повысить загрузку станков в лесообрабатывающем цехе можно за счет подачи на обработку в цех дополнительного объема других по назначению сортиментов, что позволит получить дополнительный объем готовой продукции и повысить эффективность данного производства.

Для технико-экономической оценки параметров функционирования технологических процессов комбинированных цехов приняты удельные приведенные затраты и приведенный доход. Удельные приведенные затраты, учитывающие эксплуатационные расходы капиталовложения по исследуемой системе и позволяющие проследить изменение затрат на обработку сырья в комбинированном цехе, определяются по формуле

$$З = С + EK, \quad (1)$$

где  $С$  – удельная себестоимость обработки сырья, руб./м<sup>3</sup>;

$E$  – коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K$  – удельные капиталовложения, руб./м<sup>3</sup>.

При определении параметров технологических процессов комбинированных цехов необходимо учитывать воздействие на них операций на складе сырья перед цехами и операций на складе готовой продукции. Это взаимное воздействие в рассматриваемой системе сказывается на параметрах входящих и выходящих потоков древесины.

В общем виде приведенные затраты по исследуемой системе определяются следующей зависимостью

$$З_{\text{пр}} = З_{\text{ск.с}} + З_{\text{ц}} + З_{\text{ск.п}}, \quad (2)$$

где  $З_{\text{пр}}$  – суммарные удельные приведенные затраты, руб./м<sup>3</sup>;

$З_{\text{ск.с}}$  – удельные приведенные затраты по складу сырья перед цехом, руб./м<sup>3</sup>;

$З_{\text{ц}}$  – удельные приведенные затраты по лесообрабатывающему цеху, руб./м<sup>3</sup>;

$З_{\text{ск.п}}$  – удельные приведенные затраты по складу готовой продукции цеха, руб./м<sup>3</sup>.

Методика определения  $З_{\text{ск.с}}$  и  $З_{\text{ск.п}}$  изложена в работе [1].

Удельные приведенные затраты по комбинированному лесообрабатывающему цеху  $З_{\text{ц}}$  определяются по формуле (1) с учетом, что производительность технологических линий цеха будет составлять

$$П_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^n П_{\text{ц}i} \cdot \delta_i, \quad (3)$$

где  $\delta_i$  – коэффициент загрузки технологических линий цеха при обработке  $i$ -х сортиментов;

$n$  – количество видов сортиментов, поступающих в цех на обработку.

Оценка эффективности функционирования может быть рассмотрена на примере следующих вариантов:

– определение экономической эффективности повышения загрузки станков лесообрабатывающего цеха за счет обработки различных по назначению сортиментов в общих технологических потоках;

– определение экономической эффективности концентрации различных по назначению лесообрабатывающих производств (цехов) в едином комбинированном цехе.

При определении экономической эффективности повышения загрузки оборудования лесообрабатывающего цеха для примера был рассмотрен цех по производству пилопродукции – шпал и мелких пиломатериалов. При этом первоначальная загрузка технологических линий составляет 90, 70 и 50 процентов. Требуемая дозагрузка оборудования цеха другими по назначению сортиментами (тарным сырьем) будет соответственно составлять 10, 30 и 50 процентов. Экономическая оценка выполнялась для однопоточного и двухпоточного цехов.

Изменение удельных приведенных затрат в зависимости от уровня снижения загрузки оборудования цехов при различных объемах производства представлено на графике (рис. 1).

Из графика видно, что дозагрузка оборудования цеха другими по назначению сортиментами эффективна при любом уровне снижения загрузки технологических линий основным видом сырья – шпальным (сплошная линия). В противном случае будет наблюдаться сравнительно быстрый рост приведенных затрат на обработку сырья (пунктирная линия). При этом эффективность существенно возрастет с уменьшением загрузки основным видом сырья. Характер изменения приведенных затрат не меняется с увеличением количества технологических линий в цехе (кривая 1 – однопоточный цех, кривая 2 – двухпоточный цех). Дозагрузка оборудования цехов другими по назначению сортиментами обеспечивает снижение приведенных затрат на обработку сырья в среднем на 20–25 %.

При выборе эффективных вариантов обработки древесного сырья в комбинированных цехах необходимо учитывать изменение объемов обработки отдельных видов сырья.

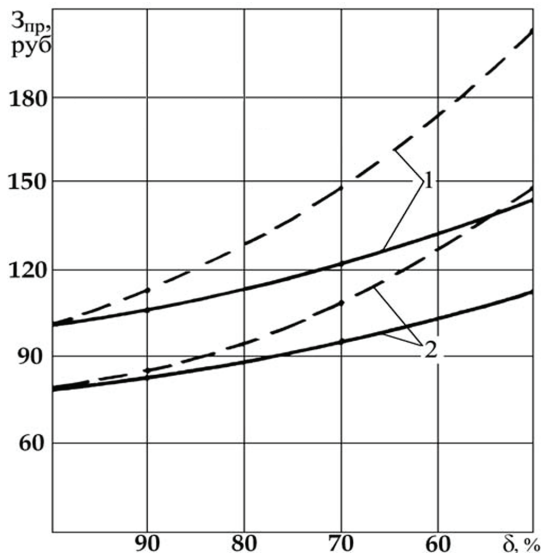


Рис. 1. Зависимость удельных приведенных затрат на обработку сырья в шпалорезно-тарном цехе  $Z_{пр}$  от уровня загрузки станков шпальным сырьем: 1 – для однопоточного цеха; 2 – для двухпоточного цеха; — при дозагрузке; - - - без дозагрузки

Это обстоятельство в ряде случаев сужает область применения критерия приведенных затрат. Более универсальным показателем для экономической оценки лесообрабатывающих производств является критерий приведенного дохода, который определяется следующим выражением

$$D = \sum_{i=1}^n C_i Q_i - C - EK, \quad (4)$$

где  $D$  – приведенный доход, руб.;

$C_i$  – оптовая цена предприятия на продукцию  $i$ -го вида, руб.;

$Q_i$  – объем производства продукции  $i$ -го вида за определенный период времени, м<sup>3</sup>;

$E$  – коэффициент эффективности капитальных вложений;

$C$  – эксплуатационные затраты, руб.;

$K$  – удельные капиталовложения, руб.

$n$  – количество видов готовой продукции.

Приведенный доход позволяет соизмерять количество и качество получаемой продукции с единовременными и регулярными затратами на ее производство. Этот показатель учитывает приведенные затраты, а также объем товарной продукции в денежном выражении, что согласуется с тенденцией оценки рациональности создания комбинированных технологических процессов по стоимостным показателям.

Приведенный доход определяется на единицу так называемой условной продукции лесообрабатывающего цеха. Как правило, за единицу условной продукции в экономических расчетах

принимают единицу основного вида продукции, а выход продукции других наименований пересчитывают в условную посредством коэффициентов.

Экономические расчеты по определению приведенного дохода выполнены для условий функционирования комбинированного цеха по производству шпал, мелкой пилопродукции и технологической щепы. Расчеты выполнялись для однопоточного и двухпоточного цехов. Изменение приведенного дохода в зависимости от уровня загрузки оборудования цеха основным видом древесного сырья (шпальным сырьем) показано на рис. 2.

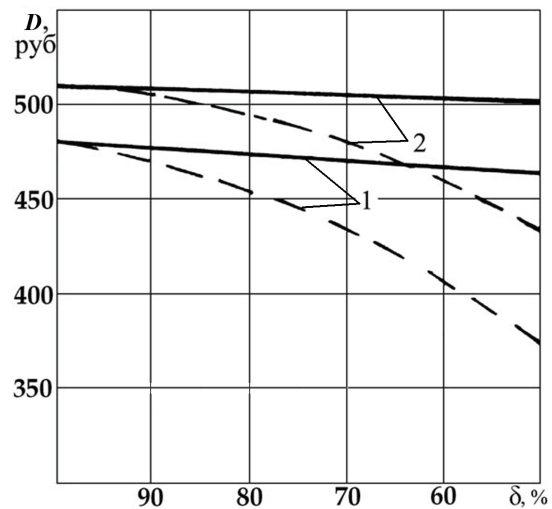


Рис. 2. Зависимость приведенного дохода на единицу условной продукции лесообрабатывающего цеха  $D$  от уровня загрузки станков шпальным сырьем  $\delta$ : 1 – для однопоточного цеха; 2 – для двухпоточного цеха; — при дозагрузке; - - - без дозагрузки

Из графика видно, что дозагрузка оборудования комбинированного цеха другими по назначению видами древесного сырья обеспечивает повышение приведенного дохода от лесообрабатывающего производства в среднем на 10–15% по сравнению с вариантами, когда дозагрузка оборудования не производится.

Таким образом, дозагрузка оборудования цехов дополнительно другими видами древесного сырья эффективна при любом уровне снижения загрузки их технологических линий основными видами сырья.

При определении экономической эффективности концентрации различных по назначению лесообрабатывающих производств в едином комбинированном цехе было проведено сравнение технико-экономических показателей с соответствующими показателями работы специализированных цехов при обработке одинакового по

объему и составу сырья. Расчет экономической эффективности концентрации лесообрабатывающих производств производился по вариантам, представленным в таблице.

Комбинированные шпалорезно-тарные цехи имеют в своем составе технологические линии объединяемых специализированных цехов, за счет чего появляется возможность исключить из состава оборудования часть станков, выполняющих схожие операции.

Годовой экономический эффект от концентрации различных лесообрабатывающих производств на нижнем лесном складе в едином комбинированном цехе будет определяться по следующей формуле

$$\mathcal{E}_Г = \sum_{i=1}^n \mathcal{Z}_{\text{пр}i} \cdot Q_{Гi} - \mathcal{Z}_{\text{прк}} \cdot Q_{Гк} \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}_Г$  – годовой экономический эффект лесообрабатывающего производства в комбинированном цехе, руб.;

$\mathcal{Z}_{\text{пр}i}$  и  $\mathcal{Z}_{\text{прк}}$  – приведенные затраты на обработку сырья в  $i$ -х цехах и в комбинированном цехе соответственно, руб./м<sup>3</sup>;

$Q_{Гi}$  и  $Q_{Гк}$  – годовые объемы обработки сырья в  $i$ -х лесообрабатывающих цехах и в комбинированных цехе соответственно, м<sup>3</sup>;

$n$  – количество лесообрабатывающих цехов, объединяемых в едином комбинированном цехе.

Значение  $Q_{Гк}$  определяется в общем случае по формуле

$$Q_{Гк} = m_Г \sum_{j=1}^S \Pi_{\text{см}j} \cdot \delta_j \quad (6)$$

где  $m_Г$  – число смен работы цеха в году, смен;

$\Pi_{\text{см}j}$  – сменная производительность технологических линий цеха при обработке  $j$ -х видов сортиментов, м<sup>3</sup>;

$\delta_j$  – коэффициент загрузки технологических линий цеха при обработке  $j$ -х сортиментов;

$S$  – количество видов сортиментов, поступающих в цех на обработку (как правило,  $S$  численно равно количеству объединяемых специализированных цехов  $n$ ).

На рис. 3 приведены результаты расчета годового экономического эффекта от концентрации в едином комбинированном цехе шпалорезного и тарного производств.

Установлено, что наибольший эффект от концентрации достигается при объединении специализированных цехов с малыми объемами обработки сырья. Экономический эффект при этом достигается за счет снижения удельных капиталовложений на строительство цехов и повышения производительности лесообрабатывающих линий, что обеспечивает снижение приведенных затрат на обработку древесного сырья на 15–30 % в зависимости от объемов производства. Объединение однопоточных шпалорезного и тарного цехов в двухпоточном комбинированном цехе обеспечивает годовой эффект в размере более 300 тыс. руб. С увеличением объемов обработки сырья в специализированных цехах эффективность их концентрации снижается.

Т а б л и ц а

**Варианты концентрации специализированных цехов в едином комбинированном цехе**

Базовые варианты		Предлагаемые варианты	
Специализированные цеха	Годовой объем производства по сырью, тыс. м <sup>3</sup>	Комбинированные цехи	Годовой объем производства по сырью, тыс. м <sup>3</sup>
<b>ВАРИАНТ 1</b>			
Однопоточный шпалорезный цех	44,50	Двухпоточный шпалорезно-тарный цех с обработкой: а) шпальных бревен б) тарных бревен	44,5
Однопоточный тарный цех	18,00		19,25*
<b>ВАРИАНТ 2</b>			
Двухпоточный шпалорезный цех	95,23	Трехпоточный шпалорезно-тарный цех с обработкой: а) шпальных бревен б) тарных бревен	95,23*
Однопоточный тарный цех	18,00		18,36*
<b>ВАРИАНТ 3</b>			
Двухпоточный шпалорезный цех	95,23	Четырехпоточный шпалорезно-тарный цех с обработкой: а) шпальных бревен б) тарных бревен	95,23
Двухпоточный тарный цех	38,50		38,50*

\* В многопоточном цехе загрузка и производительность технологических линий возрастает на 7–9 %



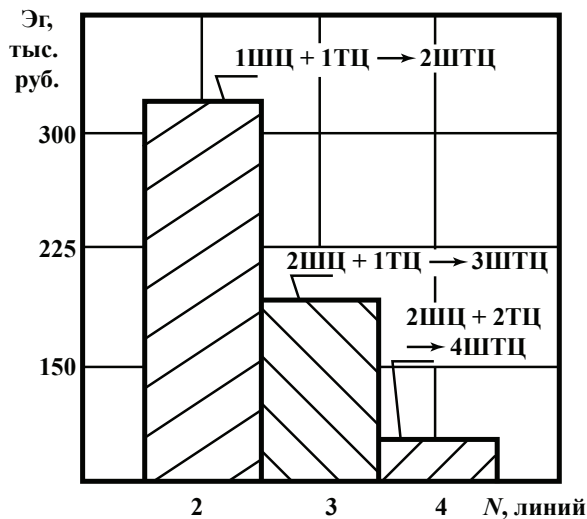


Рис. 3. Эффективность концентрации лесобрабатывающего производства в комбинированном цехе: ШЦ – шпалорезный цех; ТЦ – тарный цех; ШТЦ – шпалорезно-тарный; 1,2,..,N – количество линий в цехе.

Объединение двухпоточных лесобрабатывающих производств является предельным экономически выгодным вариантом концентрации обработки древесины в комбинированных цехах.

Таким образом, экономическая оценка эффективности создания комбинированных лесобрабатывающих цехов показала, что загрузка оборудования лесобрабатывающего цеха другими по назначению сортаментами эффективна при любом уровне снижения загрузки технологических линий основным видом древесного сырья.

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

П.Б. РЯБУХИН, доц. каф. технологии и оборудования лесопромышленного производства Дальневосточного ЛТИ Тихоокеанского ГУ, канд. техн. наук

Для оптимизации технологических процессов и систем лесозаготовительных машин (ЛЗМ) необходимо оценить взаимосвязь параметров технических средств с условиями их эксплуатации, а также влияние природно-производственных условий на показатели качества функционирования лесозаготовительной техники.

В процессах синтеза и оптимизации структуры и параметров технических систем одним из центральных моментов является проблема выбора критериев оптимизации. Комплексную эффективность техники и технологии для реали-

При этом обеспечивается снижение приведенных затрат на обработку сырья в среднем на 20–25 % и повышение приведенного дохода на единицу готовой продукции в среднем на 10–15 %. Также установлено, что на нижних лесопромышленных складах экономически целесообразна концентрация специализированных цехов с малыми объемами производства и схожими выполняемыми операциями в единые комбинированные цехи. Наибольший экономический эффект достигается при объединении однопоточных цехов.

Используя приведенную выше методику, можно дать экономическую оценку создания любых видов комбинированных производств при реконструкции действующих цехов, а также при организации новых лесобрабатывающих производств. При этом показатели функционирования технологических процессов цехов переработки древесного сырья могут быть определены с помощью математического моделирования.

Комплекс таких моделей разработан на кафедре технологии и оборудования лесопромышленного производства МГУЛ и может быть использован для конкретных лесобрабатывающих объектов.

### Библиографический список

1. Редькин, А.К. Управление операциями на лесных складах / А.К. Редькин. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 208 с.
2. Шадрин, А.А. Загрузка оборудования в комбинированном лесобрабатывающем цехе / А.А. Шадрин: сб. науч. тр. – Вып. 154. – М.: МЛТИ, 1983. – С. 162–165.

зации процесса лесозаготовительных работ можно оценить по степени выполнения следующих основных задач [1]:

- удовлетворение потребностей в древесном сырье;
- рост производительности труда;
- сохранение окружающей среды;
- снижение потерь древесины;
- снижение удельных энергетических и материальных затрат.

При поиске рациональных решений по нескольким критериям возникает необходимость

одновременно учитывать как лесозаготовительные, так и лесоводственные требования.

Для оценки техники и технологии лесозаготовительных работ, как правило, используются технико-экономические показатели. Наибольшее распространение получил показатель приведенных затрат, который по существу является одной из форм обобщенных функций, объединяющих несколько противоречивых критериев.

Однако сложность лесозаготовительных процессов, плохая их формализуемость, а также отсутствие технико-экономических моделей, учитывающих взаимосвязь параметров техники и технологии с лесной средой Дальнего Востока, не позволяют использовать показатель приведенных затрат в качестве одного из параметров качества.

Это обусловлено прежде всего тем, что оптимальность параметров техники и технологии по чисто экономическим критериям в сложившийся историко-экономический период развития государства легко нарушается при любом изменении условий производства, эксплуатации, рынка сбыта и других факторов. Поэтому для оценки существующей и перспективной техники и технологий, для реализации любого производственного процесса предлагается использовать векторный критерий частных показателей, а на основе их значений произвести оценку экономических параметров.

В технических системах такими частными показателями являются энергоемкость выполнения операции по производству единицы продукции (удельная энергоемкость, Дж/м<sup>3</sup>) и затраты времени на реализацию процесса производства единицы продукции (удельные затраты времени, с/м<sup>3</sup>).

Применение для анализа лесозаготовительных работ критерия удельной энергоемкости всесторонне рассмотрены в работах В.Г. Кочегарова [2], В.Н. Меньшикова [3], М.В. Коломиновой [4].

При решении задачи, связанной с лесохозяйственной деятельностью человека, нельзя не принимать во внимание показатели, оценивающие степень изменения лесной среды под воздействием систем лесозаготовительных машин и технологий рубок. Среди широкой гаммы таких показателей наибольшее распространение получили те, которые характеризуют лесосеку сразу после проведения рубок, т.е. по тем факторам, которые существенно влияют на динамику типов вырубок и возобновление лесного массива. К таким лесоводственно-экологическим показателям

качества можно отнести степень минерализации почвы, сохранение подроста и оставляемых в массиве деревьев [5–6]. Рациональное использование лесных ресурсов в ходе лесозаготовки направлено на снижение потерь древесного сырья при разработке лесосек, что предопределяет использование частного критерия, учитывающего эти потери.

Таким образом, для всесторонней комплексной оценки используемых и перспективных лесозаготовительных машин и технологий определен перечень частных критериев, включающий удельную энергоемкость технологического процесса, удельные затраты времени на выполнение этого процесса, минерализацию почвы, повреждение оставляемых на корню деревьев, молодняка и подроста, потери древесного сырья. На основе значений предложенных физических показателей могут быть оценены необходимые экономические и другие натуральные характеристики.

Исходя из специфики решаемой задачи представляется целесообразным выбрать из существующего множества факторов, определяющих комплексные показатели качества, три группы: технические, технологические и эколого-лесоводственные.

Подмножества указанных групп факторов взаимосвязаны и могут пересекаться, но если рассматривать проблему качества перспективной техники не в целом, а для решения конкретных задач, то главным подмножеством, которое необходимо четко определить, измерить и управлять им, можно считать подмножество технических показателей (характеристик) с учетом налагаемых на них различного рода ограничений.

Оценка группы технологических показателей качества сводится к решению задачи минимизации работы по транспорту древесины как основной операции технологического процесса лесозаготовок.

При реализации производственного процесса заготовки древесины невозможно сохранить лесную среду в первозданном виде. Здесь вступают в противоречие растущие потребности потребителей в продукции леса и эколого-лесоводственные требования.

Как отмечалось ранее, для решения задачи оптимизации технологических процессов и систем лесозаготовительных машин необходимо оценить взаимосвязь параметров технических средств с

природно-производственными условиями их эксплуатации. Если предположить существование таких взаимосвязей, задачу их выявления на первом этапе можно свести к статистической обработке исходных данных. В качестве исходной информации использованы результаты натурных наблюдений, данные о работе конкретных систем ЛЗМ на отведенных в рубку пробных площадях, результаты эксплуатации исследуемых лесосечных машин на лесозаготовительных предприятиях субъектов Дальневосточного федерального округа (ДФО), анализ работы вертолетного и аэростатно-канатного транспортных средств, применяемых в разное время на лесозаготовках региона.

Для комплексной оценки функционирования современной и перспективной лесозаготовительной техники необходимо оценивать значения лесоэксплуатационных и эколого-лесоводственных показателей, отражающих гамму последствий от использования анализируемых машин в конкретных природно-производственных условиях ДВФО.

Проведенная таксономия природно-производственных условий [7] позволила в значительной мере сократить объем работ по формированию информационной базы для оценки взаимосвязей лесозаготовительной техники и лесной среды. Сбор исходных данных проводился на предприятиях Хабаровского и Приморского краев, Амурской и Сахалинской областей.

Наряду с указанными источниками информации использовались материалы отечественных и зарубежных изданий, освещающих опыт работы лесозаготовительных машин в различных природных условиях.

Для комплексной оценки технологических процессов лесозаготовок, как уже отмечалось, необходимо определить значения следующих показателей качества: энергоемкость процессов; затраты времени; изменение почвенно-грунтовых условий; повреждение оставляемых деревьев, подроста и молодняка; потери древесного сырья.

Математические зависимости для оценки удельной энергоемкости и времени на реализацию технологических операций (отделение ствола, сортимента, вершины → отделение сучьев → перемещение предмета труда → пакетирование → сбор и разбор пакета предмета труда) достаточно подробно освещены в литературе [2, 8, 9], поэтому они были использованы в качестве базовых моделей, но с учетом применимости для лесорастительных условий ДВФО.

Проблеме оценки влияния деятельности человека на лесную среду в процессе лесозаготовок посвящено много работ [5, 6 и др.]. Использовать материалы указанных исследований применительно к решаемой задаче в исходном виде достаточно сложно из-за отсутствия единого методического базиса. Поэтому для построения математических моделей эколого-лесоводственных показателей качества предлагается система таблиц, разработанная в ФГУ «ДальНИИЛХ» применительно к лесам ДВФО [10].

Данные таблицы позволяют на основании экспертных оценок и статистических материалов оценить изменения лесной среды под воздействием различных технологических операций. Обобщающая таблица состоит из 27 выходных параметров, всесторонне характеризующих лесосеку и способы воздействия на нее в ходе проведения рубки, а также 27 входных переменных, отражающих степень изменения лесосеки после ее разработки, общую степень поражения лесной среды и прогнозирование последствий лесозаготовок. Для каждой из выходных переменных построены алгоритмы и эмпирические зависимости, позволяющие последовательно определять значения основных лесоводственных показателей – суммарная площадь минерализации почвы, потери древесины, уничтоженные и сломанные деревья, не подлежащие рубке и т. д.

Проверка на адекватность и настройка математических моделей эколого-лесоводственных показателей проводились по результатам исследований В.Н. Мельникова, В.И. Обыденникова, В.Т. Чумина, Д.Ф. Ефремова, А.П. Ковалева и др.

Таким образом, использование известных аналитических и эмпирических зависимостей и разработанных математических моделей позволяет определять значения критериев как для всего технологического процесса лесозаготовок, так и для составляющих операций, а также упростить и унифицировать запись и методы вычисления показателей качества, что значительно облегчает процесс алгоритмизации поставленной задачи параметрического синтеза используемых систем ЛЗМ и технологий лесосечных работ.

#### Библиографический список

1. Мазуркин, П.М. Системно-структурный анализ лесозаготовительного производства / П.М. Мазуркин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1983. – 25 с.
2. Кочегаров, В.Г. Технологические исследования технологии лесосечных работ: дисс. ... д-р. техн. наук / В.Г. Кочегаров. – Л.: 1973. – 416 с.

3. Меньшиков, В.Н. Основы технологии заготовки леса с сохранением и воспроизводством лесной среды / В.Н. Меньшиков. – Л.: изд. Ленинградского ун-та, 1987. – 220 с.
4. Коломинова, М.В. Повышение эффективности производства круглых лесоматериалов путем обоснования технологии с минимальной энергоемкостью: дисс. ... канд. техн. наук / М.В. Коломинова. – С-Пб., 2001. – 208 с.
5. Обыденников, В.И. Критерий лесоводственной оценки новых машин при сплошных рубках / В.И. Обыденников // Вопросы механизации лесосечных работ: труды ЦНИИМЭ. – 1989. – С. 90–93.
6. Ковалев, А.П. Эколого-лесоводственные основы рубок в лесах Дальнего Востока / А.П. Ковалев. – Хабаровск: Изд-во ФГУ «ДальНИИЛХ», 2004. – 270с.
7. Сарайкин, В.Г., Типизация природно-производственных условий дальневосточного региона / В.Г. Сарайкин, Н.В. Казаков // Технология, оборудование и машины для лесосечных работ: сб. науч. тр. – Химки: ЦНИИМЭ, 1990. – С. 72–78.
8. Кочегаров, В.Г. Технология и машины лесосечных работ: учеб. для вузов / В.Г. Кочегаров и др. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 392 с.
9. Залегаллер, Б.Г. Технология и оборудование лесных складов: учеб. для вузов / Б.Г. Залегаллер и др. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 352 с.
10. Разработка системы оценки лесоводственных показателей / Отчет НИР, рук. Д.Ф. Ефремов. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1990. – 37 с.

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТ ПО ТРЕЛЕВКЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ С ТРУДНОДОСТУПНЫХ УЧАСТКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КВАРТАЛА

К.П. РУКОМОЙНИКОВ, *доц. каф. технологии и оборудования лесопром. пр-ва МарГТУ, канд. техн. наук*

Ухудшение характеристик доступных для освоения лесонасаждений и возросшие требования к сохранению лесной среды вызывают необходимость разработки комплекса мероприятий по развитию инфраструктуры освоения участков лесного фонда с учетом снижения техногенного воздействия трелевочных машин на почву, подроск хозяйственно ценных пород, остающиеся после рубки деревья и одновременного решения вопросов повышения эффективности лесозаготовок и уменьшения их негативного влияния на окружающую природную среду.

Современные способы лесосечных работ, размещения на территории лесосеки и квартала транспортных путей должны минимизировать число пасечных волоков, обеспечивать возможность проведения работ на труднодоступных и переувлажненных лесосеках.

Для большинства существующих в настоящее время способов разработки лесосек, напротив, характерно значительное число пасечных волоков для трелевки древесины, что обусловлено недостаточными размерами площади, обрабатываемой с одной рабочей позиции машинами, задействованными на трелевке лесоматериалов, а также сложностью работы техники на переувлажненных лесосеках, что сказывается на ее производительности и сохранности окружающей природной среды.

В целях увеличения ширины пасек, уменьшения площади, необходимой для размещения трелевочных волоков, сокращения вредных последствий, наносимых окружающей природной среде при трелевке лесоматериалов и повышения производительности трелевочной техники, разработан

способ освоения труднодоступных участков на территории квартала, представленный на рис. 1.

Технический результат достигается тем, что деревья на каждой из удаленных от волока лент валят на комлевые части деревьев, поваленных на примыкающие и близлежащие к волоку ленты таким образом, чтобы их оси как можно ближе совпадали между собой. Комлевые части деревьев (хлыстов), поваленных на примыкающие и близлежащие к волоку ленты скрепляются посредством отрезков стальных канатов, на обоих концах которых закреплены зажимы с вершинными частями деревьев (хлыстов), поваленных на удаленные от волока ленты, и используются в качестве направляющих, опорных элементов при перемещении на волок канатной установкой ряда последовательно-параллельно скрепленных между собой деревьев (хлыстов), первое из которых, поваленное на примыкающую к волоку ленте, прицеплено к рабочему тросу канатной установки.

Способ разработки лесосек включает разбиение лесосеки на делянки 1, каждая из которых, в свою очередь, разделяется на пасеки-треугольники, вершиной которых является трелевочная мачта 2, прокладку посередине пасеки пасечного волока 3, разделение пасек на ленты, параллельные пасечному волоку, валку деревьев (обрезку сучьев) на лентах.

Пасеки разделяются в поперечном направлении (перпендикулярно пасечному волоку) на части. Валка деревьев начинается с ближнего конца лесосеки на примыкающих к волоку лентах 4. Закончив работу на примыкающих к волоку лентах первой части пасеки, вальщик переходит

на следующую, более удаленную от волока ленту 5, где валка также начинается с ближнего конца лесосеки. В процессе работы вальщик постепенно переходит с близлежащих на все более удаленные от волока ленты 5, 6 первой части пасеки. Закончив работу на первой части пасеки, вальщик переходит на следующую, где валка повторяется в той же последовательности.

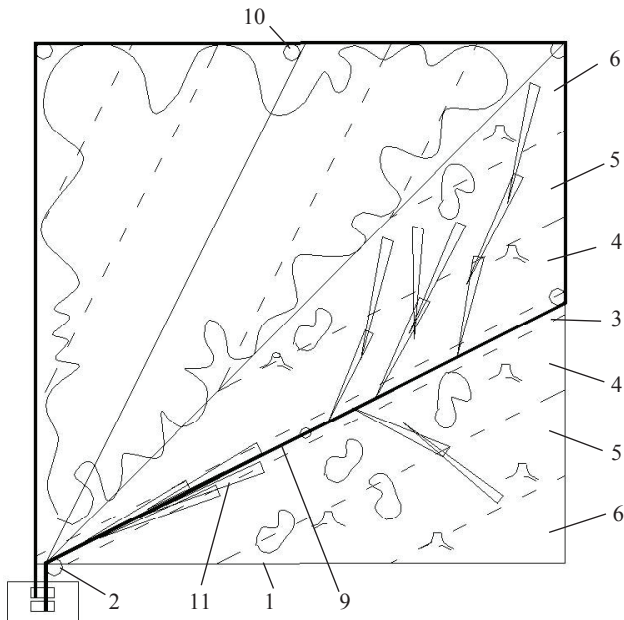


Рис. 1. Технология разработки лесосек при трелевке лесоматериалов с труднодоступных участков на территории квартала

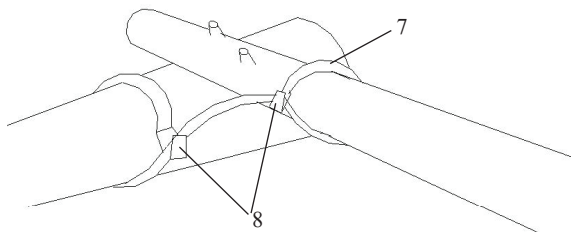


Рис. 2. Схема чокеровки комлевых и верхних частей деревьев (хлыстов) для получения ряда последовательно скрепленных между собой лесоматериалов

Деревья на лентах, примыкающих к волоку, валят вершиной на волок таким образом, чтобы направление тягового усилия лебедки как можно ближе совпадало с осью поваленного дерева. Деревья на последующих (более удаленных) от волока лентах валят в просветы между деревьями, образовавшиеся в результате валки на примыкающие и близлежащие к волоку ленты, вершиной на комлевые части поваленных на них деревьев (хлыстов).

Для скрепления комлевых частей деревьев (хлыстов), поваленных на близлежащие к волоку ленты с верхними частями деревьев (хлыстов), поваленных на удаленные от волока ленты,

используются чокеры в виде отрезков стального каната 7, на обоих концах которых закреплены зажимы 8 (рис. 2). Вершинные части деревьев (хлыстов) чокеруют на расстоянии 0,7–1,2 м от среза. Чтобы чокеры не соскальзывали, при обрезке сучьев оставляют мутовки из двух-трех сучьев длиной 2–3 см на расстоянии 0,2–0,4 м от верхнего среза. Гладкие и тонкие вершины зацепляют двойной петлей. Комлевые части деревьев чокеруют на расстоянии 0,5–0,7 м от комлевого торца. Чокер зацепляют так, чтобы зев крюка был обращен наружу от ствола и исключалась самопроизвольная расцепка чокера. При необходимости к одному дереву (хлысту) возможно прикрепление не одного, а нескольких деревьев (хлыстов), поваленных на более удаленные от волока ленты.

Трелевку лесоматериалов начинают после достижения безопасного расстояния между звеном вальщиков-обрезчиков сучьев и чокеровщиком. Процесс перемещения лесоматериалов на пасечный волок с использованием канатной трелевочной установки состоит из прицепки деревьев (хлыстов), поваленных на примыкающие к волоку ленты, к рабочему тросу канатной установки, перемещение деревьев (хлыстов) по направлению к трелевочной мачте, их отцепку от рабочего троса на пасечном волоке. В процессе перемещения деревьев (хлыстов) к пасечному волоку чокеровщик должен находиться на безопасном расстоянии от крайнего дерева (хлыста) и следить, чтобы не было саморасцепки или соскальзывания чокеров, заклинивания стволов или упора деревьев (хлыстов) в пни. После разработки пасеки рабочий трелевочный трос 9 переносят на смежную пасеку (к трелевочной мачте 10), разработку которой производят таким же способом. Схема переноса тросов с пасеки на пасеку аналогична известным ранее техническим решениям разработки лесосек с использованием канатных трелевочных установок. Трелевка лесоматериалов 11 с пасечного волока на погрузочный пункт осуществляется любыми известными ранее трелевочными средствами после перемещения деревьев (хлыстов) на волок с использованием канатной трелевочной установки, отцепки чокеров и выполнения на волоке необходимых обрабатывающих операций.

Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям в рамках федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники» на 2002–2006 гг.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАЧКИ (ВОЗА) СТВОЛОВ ДЕРЕВЬЕВ,  
ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ЗА КОМЛИ В ПОЛУПОДВЕШЕННОМ  
СОСТОЯНИИ РАСЧЕТНЫМ СТВОЛОМ**

Г.А. ИВАНОВ, доц. каф. теории и конструирования машин МГУЛ, канд. техн. наук

При определении воздействия пачки стволов деревьев (воза), перемещаемых в полуподвешенном состоянии на элементы технологического оборудования транспортной системы, например, в зависимости от высоты подъема комлевой или вершинной части ствола разумно заменить расчет пачки расчетом одного ствола. Это позволит анализировать параметры пачки, оперируя не набором стволов, а одним стволом.

Каждый ствол характеризуется рядом физических, геометрических и механических параметров. Именно: плотностью –  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>; модулем упругости –  $E$ , МПа; объемом –  $V$ , м<sup>3</sup>; силой тяжести –  $Q$ , кг; положением центра тяжести –  $\xi$ , м; моментом инерции сечения –  $I$ , м<sup>4</sup> [1]. Пачка как механическая система, формируемая из отдельных стволов в силу аддитивности функций  $V_n$ ,  $Q_n$  и  $I_n$  характеризуется аналогичными параметрами, оцениваемыми как сумма составляющих пачку стволов. Параметры пачки  $\rho_n$ ,  $E_n$  и  $\xi_n$  определяются через аналогичные параметры стволов несколько более сложным образом.

Кроме того, стволы имеют набор таксационных характеристик: диаметр на высоте 1,3 м –  $d_{1,3}$ , м, коэффициент формы на половине высоты ствола –  $q_2$ , длину ствола –  $Lc$ , м [2–4]. Аналогичные характеристики должен иметь расчетный ствол, моделирующий пачку.

Задачу по моделированию пачки деревьев расчетным стволом сформулируем следующим образом. Расчетный ствол должен иметь равные или близкие пачке силу тяжести, момент инерции в пределах поднятой части расчетного ствола, модуль упругости и положение центра тяжести. Объем и плотность расчетного ствола – варьируемые параметры.

Для решения поставленной задачи сформулируем допущение. Все перемещаемые в полуподвешенном состоянии стволы изгибаются самостоятельно и имеют безотрывный контакт волоочащейся части с опорной поверхностью.

В месте захвата стволов поперечное сечение пачки может иметь любую форму, как-то: круг, эллипс, прямоугольник и др. Это накладывает определенные требования на нумерацию ство-

лов в пачке. Она должна быть двухуровневой, когда один индекс указывает на номер ряда, а другой – на номер столбца. Например, ствол длиной  $Lc_{ij}$  находится в  $i$ -м ряду и  $j$ -м столбце поперечного сечения пачки в месте захвата стволов, тогда как волоочащиеся части всех стволов контактируют с опорной поверхностью, тем самым образуя всего один ряд.

Для описания продольного профиля стволов пачки и расчетного ствола будем использовать степенную функцию [5]. В этом случае продольный профиль стволов, описываемый через таксационные параметры, имеет вид:

стволов пачки  

$$r_{i,j}(x) = a_{i,j} \cdot (Lc_{i,j} - x)^{\mu_{i,j}} \text{ при } x \in \{0 \dots Lc_{i,j}\}, \quad (1)$$

расчетного ствола  

$$r_p(x) = a_p \cdot (Lp - x)^{\mu_p} \text{ при } x \in \{0 \dots Lp\}, \quad (2)$$

где  $r_{i,j}(x)$  и  $r_p(x)$  – радиус ствола пачки и расчетного ствола, соответствующий координате  $x$ , м;  
 $a_{i,j}$  и  $a_p$  – коэффициент в уравнении аппроксимации ствола пачки и расчетного ствола;  
 $Lc_{i,j}$  и  $Lp$  – длина стволов пачки и расчетного ствола, м;  
 $\mu_{i,j}$  и  $\mu_p$  – показатель степени в уравнении аппроксимации стволов пачки и расчетного ствола;  
 $x$  – текущая абсцисса, м.

Объем стволов пачки и расчетного ствола будет

$$V_{i,j} = \pi \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j} + 1}, \quad (3)$$

$$V_p = \pi \cdot a_p^2 \cdot \frac{Lp^{2\mu_p+1}}{2\mu_p + 1}. \quad (4)$$

Тогда объем пачки будет

$$V_n = \sum_i \sum_j \pi \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j} + 1}. \quad (5)$$

Сила тяжести стволов пачки и расчетного ствола будет

$$Q_{i,j} = \rho_{i,j} \cdot 9,807 \cdot \pi \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j} + 1}, \quad (6)$$

$$Q_p = \rho_p \cdot 9,807 \cdot \pi \cdot a_p^2 \cdot \frac{Lp^{2\mu_p+1}}{2\mu_p + 1}. \quad (7)$$

Тогда сила тяжести пачки, Н будет

$$Q_n = \sum_i \sum_j \rho_{i,j} \cdot 9,807 \cdot \pi \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j}+1}. \quad (8)$$

Положение центров тяжести стволов пачки и расчетного ствола относительно плоскости реза будет

$$\xi_{i,j} = \frac{Lc_{i,j}}{2(\mu_{i,j}+1)}, \quad (9)$$

$$\xi_p = \frac{Lp}{2(\mu_p+1)}. \quad (10)$$

Положение центра тяжести пачки относительно плоскости реза будет

$$\xi_n = \frac{\sum_i \sum_j \rho_{i,j} \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2(\mu_{i,j}+1)}}{(\mu_{i,j}+1) \cdot (2\mu_{i,j}+1)}}{2 \cdot \sum_i \sum_j \rho_{i,j} \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j}+1}}. \quad (11)$$

Средняя плотность пачки будет

$$\rho_{cp.n} = \frac{\sum_i \sum_j \rho_{i,j} \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j}+1}}{\sum_i \sum_j a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j}+1}}. \quad (12)$$

Момент инерции сечения стволов пачки и расчетного ствола на расстоянии  $x$  от комлевого реза будет

$$I_{i,j}(x) = \frac{\pi}{4} \cdot \left[ a_{i,j} (Lc_{i,j} - x)^{\mu_{i,j}} \right]^4 \quad \text{при } x \in \{0 \dots Lc_{i,j}\}, \quad (13)$$

$$I_p(x) = \frac{\pi}{4} \cdot \left[ a_p (Lp - x)^{\mu_p} \right]^4 \quad \text{при } x \in \{0 \dots Lp\}. \quad (14)$$

Тогда момент инерции сечения пачки на расстоянии  $x$  от комлевого реза будет

$$I_n(x) = \frac{\pi}{4} \cdot \sum_i \sum_j \left[ a_{i,j} (Lc_{i,j} - x)^{\mu_{i,j}} \right]^4 \quad \text{при } x \in \{0 \dots Lc_{i,j}\}. \quad (15)$$

Длину расчетного ствола определяем как средневзвешенную величину стволов пачки по формуле

$$Lp = \frac{\sum_i \sum_j Lc_{i,j} \cdot \left( \rho_{i,j} \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j}+1} \right)^{3/2}}{\sum_i \sum_j \left( \rho_{i,j} \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j}+1} \right)^{3/2}}. \quad (16)$$

В тех случаях, когда необходимо оставить неизменной длину пачки, длину расчетного ствола следует принимать равной длине максимального ствола пачки, именно

$$Lp = \max \{Lc_{i,j}\}. \quad (17)$$

Для вычисления показателя степени  $\mu_p$  в уравнении аппроксимации расчетного ствола степенной функцией приравняем центр тяжести пачки центру тяжести расчетного ствола

$$\xi_n = \xi_p. \quad (18)$$

Подставим в уравнение (18) значения  $\xi_n$  и  $\xi_p$  из формул (11) и (10) и разрешим полученное выражение относительно  $\mu_p$ . В итоге получим формулу

$$\mu_p = \frac{\left[ \sum_i \sum_j \rho_{i,j} \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j}+1} \right] \cdot Lp}{\sum_i \sum_j \rho_{i,j} \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2(\mu_{i,j}+1)}}{(\mu_{i,j}+1) \cdot (2\mu_{i,j}+1)}} - 1. \quad (19)$$

Для вычисления коэффициента  $a_p$  в уравнении аппроксимации расчетного ствола степенной функцией приравняем момент инерции сечения пачки моменту инерции сечения расчетного ствола. Так как в формулировке задачи не оговорено конкретное сечение пачки и расчетного ствола, то равенство моментов инерции принимаем при  $x = 0$ , т.е. в комлевом срезе. При этом следует иметь в виду, что диаметры комлевого среза  $d_0$  должны быть получены расчетом по заданным диаметрам на высоте 1,3 м  $d_{1,3}$ .

$$I_n(0) = I_p(0). \quad (20)$$

Подставим в уравнение (20) значения  $I_n(0)$  и  $I_p(0)$  из формул (15) и (14) и разрешим полученное выражение относительно  $a_p$ . В итоге получим формулу

$$a_p = \frac{\left[ \sum_i \sum_j (a_{i,j} \cdot Lc_{i,j}^{\mu_{i,j}})^4 \right]^{1/4}}{Lp^{\mu_p}}. \quad (21)$$

Здесь  $Lp$  определяется по формуле (16) или (17), а  $\mu_p$  по (19).

Для вычисления средней плотности расчетного ствола  $\rho_p$  приравняем силу тяжести пачки  $Q_n$  силе тяжести расчетного ствола  $Q_p$

$$Q_n = Q_p. \quad (22)$$

Подставим в уравнение (22) значения  $Q_n$  и  $Q_p$  из формул (8) и (7) и разрешим полученное выражение относительно  $\rho_p$ . В итоге получим формулу

$$\rho_p = \frac{\sum_i \sum_j \rho_{i,j} \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j}+1}}{a_p^2 \cdot \frac{Lp^{2\mu_p+1}}{2\mu_p+1}}. \quad (23)$$

Здесь  $Lp$  определяется по формуле (16) или (17), а  $\mu_p$  по (19).

Для вычисления среднего модуля упругости расчетного ствола  $E_p$  приравняем жесткость пачки жесткости расчетного ствола  $E_p I_p(x)$ . Равенство жесткостей принимаем на расстоянии  $x = 1,3$  м от комлевого реза.

$$\frac{\pi}{4} \cdot \sum_i \sum_j E_{i,j} \cdot \left[ a_{i,j} (Lc_{i,j} - 1,3)^{\mu_{i,j}} \right]^4 = E_p \cdot I_p(1,3). \quad (24)$$

Подставим в уравнение (24) значения  $I_p(1,3)$  из формулы (14) и разрешим полученное выражение относительно  $E_p$ . В итоге получим формулу

$$E_p = \frac{\sum_i \sum_j E_{i,j} \cdot \left[ a_{i,j} (Lc_{i,j} - 1,3)^{\mu_{i,j}} \right]^4}{\left[ a_p (Lp - 1,3)^{\mu_p} \right]^4}. \quad (25)$$

Здесь  $Lp$  определяется по формуле (16) или (17),  $\mu_p$  по (18) и  $a_p$  по (20).

Центр комлевого среза расчетного ствола дерева определяем как средневзвешенную величину центров комлевых срезов стволов пачки относительно нижней кромки стволов в пачке с учетом высоты установки щита, коника или шарнира крепления захвата манипулятора по формуле

$$H_p = \frac{\sum_i \sum_j H_{i,j} \cdot \left( \rho_{i,j} \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j}+1} \right)^{3/2}}{\sum_i \sum_j \left( \rho_{i,j} \cdot a_{i,j}^2 \cdot \frac{Lc_{i,j}^{2\mu_{i,j}+1}}{2\mu_{i,j}+1} \right)^{3/2}} + H_T. \quad (26)$$

Здесь  $H_{i,j}$  – высота положений центров стволов пачки, определяемая геометрическим построением кругов комлевых резов стволов в захвате относительно нижней кромки стволов пачки. Радиусы кругов определяются из формулы (1) при  $x = 0$ .

В таком случае высота положений центров стволов пачки относительно опорной поверхности будет определяться выражением

$$H_{i,j} = Ho_{i,j} + H_T, \quad (27)$$

где  $H_T$  – высота нижней кромки кругов комлевых резов стволов в захвате.

Таким образом, теория, разработанная для отдельного ствола применима с достаточной степенью точности и к пачкам, сформированным из отдельных стволов, имеющих различные параметры.

#### Библиографический список

1. Боровиков, А.М. Справочник по древесине / А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев. – М.: Лесная пром-сть, 1989, – 295 с.
2. Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 552 с.
3. Лесная таксация и лесоустройство / В.В. Загреев, Н.Н. Гусев, А.Г. Мошкалев и др. – М.: Экология, 1993. – 384 с.
4. Захаров, В.К. Лесная таксация. – 2-е изд. / В.К. Захаров. – М.: Лесная пром-сть, 1967. – 408 с.
5. Иванов, Г.А. Влияние таксационных показателей на параметры формулы образующей продольного профиля ствола дерева и на его объем / Г.А. Иванов: сб. науч. тр. МГУЛ. – Вып. 297. – 1998.



## ФИЛОСОФСКАЯ ОСНОВА КИТАЙСКОЙ САДОВОЙ ЭСТЕТИКИ

Е.В. ГОЛОСОВА, *Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН*

На протяжении долгой истории национальной культуры каждый создатель сада в Китае стремился к одному – совместить красоту естественной природы и рукотворный ландшафт. Идеологической основой для этого явилась более чем двух с половиной тысячелетняя история философии и эстетики даосизма и конфуцианства.

Конфуцианство всегда влияло на историю и культуру Китая. Даосизм, в свою очередь, представленный учением Лао Цзы и Чжуан Цзы, находился, с одной стороны, в оппозиции учению Конфуция, а с другой – весьма успешно дополнял его. Китайский исследователь садовой культуры Ху Дунчу (1992) сравнил этот диалектический союз противоположностей с двумя цветными нитями, сплетенными в тугую крепкий жгут. Конфуцианская эстетическая мысль делала главный акцент на совершенстве созданного человеком пространства и в чем-то отдаленно напоминала европейское отношение к человеку как к венцу и творцу природы. Даосизм же безоговорочно принимал превосходство природы и высшего разума (божественного промысла) над всем, что создано человеком. Через какое-то время даосские и конфуцианские теории смешались и послужили основой для формирования традиционных китайских представлений о красоте, которые, в свою очередь, легли в основу теории построения сада.

Главный принцип построения китайского сада заключается в необходимости создания предельной гармонии между пейзажем, созданным природой, и рукотворной его частью. Вмешательство человека должно было идти не на «замену» элементов природного ландшафта, а на его «дополнение». Этот подход к формированию пространства воплотился позднее в философском принципе даосов: «Через сложную работу вернуться к исходному» (через ваяние и лепку вернуться вновь к исходному материалу – камню, глине), что означало, что все холмы и водоемы, сделанные руками человека саду, должны выглядеть естественно, как в природе.

Еще до того, как Конфуций сформулировал положение, что одинаковые объекты несовершенны, как однородный звук неприятен уху, древняя книга И-цзин учила, что истоки красоты

следует искать в разнообразии. Конфуций развил это положение в концепцию гармонии, применимую, как и большинство философских теорий, к большинству направлений человеческой деятельности: из одного продукта невозможно приготовить вкусные блюда, однородный звук не есть музыка, одно слово – еще не поэзия и даже живопись тушью или каллиграфия предполагает как минимум два цвета.

Необходимость разнообразия побудила искать баланс компонентов для достижения гармонии.

Китайский сад состоит из широкого пространства и малого внутреннего сада. Крупномасштабные пейзажи с высокими холмами, реками, озерами, водопадами и скальными выходами пород состоят из тех же элементов, что и искусственные холмы, мелкие потоки, каменные композиции в садах резиденций. Но вместе с основными элементами в саду присутствует множество таких, которые придают неповторимую индивидуальность каждому китайскому саду.

Структура сада, несмотря на некий обязательный штамп, различна и постоянно меняется: меняются архитектурные стили, присущие им детали внутреннего и внешнего декора. Все это создает естественные, присущие только данному саду качественные отличия. Рассмотрев несколько искусственных холмов в садах Китая, можно без труда найти большое количество отличий. Отличия эти заключаются в форме и структуре холма (где-то это земляные горы с мягкими чертами и яркой растительностью, а в других случаях – это холмы, сложенные полностью из крупных камней, с подпорными стенками со стороны водоемов, изящные камни, играющие роль скульптуры, или скалы, разрезанные узкими потоками, с пещерами, лабиринтами и каналами).

Поиски гармонии всегда были сопряжены с изменениями, так же как и научный поиск подразумевает приближение к истине. Это базировалось на конфуцианской доктрине «золотой середины», которая порицала крайности в принятии решения, а в садах и вовсе требовала осторожного равновесия между природой и человеческим вмешательством. Там, где это равновесие было достигнуто, можно говорить о гармонии сада. И

именно эти сады пережили века, составив сокровищницу мировой садовой культуры.

Одна из фундаментальных теорий китайской классической эстетики базируется на теории единства противоположностей, выраженных в древних символах гармонии Инь – Ян. Авторство концепции Инь – Ян в равной степени приписывают и даосам и конфуцианцам с той лишь разницей, что конфуцианская эстетическая мысль фокусировала внимание на этике и морали, а последователи Лао Цзы и Чжуан Цзы больше внимания уделяли красоте и искусству. Лао Цзы учил, что все противоположные по значению и характеристикам явления и предметы взаимосвязаны. В садовом искусстве этот принцип проявляется через характеристики слагающих сад элементов и композиционных приемов: твердый и мягкий, светлый и темный, предмет и пустота, открытый и замкнутый, простой и украшенный, зажатый и освобожденный, движущийся и стоячий. Иными словами, выражение дуализма в концепции Инь-Ян – это не что иное, как более поздняя, но принятая западным искусством и уже адаптированная теория контрастов. Исходя из этого понятно, почему главных составляющих любого сада всего два – вода и земля. Вода обладает всеми характеристиками, присущими понятию Инь: бесформенная, нестабильная, изменяющаяся, мокрая, темная, горизонтальная. В противоположность воде, земля (она же камень, гора, скала) – жесткая, стабильная, вертикальная составляющая, т.е. обладающая всеми характеристиками Ян.

Вода в естественном жидком состоянии не может существовать без той формы, которую ей предоставит земля; земля без воды – безжизненная пустыня. И только благодаря союзу этих двух противоположностей существует все живое на планете.

Как ни покажется парадоксальным с точки зрения европейской логики, образными синонимами камня и воды в восточной культуре являются понятия активность и пассивность, причем именно вода считается пассивным элементом.

Другой характеристикой китайских садов, исходя из той же теории «Инь – Ян», принято считать пристальное внимание к простой, скромной красоте, но именно к тому ее проявлению, которое уравнивает яркость и вычурность архитектуры.

Деревья, камни, искусственные холмы, цветы должны психологически уравнивать

великолепие дворцов, беседок, павильонов и храмов с их росписями, резьбой, скульптурой. Как одно, так и другое могло проявляться и в качестве акцента, и в качестве фона (например, яркая беседка на фоне роши или склона горы и одинокий камень или группа камней на фоне стены павильона). Конфуций определял это явление как «качество, свойственное красоте», и справедливо считал его составной частью общей эстетической концепции китайской культуры. Древние китайские садовники стремились расширить природные свойства растений и камней, не изменяя, а лишь подчеркивая их красоту, заложенную природой.

Двумястами годами раньше Конфуция Лао Цзы размышлял о способности видеть соответствие внутренних качеств и внешней формы, называл это «красотой простоты». Его теория обрела реальные черты и удивительное подтверждение в японских символических и абстрактных садах, опиравшихся на буддистское учение дзен, известное в Китае как Чань (как самостоятельная религиозно-философская концепция утвердилось в Китае с 1-й половины VI в., а в Японии – к концу XII в.).

В китайской традиционной культуре моральное (этическое) образование человека часто занимало место религии. Поэтому учение Конфуция, часто принимаемое как свод законов о морали, органично вписалось в жизнь китайцев и довольно быстро перешло в форму религии, оставаясь до начала XX в. официальной государственной идеологией.

Сравнение человеческих добродетелей с природой весьма характерно для конфуцианства в целом. Возможно, именно это способствовало популярности конфуцианского учения на протяжении более чем двадцати пяти веков не только в Китае, но и других странах региона, в том числе и Японии, где основа государственности изначально базировалась именно на конфуцианских принципах. Примером этому служит теория «горы и реки как эквивалент благосклонности и мудрости». В ней Конфуций сравнивает горы и реки с моральными качествами людей. Показательно следующее изречение Конфуция: «Мудрый сравним с чистым потоком, доброжелательный – с горой; мудрый активен, доброжелательный – пассивен; мудрый счастлив, доброжелательный – долгоживущ». Конфуций верил, что естественные явления и проявления лучших моральных качеств имеют одни и те же корни. Видно, что это противопоставление

и единство весьма напоминает теорию «Инь – Ян» древнекитайских натурфилософов, положенную в основу концепций не только конфуцианцами, но и даосами и буддистами. Китайские классики – поэты и художники, часто сравнивали образованность и нравственную целостность человека с камнем, сосной, бамбуком, сливой, хризантемой, лотосом и другими естественными объектами. Они олицетворяли горы и реки, бамбук и камни с моральной особенностью духа. Именно это Конфуций определил как «копирование добродетелей».

Эта концепция вскоре стала традиционной в определении эстетической точки зрения на искусственный ландшафт и оказала такое глубокое влияние на китайскую культуру и искусство, что стала уникальной характеристикой китайского духа. До сих пор почитатели китайской классической культуры преклоняются перед природой, сопоставляя красоту ландшафтов с моральными идеалами.

Основоположник даосизма Лао Цзы полагал, что пустота и спокойствие есть два состояния «дао» в природе. Так, горная лощина «пуста», но если бы пришла вода, то она могла бы ее собой заполнить, то есть «пустота» – это не что иное, как великий потенциал пространства. Пустота понималась Лао Цзы и его последователями как пространство, потенциально готовое к заполнению в бесконечном количестве вариантов. Для человека философское понятие «пустоты» было адекватно бесконечным творческим возможностям, которые при наличии способности мыслить практически неисчерпаемы.

Анализируя отношение человека к пространству (дома, сада, города и пр.) в странах востока и запада, можно увидеть те основные различия, которые, в сущности, и определяют разницу в мировосприятии. На западе почти всегда планировочным центром рабочего пространства любого типа и размера становятся объемные стационарные структуры, фиксирующие заполнение пространства в центре. Такими структурами в западной ландшафтной архитектуре могут быть замки, дворцы, дома и другие объекты центрального обзора, вокруг которых развивается подчиненное им пространство сада. В китайских садах пространство, на котором формируется сад, находится в центре, а архитектурные сооружения обрамляют его. И именно это «пустое» пространство является центром обзора. Считается, что в соответствии с даосскими представлениями

о красоте и гармонии мира в садовое искусство пришло понятие «пустой объект», а в соответствии с конфуцианской доктриной – понятие «главенствующего центра» как главные созерцательные объекты. Впоследствии понятие «пустоты» органично вошло в буддийское учение, и уже в Японии его влияние ярко проявилось в дзенских символических и абстрактных садах.

Значимость «пустоты» демонстрируют и многочисленные пещеры и лабиринты, устраиваемые в искусственных холмах в садах. Мастер, создающий сад, использует эти пустоты в середине твердого материала не столько для подтверждения философских теорий, сколько для расширения пространства, косвенно подтверждая правильность теории о значимости пустоты. Достаточно близко по важности к понятию «пустота» даосы ставили понятие «Покой». Последователь Лао Цзы – Жуан Цзы ассоциировал «Покой» со спокойствием водной глади, созерцание которой благотворно воздействует человека. Они считали, что ощущение покоя исходит также и от леса, побуждая дух сливаться с природой, принося чувство удовлетворенности и свободы. Не ставя перед собой такой задачи, древние китайские ученые дали тем самым философское обоснование садовому искусству. Эти два понятия объединяет то, что по отношению к пространству подразумевалось не отсутствие его заполненности или действия, а бесконечные варианты возможности этого действия, что явилось бесспорной предпосылкой развития учения чань (дзен). Его называли еще «сидячим буддизмом», поскольку в основе лежали медитативные практики, в процессе которых в сознании можно было создать любые образы в «пустом» пространстве, не прибегая к реальным воплощениям их в природе. Без даосского учения о «пустоте» мир не узнал бы такого шедевра дзенбуддийского садового искусства, как сухой сад храма Рёандзи и сад храма Дайтокудзи в японском Киото и еще множество других не менее загадочных садов, требующих не столько рассмотрения, сколько осознания. Как и современные люди во всем мире, древние китайцы желали иметь «горы и лес в городе», которые давали бы им тихий, спокойный досуг среди городского шума и суеты, что способствовало продуманному созданию садов внутри резиденций, отвечавших определенным требованиям эстетов того времени.

Одним из ярких примеров произведений искусства «пустоты» являются окна и проемы в стенах галерей и построек в садах. Их разнообразие поистине безгранично в садах юга. В северном типе садов они тоже встречаются, только гораздо реже и более просты по форме, поскольку холодные ветра и зимы не позволяют широко применять этот прием без ущерба комфорту пребывания в садовых павильонах.

Пространственные разделы внутри резиденций, которыми могут быть и стены, и галереи, и даже беседки и другие строения, многократно делят жилое пространство, скрывая его истинные размеры. Проникнуть из одной части в другую можно через проходы различной конфигурации, а увидеть другую часть сада или отдельную композицию – через специальные окна обзора, вид за которыми тщательно спланирован. Проходы и большинство окон не имеют дверей и створок – они пусты; но каждый такой элемент – это декорация сада сама по себе, а также определенный призыв к переходу в другое пространство, его реклама и парадная часть одновременно. Мастера садов использовали проемы и окна также и для того, чтобы акцентировать внимание зрителя на отдельных композициях или картинах сада. Подобные проемы могут иметь самую разнообразную форму, наиболее распространенная из которых – это круг, символ неба. Таким образом, посетитель сначала видел картину «неба», а затем вступал в «небесное» пространство и оказывался в «другом мире», прекрасном и непохожим на предыдущий.

Круглое окно в стене или беседке – это чаще всего образ луны; подобные окна предназначались для любования восходящей луной или заходящим солнцем. Кроме круглых, окна и проходы бывают в форме квадрата (символ Земли), восьмиугольника (зеркало багуа), прямоугольника, овала, шестиугольника, листа банана, цветка, вазы, веера, даже иероглифа, а также многих других. За проемами открываются виды на бамбуковый лес, уходящую дорогу, выложенную камешками с диковинным орнаментом, группу камней с причудливыми формами, беседку над прудом или холмы дальнего плана, видом которых искусно заполнен пустой проем в стене.

В китайской теории изобразительного искусства к IV веку нашей эры (династия Цзинь) сформировался главный тезис, отражающий основное направление пейзажной живописи, звуча-

щий как всегда емко и лаконично: «Горы и воды». Позже он был скорректирован учением о «пустоте» и стал звучать как «Горы и долины». Некоторые исследователи считают, что изображение гор, долин и рек в географическом смысле дало толчок к развитию топографии, то есть составлению карт местности. Для древних же мастеров сада свитки с изображением реальных природных ландшафтов были первыми планами, по которым они строили миниатюрные копии.

Основоположником китайской пейзажной живописи считаются художник эпохи Восточной Цзинь – Гу Кайчжи и его друг и соратник каллиграф Ван Сейчжи, которые были искусными знатоками всех современных (в то время) философских даосских и конфуцианских теорий. До них изображение гор и рек использовали только в качестве заднего плана (фона) для человеческих фигур. Гу Кайчжи был первым, кто использовал природный пейзаж в качестве главной темы своих работ. Девизом творчества художник избрал собственный тезис «изображение мысли через форму», справедливо полагая, что вполне допустимо «использование воображения для достижения удивительного». Это стало возвышенным идеалом для художников того времени всех направлений и означало, что любое изображение ландшафта, будь то живописный свиток или сад, должно включать не только определенный набор элементов, но и некую магию природы, ее романтический шарм, передающий настроение художника. Простые натуралистические изображения пейзажа не считались искусством. Этот идеал, к которому стремились все мастера, называется «Шень си» – «божественное сходство», он стал на многие века руководящим принципом в китайской классической живописи и садоводстве. Художник периода Южных династий (316–589) Цзун Бин почти всю жизнь провел в путешествиях по стране и слыл не только знатоком дао и конфуцианства, но и буддизма. Он возвратился в родной город умудренным жизненным опытом очень пожилым человеком и до конца дней писал пейзажи, виденные в далеких странствиях. Он завесил большими свитками с изображением гор и долин все внутренние стены своего жилища, чтобы чувствовать себя как в юности – в окружении прекрасных пейзажей. Указывая на них, он говорил: «короткое расстояние равно тысяче ли». Так гласит легенда, но в течение многих веков, художники использовали этот прием для оформления

огромных залов дворцов, делая панно из составных свитков во всю стену. Создавая пейзажную картину перед главным холлом в жилом внутреннем дворе, садовники старались достичь той же цели – дать возможность любоваться прекрасным пейзажем, не вставая с ложа или трона. Вид сада из окна считался промежуточным звеном между живописью и декоративным садоводством. Главным элементом, объединяющим во все времена живопись с садовым искусством, была масштабность пейзажных картин и садов. Любой пейзаж, изображенный на бумаге, шелке или местности, просчитывался мастером до мельчайших деталей во избежание ненужного гротеска.

Пейзажную живопись и сады объединяет еще и сезонная тематика. Смена сезонов, связанная с изменением цвета (листья, цветы) и фактуры (листопадные растения, эфемероиды, снег), происходит в саду естественным образом. Красота сада в разные сезоны года могла быть акценти-

рована подбором растений на некоторых участках или в отдельных малых садах. Некоторые сады создавались специально с символическими композициями для каждого из сезонов, как например сад «четырёх сезонов» Геюань в Янчжоу.

Растительными символами сезонов были бамбук для зимы, слива для весны, орхидея для лета и хризантема для осени. Изображения этих же растений составляют традиционный набор из четырех свитков. Так же четыре свитка с изображением пейзажей в зимнем, весеннем, летнем и осеннем убранстве популярны с древних времен до настоящего времени.

#### Библиографический список

1. Zhu Junzhen. Chinese landscape gardening. /Beijing: Foreign languages press, 1992. – 182 p., ill.
2. Chinese classical gardens. /Hangzhou: Zhejiang People's Fine Arts Publishing House, 2002. – 175 p., ill.
3. Hu Dongchu. The way of the virtuous.: The influence of art and philosophy on Chinese garden design. /Beijing: Foreign languages printing house, 1991. – 119p., ill.

## СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЫ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА им. Н.В. ЦИЦИНА РАН

Т.А. САДАКОВА, *Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН*,  
А.В. БАРИНОВ, *Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН*

Работа абсолютного большинства научных организаций связана с решением прикладных задач, подразумевающих обработку огромного числа фактических данных, которая при современных потоках информации невозможна без использования различных систем управления базами данных и ГИС-систем. Для ботанических учреждений такими базами данных являются списочный состав коллекционных фондов, карты экспозиционных фондов, фототеки коллекционных растений и их отдельных частей, ботанических и ландшафтных экспозиций.

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН обладает одной из крупнейших коллекций растений в Европе. Общее число коллекционных растений составляет 17 224 таксона. Однако существующие системы учета растений (учетные карточки, локальные базы данных интродукционных отделов и планы глазомерной съемки) не позволяют определить местонахождение растений на территории ГБС и не отвечают современным требованиям учета и поиска коллекционных растений.

Отсутствие универсальной базы данных, позволяющей работать одновременно со всем коллекционным фондом для определения наличия и ботанической принадлежности, идентификации, состояния, местоположения на территории, происхождения, ареалов, декоративных характеристик, зон интродукции и перспектив использования в озеленении городов, не дает возможности оперативно работать с коллекцией, вести надлежащий учет движений коллекций. Имеющиеся пакеты прикладных программ (ArcView, AutoCAD MAP Release 3.0, MapInfo Professional и др.), а также базы данных, касающиеся ботанических коллекций, созданные в отечественных и зарубежных ботанических садах («Калипсо», Florin и др.), не позволяют совмещать текстовую и графическую информацию, вести поиск объектов по широкому числу запрашиваемых данных с учетом ботанической классификации.

В Главном ботаническом саду РАН была поставлена задача: используя возможности программы AutoCAD, доступной для архитекторов, дизайнеров и специалистов смежных специаль-

ностей, создать карту ботанического сада и графическую базу данных с возможностью поиска местоположения растений, архитектурных сооружений, планировочных элементов (дорог, площадок, ограждений), элементов водных систем, малых архитектурных форм, коммуникаций и т.д.

Территория ГБС РАН уникальна не только в силу своих природных данных и растительных коллекций, но и по характеру использования. С одной стороны, это научный полигон по изучению, сбору и экспонированию новых видов, проведению экологических и физиологических исследований. С другой стороны, территория используется населением как огромная рекреационная зона на северо-востоке столицы, место получения новых биологических знаний через знакомство с ботаническими и ландшафтными экспозициями, с полным набором позитивных и негативных последствий для сада.

В среде AUTOCAD выполнена карта Главного ботанического сада РАН площадью 331,49 гектаров с нанесением рельефа местности, дорожно-тропиночной сети, зданий, сооружений, полей, вспомогательных служб и интродукционных отделов.

Изготовлены карты для практического применения: для механизированной уборки дорог в зимнее и летнее время, установки малых архитектурных форм, постов охраны, касс, входов и въездов. Все составляющие включены в единую геоинформационную систему сада, позволяющую фиксировать и диагностировать состояние как коллекционных фондов, так и архитектурно-планировочных элементов и коммуникаций.

В основу поисковой системы заложена нумерация секторов (участков) основной территории ГБС. В силу сложившейся планировочной структуры территории под сектором (поиска или произрастания) подразумевается площадь, ограниченная существующими дорогами и тропами, водотоками, обособленные ландшафтные и эколого-ландшафтные экспозиции. Таким образом, основная экспозиционная территория ГБС состоит из 196 секторов, из них на долю дендрологических коллекций приходится 66 секторов; на ландшафтные экспозиции – 30; на декоративные растения – 2; на географические коллекции – 26;

на культурные растения – 11. Заповедная дубрава занимает – 7, а естественный лес – 54 сектора.

В среде Borland Delphi разработано программное обеспечение для всей информационно-поисковой системы учета элементов ботанического сада. Информация об элементах электронной карты хранится в общей базе данных и с помощью средств OLE Automation на электронной карте отображается тот или иной элемент.

Создание карт различного назначения позволяет вести учет используемых площадей под коллекционные и экспозиционные нужды сада, определять и учитывать проводимые лесохозяйственные мероприятия, прогнозировать структурные изменения ценозов ботанического сада в целом. Кроме этого, электронная карта ГБС основывается на геодезическом плане местности с обозначением реального местоположения всех зданий и сооружений и существующих коммуникаций.

Проведенная работа подтвердила необходимость создания единой информационной системы Главного ботанического сада, в основу которой положена электронная карта сада. Создание и использование электронной карты дало возможность различным подразделениям и службам ботанического сада решать большинство вопросов, связанных с пространственной информацией. Одним из создателей и пользователей электронной карты ГБС является лаборатория ландшафтной архитектуры, где на основе собственных методик разработаны эскизные проекты ландшафтных экспозиций на территории второй очереди строительства ГБС, проектные разработки по реконструкции экспозиций «Партер» и «Рокарий». В виде электронной карты были переданы проектные предложения по реконструкции розария в МОСПРОЕКТ-4, который разрабатывает рабочие чертежи. На основе электронной карты разрабатывается проект новой экспозиции «Цветники из многолетников».

#### Библиографический список

1. Пономарев, В. Базы данных в Delphi 7. / В. Пономарев. – СПб.: Питер Пабблишинг, 2003. – 224 с.
2. Каталог растений Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина Российской академии наук / Составители З.Е. Кузьмин, А.Н. Швецов; под ред. Л.Н. Андреева и др. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 347 с.
3. Вейскас, Д. Эффективная работа с Microsoft Access 2 / Д. Вейскас. – СПб.: Питер Пресс, 1995. – 864 с.

## МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАПРЕЩЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ С ДИСКРЕЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДОСТУПОМ

П.Н. ДЕВЯНИН, *Институт криптографии, средств связи и информатики*

В статье рассматриваются информационные потоки по памяти и по времени [2, 5], возникающие в компьютерных системах (КС) в результате реализации субъектами доступов к сущностям. В соответствии с априорно заданной в КС политикой безопасности некоторые информационные потоки могут являться запрещенными, например, информационный поток по времени от сущности с большей ценностью к сущности с меньшей ценностью или информационный поток по памяти от недоверенного субъекта КС к сущности, функционально ассоциированной с доверенным субъектом [4].

Для анализа условий возможности реализации в КС запрещенных информационных потоков по памяти и по времени целесообразно применить семейство формальных моделей безопасности управления доступом и информационными потоками в КС (далее, сокращенно, ДП-моделей), описанных в [1]. В основе ДП-моделей использованы формальные модели [2–5]: модель *Take-Grant*, модель Белла-ЛаПадула, модель систем военных сообщений, субъектно-ориентированная модель изолированной программной среды. При этом в ДП-моделях учтены ряд особенностей функционирования современных КС, в том числе возможность кооперации части субъектов при передаче прав доступа и реализации информационных потоков, возможность реализации в КС доверенных и недоверенных субъектов с различными условиями функционирования, возможность противодействия доверенными субъектами КС передаче прав доступа или реализации информационных потоков недоверенными субъектами, различие условий реализации в КС информационных потоков по памяти и по времени, наличие в современных КС иерархической структуры сущностей и возможность ее использования при реализации информационных потоков по времени, возможность изменения функциональности субъекта при реализации информационного потока по памяти на функционально ассоциированные с ним сущности, необходимость в ряде случаев определения различных правил управления доступом и информационными потоками для распределенных компонент КС.

При описании каждой ДП-модели используется классический подход, состоящий в том, что моделируемая КС представляется абстрактной системой, каждое состояние которой представляется графом доступов, каждый переход системы из состояния в состояние осуществляется в результате применения одного из правил преобразования состояния. При этом основой всех ДП-моделей является базовая ДП-модель, в которой используются следующие обозначения и определения:

$E = O \cup C$  – множество сущностей,

где  $O$  – множество объектов;

$C$  – множество контейнеров и  $O \cap C = \emptyset$ ;

$S \subseteq E$  – множество субъектов;

$R_r = \{read_r, write_r, append_r, execute_r, own_r\}$   
– множество видов прав доступа;

$R_a = \{read_a, write_a, append_a\}$  – множество видов доступа;

$R_f = \{write_m, write_t\}$  – множество видов информационных потоков,

где  $write_m$  – информационный поток по памяти на запись в сущность;

$write_t$  – информационный поток по времени на запись в сущность;

$R_{raf} = R_r \cup R_a \cup R_f$  – множество видов прав доступа, видов доступа и видов информационных потоков, при этом множества  $R_r, R_a, R_f$  попарно не пересекаются.

### Определение 1

Иерархией сущностей называется заданное на множестве сущностей  $E$  отношение частичного порядка « $\leq$ » (то есть отношение, обладающее свойствами рефлексивности, антисимметричности и транзитивности), удовлетворяющее условию: если для сущности  $e \in E$  существуют сущности  $e_1, e_2 \in E$  такие, что  $e \leq e_2, e \leq e_1$ , то или  $e_1 \leq e_2$ , или  $e_2 \leq e_1$ .

В случае, когда для двух сущностей  $e_1, e_2 \in E$  выполняются условия  $e_1 \leq e_2$  и  $e_1 \neq e_2$ , будем говорить, что сущность  $e_1$  содержится в сущности-контейнере  $e_2$ , и будем использовать обозначение:  $e_1 < e_2$ .

### Определение 2

Определим  $H: E \rightarrow 2^E$  — функцию иерархии сущностей, сопоставляющую каждой сущ-

ности  $c \in E$  множество сущностей  $H(c) \subset E$ , удовлетворяющее условиям:

*Условие 1.* Если сущность  $e \in H(c)$ , то  $e < c$ , и не существует сущности-контейнера  $d \in C$  такой, что  $e < d, d < c$ .

*Условие 2.* Для любых сущностей  $e_1, e_2 \in E, e_1 \neq e_2$  по определению выполняются равенство  $H(e_1) \cap H(e_2) = \emptyset$  и условия:

– если  $o \in O$ , то выполняется равенство  $H(o) = \emptyset$ ,

– если  $e_1 < e_2$ , то или  $e_1, e_2 \in E / S$ , или  $e_1, e_2 \in S$ ,

– если  $e \in E / S$ , то  $H(e) \subset E / S$ ,

– если  $s \in S$ , то  $H(s) \subset S$ .

**Определение 3**

Пусть определены множества  $S, E, R \subseteq S \times E \times R, A \subseteq S \times E \times R, F \subseteq E \times E \times R, G \subseteq E \times E \times R$  и функция иерархии сущностей  $H$ . Определим  $G = (S, E, R \cup A \cup F, H)$  – конечный помеченный ориентированный граф, без петель, где элементы множеств  $S, E$  являются вершинами графа, элементы множества  $R \cup A \cup F$  являются ребрами графа. Назовем  $G = (S, E, R \cup A \cup F, H)$  графом прав доступа, доступов и информационных потоков или сокращенно графом доступов.

Используем также обозначения:

$\Sigma(G^*, OP)$  – система, при этом:

– каждое состояние системы представляется графом доступов;

–  $G^*$  – множество всех возможных состояний;

–  $OP$  – множество правил преобразования состояний.

$G \xrightarrow{op} G'$  – переход системы  $\Sigma(G^*, OP)$  из состояния  $G$  в состояние  $G'$  с использованием правила преобразования состояний  $op \in OP$ .

Если для системы  $\Sigma(G^*, OP)$  определено начальное состояние, то будем использовать обозначение:

$\Sigma(G^*, OP, G_0)$  – система  $\Sigma(G^*, OP)$  с начальным состоянием  $G_0$ .

В базовой ДП-модели определены 16 правил преобразования состояний из множества  $OP$ : *take\_right*( $\alpha, x, y, z$ ), *grant\_right*( $\alpha, x, y, z$ ), *remove\_right*( $\alpha, x, y, z$ ), *own\_take*( $\alpha, x, y$ ), *own\_remove*( $\alpha, x, y$ ), *create\_entity*( $x, y, z$ ), *create\_subject*( $x, y, z$ ), *rename\_entity*( $x, y, z$ ), *delete\_entity*( $x, y, z$ ), *access\_read*( $x, y$ ), *access\_write*( $x, y$ ), *access\_append*( $x, y$ ), *flow*( $x, y, y', z$ ), *find*( $x, y, z$ ), *post*( $x, y, z$ ), *pass*( $x, y, z$ ).

Применение ДП-моделей позволяет осуществить теоретический анализ условий передачи

прав доступа и реализации информационных потоков в КС и разработать методы предотвращения возможности реализации в КС запрещенных информационных потоков по памяти и по времени.

Опишем (с сокращениями) метод предотвращения возможности реализации запрещенных информационных потоков по времени с использованием блокирующих доступов доверенных субъектов [1]. Для этого применим ДП-модель с блокирующими доступами доверенных и будем считать, что если между двумя сущностями КС реализуется информационный поток по памяти, то в том же направлении между ними реализуется информационный поток по времени. Описание метода включает условие применения метода и последовательность из пяти шагов, определяющих действия в системе  $\Sigma(G^*, OP, G_0)$ , которые необходимо осуществить при применении метода.

**Метод 1**

*Условие применения метода.* Пусть определена система  $\Sigma(G^*, OP, G_0)$  с начальным состоянием  $G_0 = (S_0, E_0, R_0 \cup A_0 \cup F_0, H_0)$  и определены множества доверенных субъектов  $L_S$ , недоверенных субъектов  $N_S$  и запрещенных информационных потоков по времени  $N_f$ .

*Шаг 1.* Создать в системе доверенного субъекта  $u \in L_S \cap S_0$ , который будет реализовывать блокирующие доступы. Для начального состояния системы описать множество блокирующих доступов доверенных субъектов  $A_B$ , включив в него доступы доверенных субъектов к сущностям, которые они реализуют для обеспечения выполнения своих функций в системе. Используя множество блокирующих доступов, определить новую функцию иерархии сущностей  $H_{B0}$  и состояние  $G_0 = (S_0, E_0, R_0 \cup A_0 \cup F_0, H_{B0})$ . Задать состояние  $G'_0 = (S'_0, E'_0, R'_0 \cup A'_0 \cup F'_0, H'_{B0})$  путем удаления из состояния  $G_0$  всех вершин, ребер, отношений иерархии, элементами которых являются доверенные субъекты.

*Шаг 2.* Для каждого запрещенного информационного потока по времени  $(x, y, write_i) \in NB_f$  где  $x$  и  $y$  — недоверенные субъекты, с использованием БД ДП-модели проверим возможность его реализации. Если реализация информационного потока возможна, то выполнить шаг 3. В противном случае удалить запрещенный информационный поток по времени  $(x, y, write_i)$  из множества  $NB_f$ . Если множество  $NB_f$  пусто, то закончить реализацию метода.



*Шаг 3.* С использованием БД ДП-модели определить вид информационного потока от  $x$  к  $y$ . Если информационный поток по памяти, то выполнить шаг 4. Если информационный поток по времени, то выполнить шаг 5.

*Шаг 4.* Для реализации информационного потока по памяти от  $x$  к  $y$ , необходимо, чтобы их в  $G_0$  соединял путь специального вида, проходящий через вершины сущности, и ребра на пути должны быть помечены правами доступа вида  $read_r$ ,  $write_r$ ,  $append_r$ ,  $own_r$ . Для предотвращения возможности реализации информационного потока по памяти от  $x$  к  $y$  следует «разомкнуть» путь, их соединяющий, удалив любое ребро на пути, тем самым лишив одного из субъектов на пути права доступа к сущности. Далее перейти на шаг 2.

*Шаг 5.* В рамках БК ДП-модели обосновывается, что если от субъекта  $x$  к субъекту  $y$  может возникнуть информационный поток по времени и не может возникнуть информационный поток по памяти, то в  $G_0$  должна существовать сущность  $e \in E_0$  такая, что реализация к ней блокирующего доступа позволяет предотвратить возможность возникновения с ее использованием любого информационного потока по времени. Таким образом, на шаге 5 следует реализовать блокирующий доступ субъекта  $u$  к сущности  $e$  (например, используя правило  $access\_read(u, e)$ ). Далее перейти на шаг 2.

**Теорема 1**

Пусть  $G_0 = (S_0, E_0, R_0 \cup A_0 \cup F_0, H_0)$  – начальное состояние системы  $\Sigma(G^*, OP, G_0)$ . Пусть определены множества доверенных субъектов  $L_S$ , недоверенных субъектов  $N_S$  и запрещенных информационных потоков  $N_f$ . Тогда в результате применения в системе метода 1 невозможна реализация ни одного из запрещенных информационных потоков по времени из  $N_f$ .

Следующие три метода позволяют для различных условий функционирования КС предотвратить возможность реализации недоверенным субъектом информационного потока по памяти к сущности, функционально ассоциированной с доверенным субъектом, и таким образом предотвратить возможность получения права доступа владения к доверенному субъекту.

Опишем метод предотвращения возможности получения права доступа владения недоверенным субъектом к доверенному субъекту с использованием реализации информационного потока по памяти к сущности, функционально ассоциированной с доверенным субъектом. Для

этого применим ДП-модель с функционально ассоциированными с субъектами сущностями и используем обозначения:

$[s] \subset E$  – множество всех сущностей, функционально ассоциированных с субъектом  $s$ ;

$y(E) \subset E$  – множество сущностей, относительно которых в состоянии  $G = (S, E, R \cup A \cup F, H)$  корректен доверенный субъект  $y$ .

Описание метода включает условие применения метода и последовательность из пяти шагов, определяющих действия в системе  $\Sigma(G^*, OP, G_0)$ , которые необходимо осуществить при применении метода.

**Метод 2**

*Условие применения метода.* Пусть определена система  $\Sigma(G^*, OP, G_0)$  с начальным состоянием  $G_0 = (S_0, E_0, R_0 \cup A_0 \cup F_0, H_0)$  и определены множества доверенных субъектов  $L_S$  и недоверенных субъектов  $N_S$ .

*Шаг 1.* Рассмотреть множество прав доступа  $R_0$  и исключить из него права доступа владения недоверенных субъектов к доверенным субъектам.

*Шаг 2.* Рассмотрев реализацию каждого доверенного субъекта  $y \in L_S \cap S_0$ , описать множество функционально ассоциированных с ним сущностей  $[y]$ .

*Шаг 3.* Для каждого доверенного субъекта  $y \in L_S \cap S_0$  исключить недоверенные субъекты из множества функционально ассоциированных с ними сущностей  $[y]$ , для чего, если потребуется, изменить реализацию доверенного субъекта. При этом при изменении реализации доверенного субъекта  $y$  во множество  $[y]$  не должны войти новые недоверенные субъекты.

*Шаг 4.* Для каждого доверенного субъекта  $y \in L_S \cap S_0$  рассмотреть множество функционально ассоциированных с ним сущностей  $[y]$ . При этом из множества прав доступа  $R_0$  удалить права доступа  $own_r$ ,  $write_r$ ,  $append_r$  недоверенных субъектов к сущностям из множества  $[y]$ .

*Шаг 5.* Для каждого доверенного субъекта  $y \in L_S \cap S_0$ :

– используя ФАС ДП-модель, описать множество сущностей  $y(E_0)$ , относительно которых корректен субъект  $y$  в состоянии  $G_0$ ;

– рассмотреть каждый недоверенный субъект  $x \in N_S \cap S_0$ , не входящий во множество сущностей  $y(E_0)$ . Если потребуется, изменив реализацию доверенного субъекта  $y$ , обеспечить его корректность относительно недоверенного субъекта  $x$ , после чего добавить субъект  $x$  во мно-

жество  $y(E_0)$ . При этом при изменении реализации доверенного субъекта  $y$  во множество  $y(E_0)$  не должны войти новые недоверенные субъекты, относительно которых некорректен субъект  $y$ ;

– рассмотреть каждую сущность  $e \in E_0$ , которая не входит во множество сущностей  $y(E_0)$  и к которой право доступа  $\alpha_r \in \{own_r, write_r, append_r\}$  имеет хотя бы один недоверенный субъект  $x \in N_S \cap S_0$ . Либо удалить право доступа  $\alpha_r$  у субъекта  $x$  к сущности  $e$ , либо, изменив реализацию доверенного субъекта  $y$ , обеспечить его корректность относительно сущности  $e$ , после чего добавить сущность  $e$  во множество  $y(E_0)$ . При этом при изменении реализации  $y$  во множество  $y(E_0)$  не должны войти новые сущности, относительно которых некорректен субъект  $y$ .

**Теорема 2**

Пусть  $G_0 = (S_0, E_0, R_0 \cup A_0 \cup F_0, H_0)$  – начальное состояние системы  $\Sigma(G^*, OP, G_0)$ , в котором  $A_0 = F_0 = \emptyset$ . В результате применения метода 2 для каждого недоверенного субъекта  $x \in N_S \cap S_0$  и доверенного субъекта  $y \in L_S \cap S_0$  невозможно получение недоверенным субъектом  $x$  права доступа владения  $own_r$  к доверенному субъекту  $y$ .

Опишем метод, позволяющий обеспечить выполнение в системе  $\Sigma(G^*, OP, G_0)$  достаточных условий для реализации в ней политики безопасного администрирования [1]. Для этого применим ДП-модель КС, реализующих политику безопасного администрирования, и используем следующие обозначения:

$EC \subset E$  – подмножество сущностей-контейнеров, каждый элемент которого является компьютером системы;

$ECE: EC \rightarrow 2^E$  – функция, определяющая множество сущностей, размещенных на компьютере, при этом для каждого компьютера  $c \in EC$  выполняется условие

$$ECE(c) = \{c\} \cup \{e \in E / EC: e < c\};$$

$SC: EC \rightarrow 2^S$  – функция, определяющая для каждого компьютера множество его доверенных пользователей.

Описание метода включает условие применения метода и последовательность из четырех шагов, определяющих действия в системе  $\Sigma(G^*, OP, G_0)$ , которые необходимо осуществить при применении метода.

**Метод 3**

*Условие применения метода.* Пусть определена система  $\Sigma(G^*, OP, G_0)$  с начальным состоянием  $G_0 = (S_0, E_0, R_0 \cup A_0 \cup F_0, H_0)$ .

*Шаг 1.* Рассматривается каждый компьютер системы  $c_1 \in EC$ . Для компьютера  $c_1$  определяется множество доверенных пользователей  $L_{S_1} = \{s \in S_0: s \in SC(c_1), \text{ где } c_1 \leq c'\}$ .

*Шаг 2.* Если для компьютера  $c_1$  найдется компьютер  $c \in EC$ , такой, что  $c < c_1$ , то из множества  $R_0$  у недоверенных пользователей компьютера  $c_1$  удаляются права доступа вида  $own_r, write_r, append_r$  к размещенным на нем сущностям  $e \in E_0: e \in ECE(c_1)$ . Также недоверенному пользователю запрещается активизация процессов от своего имени на компьютере  $c_1$ .

*Шаг 3.* Если для компьютера  $c_1$  найдется компьютер  $c \in EC$ , такой, что  $c < c_1$ , то доверенные пользователи компьютера  $c_1$  реализуются функционально корректными. Реализация доверенных пользователей должна исключать возможность активизации ими процессов от своего имени на компьютерах, подчиненных в иерархии компьютеру  $c$ .

*Шаг 4.* Каждый доверенный пользователь компьютера  $c_1$  реализуется таким образом, чтобы была исключена возможность его обращения путем получения доступа  $read_a$  к сущностям  $e \in E_0$ , размещенным на компьютерах, на которых разрешено размещение ресурсов пользователями, не являющимися функционально ассоциированными с доверенным пользователем.

**Теорема 3**

Пусть  $G_0 = (S_0, E_0, R_0 \cup A_0 \cup F_0, H_0)$  – начальное состояние системы  $\Sigma(G^*, OP, G_0)$ , в котором  $A_0 = F_0 = \emptyset$ . Применение в системе метода 3 позволяет реализовать политику безопасного администрирования.

Опишем метод, позволяющий обеспечить выполнение в системе  $\Sigma(G^*, OP)$  достаточных условий для реализации в ней политики абсолютного разделения административных и пользовательских полномочий. Для этого применим ДП-модель КС, реализующих политику абсолютного разделения административных и пользовательских полномочий.

Описание метода включает условие применения метода и последовательность из шести шагов, определяющих действия в системе  $\Sigma(G^*, OP)$ , которые необходимо осуществить при применении метода.

**Метод 4**

*Условие применения метода.* Пусть определена система  $\Sigma(G^*, OP)$ .

*Шаг 1.* Применить метод 3 реализации в системе  $\Sigma(G^*, OP)$  политики безопасного администрирования.

*Шаг 2.* Рассматривается каждый компьютер  $c \in EC$ , такой, что ему в иерархии, кроме него самого, не подчинен ни один другой компьютер. Для компьютера  $c$  задаются начальное состояние  $G_0 = (S_0, E_0, R_0 \cup A_0 \cup F_0, H_0)$  пользовательских траекторий системы и начальное состояние  $GA_0 = (SA_0, EA_0, RA_0 \cup AA_0 \cup FA_0, HA_0)$  административных траекторий системы [1].

*Шаг 3.* Рассматриваются административные траектории  $P(GA_0)$  с начальным состоянием  $GA_0 = (SA_0, EA_0, RA_0 \cup AA_0 \cup FA_0, HA_0)$ . Все субъекты из множества  $SA_0$ , активизирующие процессы от своего имени на административных траекториях, являются доверенными, они реализуются корректными относительно всех сущностей  $ECE(c)$  компьютера  $c$ . Для чего функционально ассоциированные с доверенными пользователями сущности не должны входить во множество сущностей  $E_0$  пользовательских траекторий: для каждого  $s \in SA_0$  выполняется условие  $[s] \cap E_0 = \emptyset$ .

*Шаг 4.* Рассматриваются пользовательские траектории  $P(G_0)$  с начальным состоянием  $G_0 = (S_0, E_0, R_0 \cup A_0 \cup F_0, H_0)$  [1]. При этом доверенный пользователь «ядро ОС»  $kernel_c$  реализуется функционально корректным и корректным относительно всех сущностей  $ECE(c)$  компьютера  $c$ .

*Шаг 5.* Для компьютера  $c$  определяется множество  $RCA$  административных прав и привилегий пользователей на доступ к размещенным на нем сущностям. Из множества  $R_0$  у пользователей, отличных от пользователя  $kernel_c$ , удаляются все административные права доступа и привилегии на доступ к сущностям компьютера  $c$ : для любого пользователя  $s \in S_0 / \{kernel_c\}$ , сущности  $e \in ECE(c)$ , вида права доступа  $\alpha \in R_c$ , таких, что  $(e, \alpha) \in RCA$ , выполняется условие  $(s, e, \alpha) \notin R_0$ .

*Шаг 6.* В реализацию доверенного пользователя  $kernel_c$  включается функция блокирования получения или использования любым пользователем  $s \in S_0 / \{kernel_c\}$  прав и привилегий из множества  $RCA$ .

#### Теорема 4

Пусть система  $\Sigma(G^*, OP)$  включает компьютер  $c \in EC$ , которому в иерархии, кроме него самого, не подчинен ни один другой компьютер. Пусть  $G_0 = (S_0, E_0, R_0 \cup A_0 \cup F_0, H_0)$  – начальное состояние пользовательских траекторий для компьютера  $c$ , в котором  $A_0 = F_0 = \emptyset$ ,  $GA_0 = (SA_0, EA_0, RA_0 \cup AA_0 \cup FA_0, HA_0)$  – начальное состояние административных траекторий для компьютера  $c$ , в котором  $AA_0 = FA_0 = \emptyset$ . Применение метода 4 позволяет реализовать в системе  $\Sigma_c(G^*, OP)$ , содержащей только одну сущность-компьютер  $c$ , политику абсолютного разделения административных и пользовательских полномочий.

Таким образом, в статье рассмотрены четыре метода предотвращения возможности реализации запрещенных информационных потоков по памяти и по времени в КС с дискреционным управлением доступом. Основой для описания и теоретического обоснования методов является введенные в [1] формальные ДП-модели, которые могут быть использованы для анализа безопасности управления доступом и информационными потоками в КС как с дискреционным управлением доступом, так и с мандатным или ролевым управлением доступом.

#### Библиографический список

1. Девянин, П.Н. Анализ безопасности управления доступом и информационными потоками в компьютерных системах / П.Н. Девянин. – М.: Радио и связь, 2006. – 176 с.
2. Девянин, П.Н. Модели безопасности компьютерных систем: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / П.Н. Девянин. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 144 с.
3. Зегжда, Д.П. Основы безопасности информационных систем / Д.П. Зегжда, А.М. Ивашко. – М.: Горячая линия – Телеком, 2000. – 452 с.
4. Щербаков, А.Ю. Введение в теорию и практику компьютерной безопасности / А.Ю. Щербаков. – М.: издатель Молгачева С.В., 2001. – 352 с.
5. Bishop M. Computer Security: art and science. ISBN 0-201-44099-7, 2002.

## НЕЧЕТКАЯ ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

О.М. ПОЛЕЩУК, проф. каф. высшей математики МГУЛ, д-р техн. наук,

Е.Г. КОМАРОВ, доц. каф. информационно-измерительных систем МГУЛ, канд. техн. наук

Развитие информационных технологий в сфере образования привело к появлению большого количества ресурсов для многокритериального выбора которых объективно необходима разра-

ботка формализованных методов. Для образовательных информационных ресурсов разработаны системы характеристик и шкалы для их оценивания. Сложность решения задач оценки качества

и выбора образовательных информационных ресурсов объясняется рядом объективных и субъективных причин.

Одной из таких причин является использование количественных и качественных характеристик, для оценивания которых применяются самые разные шкалы: числовые, порядковые, вербальные и т.д. Причем некоторые характеристики могут быть указаны в виде значений принадлежности к уровням лингвистических (вербальных) шкал.

Другой причиной является противоречивость характеристик качества, приводящая к неоднозначности выбора и делающая неинформативной аддитивную свертку даже сопоставимых между собой показателей.

Построим модель многокритериального выбора образовательных информационных ресурсов, работа которой будет продемонстрирована на примере выбора электронных учебников с учетом нечетких предпочтений пользователя [1].

Рассмотрим группу характеристик электронных учебников:  $X_1$  = «Соответствие теоретического материала предметной области»,  $X_2$  = «Возможность учета индивидуальности обучаемого»,  $X_3$  = «Изучаемость»,  $X_4$  = «Восприятие электронного текста»,  $X_5$  = «Аргументированность изложения материала»,  $X_6$  = «Защита от несанкционированных действий».

Для оценивания характеристик использовались шкалы:

- соответствие теоретического материала предметной области – «низкое», «среднее», «высокое»;
- возможность учета индивидуальности обучаемого – «низкая», «средняя», «высокая»;
- изучаемость – «низкая», «средняя», «высокая»;
- восприятие электронного текста – «низкое», «среднее», «высокое»;
- аргументированность изложения материала – «низкая», «средняя», «высокая»;
- защита от несанкционированных действий – «низкая», «средняя», «высокая».

Число термов для каждой из лингвистических шкал определялось в соответствии с критериями, изложенными в [2].

Формализация экспертных высказываний осуществлялась на базе полных ортогональных семантических пространств [3].

Полным ортогональным семантическим пространством (ПОСП) называется семанти-

ческое пространство, функции принадлежности термов которого  $\mu_l(x), l = \overline{1, m}$  удовлетворяют следующим требованиям:

1. Для каждого понятия  $X_l, l = \overline{1, m}$  существует  $\hat{U}_l \neq \emptyset$ , где  $\hat{U}_l = \{x \in U : \mu_l(x) = 1\}$  есть точка или отрезок.
2. Пусть  $\hat{U}_l = \{x \in U : \mu_l(x) = 1\}$ , тогда  $\mu_l(x), l = \overline{1, m}$  не убывает слева от  $\hat{U}_l$  и не возрастает справа от  $\hat{U}_l$ .
3.  $\mu_l(x), l = \overline{1, m}$  имеют не более двух точек разрыва первого рода.
4. Для каждого  $x \in U \sum_{l=1}^m \mu_l(x) = 1$ .

Семантическим пространством называется лингвистическая переменная с фиксированным терм-множеством  $\{X, T(X), U, S\}$ .

Лингвистической переменной называется пятерка

$$X, T(X), U, V, S,$$

где  $X$  – название переменной;

$T(X)$  – термножество переменной  $X$ , то есть множество термов или названий лингвистических значений переменной  $X$  (каждое из этих значений – нечеткая переменная со значениями из универсального множества  $U$ );

$$T(X) = \{X_i, i = \overline{1, m}\}$$

$V$  – синтаксическое правило, порождающее названия значений лингвистической переменной  $X$ ;

$S$  – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной с названием из  $T(X)$  нечеткое подмножество универсального множества  $U$ .

Нечеткой переменной называется тройка

$$\{X, U, \tilde{A}\},$$

где  $X$  – название переменной;

$U$  – область ее определения (универсальное множество);

$\tilde{A}$  – нечеткое множество универсального множества, описывающее возможные значения нечеткой переменной.

Обозначим функции принадлежности термов ПОСП с названием «соответствие теоретического материала предметной области» через  $\mu_1^1(x)$ ,  $\mu_2^1(x)$ ,  $\mu_3^1(x)$ , термов «возможность учета индивидуальности обучаемого» через  $\mu_1^2(x)$ ,  $\mu_2^2(x)$ ,  $\mu_3^2(x)$ , термов «изучаемость» через  $\mu_1^3(x)$ ,  $\mu_2^3(x)$ ,  $\mu_3^3(x)$ , термов «восприятие электронного текста» через  $\mu_1^4(x)$ ,  $\mu_2^4(x)$ ,  $\mu_3^4(x)$ , термов «аргу-





Вычисления дают следующие результаты:  $\mu(A) = 0,6$ ,  $\mu(B) = 0,4$ ,  $\mu(C) = 0,3$ ,  $\mu(D) = 0,2$ ,  $\mu(E) = 0,7$ .

На основе полученных результатов принимается решение о предпочтительности выбора электронного учебника «Е».

Для сравнения качества образовательных информационных ресурсов при одинаковых результатах можно использовать, например, интегральную характеристику качество/затраты (если ресурс платный). При выборе образовательных информационных ресурсов пользователь стремится максимизировать это отношение как за счет поиска ресурсов с наилучшими функциями, эффективностью и высокими характеристиками качества, так и за счет минимальной или рациональной стоимости покупаемого продукта.

**Выводы.** Развитие информационных технологий в сфере образования и появление большого количества образовательных информационных ресурсов привело к тому, что для оценки и выбора ресурсов стали необходимы формализованные модели. Разработка этих моделей сопровождается рядом объективных и субъективных сложностей,

часть из которых авторы пытались устранить в настоящей работе, предлагая подход на основе теории нечетких множеств. Этот подход позволил построить нечеткую логическую модель многокритериального выбора образовательных информационных ресурсов, которая оперирует не с оценками экспертов, а со степенями их уверенности в этих оценках, что существенно повышает достоверность самих оценок и модели в целом.

### Библиографический список

1. Полещук, О.М. Применение семантических пространств для экспертного оценивания характеристик качества программных средств и нечеткого многокритериального выбора / О.М. Полещук // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. – 2004. – № 1(32). – С. 120–125.
2. Полещук, О.М. Построение интегральных моделей в рамках нечеткой экспертной информации / О.М. Полещук // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. – 2003. – № 5(30). – С. 155–159.
3. Полещук, О.М. Методы предварительной обработки нечеткой экспертной информации на этапе ее формализации / О.М. Полещук // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. – 2003. – № 5(30). – С. 160–167.
4. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А.Н. Аверкин, И.З. Батыршин, А.Ф. Блишун и др. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 312 с.

## СНИЖЕНИЕ ОЦЕНКИ ДЛИНЫ ЗАПРЕТА С.Н. СУМАРОКОВА

Н.В. НИКОНОВ, *Институт криптографии, средств связи и информатики*

Данная работа посвящена исследованию систем нелинейных  $k$ -значных ( $k \geq 2$ ) уравнений сдвигового типа, порожденных схемой, построенной на базе регистра сдвига с  $k$ -значной функцией  $f^k(x_1, \dots, x_n)$  (рис. 1)

$$\begin{cases} f^k(x_1, \dots, x_n) = \gamma_1 \\ f^k(x_2, \dots, x_{n+1}) = \gamma_2 \\ \vdots \\ f^k(x_N, \dots, x_{n+N-1}) = \gamma_N \end{cases} \quad (1)$$

Опубликовано значительное число статей, относящихся к этой проблематике (например, [1–7]). Одной из важных задач, возникающих при анализе систем (1), является задача определения ее совместности. Для систем сдвигового типа (1) эта проблематика привела к формированию **теории запретов**, основы которой были заложены С.Н. Сумароковым в булевом случае.

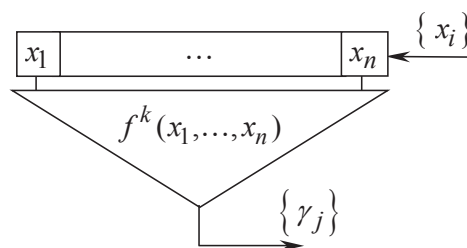


Рис. 1. Схема на базе регистра сдвига с  $k$ -значной функцией

Далее по тексту переменные  $x_i$  будем называть входными переменными, а  $\gamma_j$  – выходными знаками; будем считать, что переменные  $x_i$  имеют равномерное распределение на множестве  $\{0, \dots, k-1\}$ , а функция  $f^k(x_1, \dots, x_n)$  существенно зависит от своих крайних переменных  $x_1$  и  $x_n$ .

### Определение 1

Под **весом**  $k$ -значной функции  $f^k(\vec{x})$  понимается вектор длины  $k$   $\vec{w}(f^k) = (w_0, w_1, \dots, w_{k-1})$ , где  $w_\alpha$  – число наборов  $(x_1, \dots, x_n)$ , на которых функция принимает значение  $\alpha$ :  $w_\alpha = |(x_1, \dots, x_n) / f^k(x_1, \dots, x_n) = \alpha|$ .

Функция  $f^k(\vec{x})$  называется **равновероятной**, если  $w_0 = w_1 = \dots w_{k-1} = k^{n-1}$ .

**Определение 2 [1]**

Функция  $f^k(\vec{x})$  называется **сильно равновероятной**, если для любого натурального  $N$  и любого набора значений  $(\gamma_1, \dots, \gamma_N)$  система  $k$ -значных уравнений (1) имеет ровно  $k^{n-1}$  решений.

Очевидно, любая сильно равновероятная функция является равновероятной (достаточно в системе (1) положить  $N = 1$ ).

**Определение 3 [1]**

Комбинация знаков выходной последовательности  $\gamma_1, \dots, \gamma_N$  называется **запретом** функции  $f^k(\vec{x})$ , если система вида (1) несовместна. При этом число  $N$  называется **длиной** запрета  $k$ -значной функции  $f^k(\vec{x})$ .

Если система (1) для любого  $N$  и любой комбинации знаков  $\gamma_1, \dots, \gamma_N$  совместна, то принято говорить, что  $f^k(\vec{x})$  не имеет запрета.

**Определение 4**

Запретную комбинацию  $\gamma_1, \dots, \gamma_N$  будем называть **кратчайшим запретом** функции, если данная комбинация является запретом и не существует комбинации, являющейся запретной с длиной, меньшей  $N$ .

С.Н. Сумароковым в работе [1] был сформулирован и доказан критерий отсутствия запрета для булевых функций, который естественным образом распространяется и на  $k$ -значный ( $k \geq 3$ ) случай. Приведем формулировку и доказательство теоремы полностью, основываясь на следующих замечаниях:

– в доказательстве критерия в работе [1] были рассмотрены не все возможные случаи, и хотя второй случай, разбираемый в настоящей статье, может показаться очевидным, он требует рассмотрения;

– в доказательстве вводится в рассмотрение некоторая величина  $\mu_t$ , анализ которой позволяет получить оценку длины запрета; дальнейшее изучение данной величины и привело к снижению полученной С.Н. Сумароковым оценки длины запретной комбинации с сохранением логики доказательства критерия, чему и посвящена настоящая статья;

– доказательство сразу проводится для  $k$ -значного случая.

**Теорема 1 [1]**

Функция  $k$ -значной логики  $f^k(\vec{x})$  не имеет запрета тогда и только тогда, когда она сильно равновероятна.

**Доказательство**

Достаточность – если функция  $f^k(\vec{x})$  сильно равновероятна, то она не имеет запрета – очевидно.

Необходимость – если функция  $f^k(\vec{x})$  не имеет запрета, то она сильно равновероятна – докажем от противного.

Пусть функция  $f^k(\vec{x})$  не имеет запрета. Предположим, что она не является сильно равновероятной. Тогда найдется натуральное  $m$  и такой набор  $k$ -значных знаков  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$ , что система булевых уравнений вида (1)

$$\begin{cases} f^k(x_1, \dots, x_n) = \gamma_1^* \\ f^k(x_2, \dots, x_{n+1}) = \gamma_2^* \\ \vdots \\ f^k(x_m, \dots, x_{n+m-1}) = \gamma_m^* \end{cases} \quad (2)$$

имеет:

- либо а)  $k^{n-1} - \alpha$  решений, где  $0 < \alpha < k^{n-1}$ ;
- либо б)  $k^{n-1} + \alpha$  решений, где  $\alpha > 0$ .

Рассмотрим случай а).

В этом случае число наборов входных переменных  $(x_1, x_2, \dots, x_{m+n-1})$ , преобразуемых схемой, представленной на рис. 1, в набор  $\vec{\gamma}^* = (\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$  выходных знаков, равно  $k^{n-1} - \alpha$ .

Рассмотрим теперь наборы выходных знаков длины  $z = (t + 1)m + t(n - 1)$ , или, после перегруппировки,

$$z = t(m + n - 1) + m \quad (3)$$

вида

$$\begin{aligned} &\vec{\gamma}^* : \gamma_1^{(1)}, \dots, \gamma_{n-1}^{(1)}; \vec{\gamma}^* : \gamma_1^{(2)}, \dots, \gamma_{n-1}^{(2)}; \\ &\vec{\gamma}^* : \dots; \vec{\gamma}^* : \gamma_1^{(t)}, \dots, \gamma_{n-1}^{(t)}; \vec{\gamma}^* \end{aligned} \quad (4)$$

$t = 1, 2, \dots$ , где значения  $k$ -значных знаков, не помеченных звездочкой «\*» (значения  $\gamma_i^{(j)}$ ,  $i = 1, n - 1$ ,  $j = 1, t$ ), являются произвольными. Общее число таких наборов для данного  $t$  равно  $(k^{n-1})^t$ .

Входные наборы переменных, преобразуемые схемой в выходные наборы знаков вида (4), имеют длину  $(t + 1)(m + n - 1)$ , а их общее число равно  $(k^{n-1} - \alpha)^{t+1}$ .

Обозначим через  $\mu_t$  отношение числа входных наборов переменных  $(x_1, x_2, \dots, x_{m+n-1})$  схемы к максимально возможному числу его выходных наборов (4)

$$\mu_t = \frac{(k^{n-1} - \alpha)^{t+1}}{(k^{n-1})^t} = k^{n-1} \left( 1 - \frac{\alpha}{k^{n-1}} \right)^{t+1} \quad (5)$$



Введенная в рассмотрение величина  $\mu_t$  характеризует среднее число входных векторов  $(x_1, x_2, \dots, x_{n+m-1})$ , преобразуемых в одну и ту же выходную комбинацию вида (4).

Ввиду неравенства  $0 < \alpha < k^{n-1}$  имеем  $0 < 1 - (\alpha / k^{n-1}) < 1$ , поэтому

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mu_t = 0.$$

Отсюда следует, что при достаточно большом  $t$  справедливо неравенство

$$\mu_t < 1. \quad (6)$$

Значит, некоторый выходной набор вида (4) не будет иметь прообраза, то есть этот набор будет запретом функции  $f^k(\bar{x})$ . Получено противоречие с отсутствием у функции  $f^k(\bar{x})$  запрета.

Рассмотрим случай б).

В этом случае, число наборов входных переменных  $(x_1, x_2, \dots, x_{n+m-1})$ , преобразуемых рассматриваемой схемой (рис. 1) в набор выходных знаков  $(\gamma_1^{**}, \gamma_2^{**}, \dots, \gamma_m^{**})$ , равно  $k^{n-1} + \alpha$ . Покажем, что в этом случае существует некоторый иной набор  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$  со свойством а). при каком-то  $\alpha'$ ,  $0 < \alpha' < k^{n-1}$ , то есть число входных наборов, его порождающих, меньше, чем  $k^{n-1}$ . Действительно, от противного, пусть для любой комбинации  $(\gamma_1^{**}, \gamma_2^{**}, \dots, \gamma_m^{**})$  число порождающих его входных наборов равно  $k^{n-1}$  и хотя бы для одного  $-\alpha' + \alpha$ ,  $\alpha > 0$ . Тогда число всех таких различных наборов будет больше, чем

$$\underbrace{k^{n-1} + \dots + k^{n-1}}_{k^{m-1}} + (k^{n-1} + \alpha) = k^{n-1} \cdot k^{m-1} + \alpha = k^{n+m-1} + \alpha, \alpha > 0.$$

Получаем противоречие, так как данное число больше числа  $k^{n+m-1}$  – числа всевозможных входных наборов, порождающих  $m$ -граммы  $(\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m)$ . Таким образом, в этом случае найдется комбинация  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$  со свойством а). и случай б). сводится к рассмотрению случая а).

**Следствие 1**

Если функция  $f^k(\bar{x})$  неравновероятна, то она имеет запрет.

В соответствии с критерием С.Н. Сумарокова из существования неравновероятной  $m$ -граммы  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$ , порождающей систему (2) с  $k^{n-1} - \alpha$  решениями,  $0 < \alpha < k^{n-1}$ , вытекает факт наличия запрета функции. Данное обстоятельство может быть интерпретировано в терминах эффективностей, что в ряде случаев для доказательства наличия запрета у функции оказывается более удобным.

**Определение 5**

Пусть функция  $f^k(\bar{x})$  порождает некоторую  $m$ -грамму  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$  в схеме на рис. 1, формирующую сдвиговую систему (2). Введем в рассмотрение параметр, называемый эффективностью  $m$ -граммы

$$e = \frac{(n + m - 1) - \log_k \prod_{j=1}^{n+m-1} \theta_j}{m}, \quad (7)$$

где  $\theta_j, \theta \leq \theta_j \leq k - \text{число возможных значений переменной } x_j, i = 1, n + m - 1$  в системе (2). При этом, если существует  $j$ , такое что  $\theta_j = 0$ , то будем полагать, что  $e = \infty$  (этот случай соответствует случаю, когда сама  $m$ -грамма  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$  является запретом).

В булевом случае введенный параметр характеризует среднее число определившихся переменных при знании одного выходного знака, а в  $k$ -значной области – его информационный аналог.

Тогда справедлива теорема.

**Теорема 2**

Если для функции  $f^k(\bar{x})$  существует  $m$ -грамма  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$  с эффективностью  $e > 1$ , то функция  $f^k(\bar{x})$  имеет запрет.

**Доказательство**

В системе вида (2) число возможных значений переменных  $x_j$  ограничено величинами  $\theta_j, \theta \leq \theta_j \leq k, i = 1, n + m - 1$

$$\begin{array}{cccccccc} x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_j & \dots & x_{n+m-1} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \dots & \downarrow & \dots & \downarrow \\ \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 & \dots & \theta_j & \dots & \theta_{n+m-1} \end{array}$$

Тогда число решений системы будет меньше или равно величинам:

$$\theta_1 \cdot \theta_2 \cdot \theta_3 \cdot \dots \cdot \theta_j \cdot \dots \cdot \theta_{n+m-1} = \prod_{j=1}^{n+m-1} \theta_j. \quad (8)$$

По условию теоремы  $e > 1$ , тогда

$$\frac{(n + m - 1) - \log_k \prod_{j=1}^{n+m-1} \theta_j}{m} > 1,$$

$$(n + m - 1) - \log_k \prod_{j=1}^{n+m-1} \theta_j > m,$$

$$-\log_k \prod_{j=1}^{n+m-1} \theta_j > m - (n + m - 1),$$

$$\log_k \prod_{j=1}^{n+m-1} \theta_j < n - 1,$$

$$\prod_{j=1}^{n+m-1} \theta_j < k^{n-1}.$$

Исходя из выведенного неравенства, с учетом того, что число решений системы ограничено величиной (8), получаем, что число решений системы (2) меньше, чем величина  $k^{n-1}$ , что говорит о нарушении условия сильной равновероятности функции  $f^k(\bar{x})$  и, как следствие, о наличии у функции запрета.

В доказательстве критерия С.Н. Сумарокова отсутствия запрета у функции (теорема 1) указывается способ построения запрета функции вида (4), из которого можно оценить его длину ([1]). Сформулируем теорему сразу для  $k$ -значного случая.

**Теорема 3 [1]**

Если  $n \geq 3$  и для функции  $f^k(\bar{x})$  найдется такой набор длины  $m$   $k$ -значных знаков  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$  с отклонением от равномерного распределения  $\alpha$ ,  $0 < \alpha < k^{n-1}$  (то есть система уравнений (2) имеет  $k^{n-1} - \alpha$  решений), то эта функция имеет запрет длины

$$q \leq ((k^{n-1} - 1)^2 - 1)(m + n - 1) + m. \quad (9)$$

Если функция  $f^k(\bar{x})$  неравновероятна и  $n \geq 3$ , то она имеет запрет длины

$$q \leq ((k^{n-1} - 1)^2 - 1)n + 1$$

(последняя оценка получается из оценки (9) при  $m = 1$  для неравновероятных функций).

При доказательстве теоремы 3, С.Н. Сумароков рассматривал параметр  $\mu_t$  (5) и показал, что в случае обнаружения  $m$ -граммы, дающей отклонение  $\alpha$  от равномерного распределения ( $0 < \alpha < k^{n-1}$ ), неравенство (6) будет справедливо при выполнении условия

$$t \geq (k^{n-1} - 1)^2 - 1. \quad (10)$$

Поэтому при значениях  $t$ , удовлетворяющих (10), удастся конструктивно построить запрет вида (4) функции  $f^k(\bar{x})$ . Минимальное  $t$ , удовлетворяющее (10), есть

$$t_{\min}^{СУМ} = (k^{n-1} - 1)^2 - 1, \quad (11)$$

следовательно, длина запрета со структурой (4) длины (3) с учетом (11) будет оцениваться выражением (9).

Следующие две теоремы показывают, что оценка (9) может быть снижена [6, 7].

**Теорема 4**

Если  $n \geq 3$  и для функции  $f^k(\bar{x})$  ( $k \geq 2$ ) найдется выходная  $m$ -грамма  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$  с отклонением от равномерного распределения  $\alpha$ ,  $0 < \alpha < k^{n-1}$ , то эта функция имеет запрет длины

$$q \leq \left[ \frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)} \right] (m + n - 1) + m. \quad (12)$$

**Доказательство**

Обратимся к рассуждениям доказательства критерия С.Н. Сумарокова и рассмотрим поведение величины  $\mu_t$  подробнее.

Найдем оценку тех значений  $t$  ( $t \geq 1$ ), при которых условие (6) выполняется. Рассмотрим неравенство

$$\left( 1 - \frac{\alpha}{k^{n-1}} \right)^{t+1} < \frac{1}{k^{n-1}}, \quad 0 < \alpha < k^{n-1}. \quad (13)$$

Положим

$$1 - \frac{\alpha}{k^{n-1}} = \frac{1}{1 + \beta},$$

$$\text{где } \beta = \frac{\alpha}{(k^{n-1} - \alpha)} = \frac{1}{\left( \frac{k^{n-1}}{\alpha} - 1 \right)} > 0.$$

Для решения поставленной задачи перейдем от (13) к рассмотрению неравенства

$$(1 + \beta)^{t+1} > k^{n-1} \quad (14)$$

(до настоящего момента рассуждения повторяли доказательство теоремы 3 в работе [1]). Для нахождения искомого  $t$  будем использовать неравенство

$$(1 + \beta)^\lambda \geq 1 + \lambda \left( \beta + \frac{\beta^2}{2} \right),$$

которое справедливо при  $\beta > 0$ ,  $\lambda \geq 2$  (вообще говоря можно рассматривать и более точное неравенство).

Действительно, разложим левую часть неравенства по Биному Ньютона

$$\begin{aligned} (1 + \beta)^\lambda &= 1 + \lambda\beta + \frac{\lambda(\lambda - 1)}{2}\beta^2 + \dots \\ &\geq 1 + \lambda\beta + \frac{\lambda(\lambda - 1)}{2}\beta^2 \geq 1 + \lambda\beta + \lambda \frac{\beta^2}{2}, \end{aligned}$$

при  $\beta > 0$ ,  $\lambda \geq 2$  (при  $\lambda = 2$  достигается равенство).

Итак,

$$(1 + \beta)^{t+1} \geq 1 + (t + 1) \left( \beta + \frac{\beta^2}{2} \right), \quad t \geq 1. \quad (15)$$

Рассмотрим величину

$$\begin{aligned} \beta + \frac{\beta^2}{2} &= \frac{\alpha}{(k^{n-1} - \alpha)} + \frac{\alpha^2}{2(k^{n-1} - \alpha)^2} = \\ &= \frac{2(k^{n-1} - \alpha)\alpha + \alpha^2}{2(k^{n-1} - \alpha)^2} = \frac{\alpha(k^{n-1} - \alpha)}{2(k^{n-1} - \alpha)^2}. \end{aligned}$$

С учетом (15) перейдем к рассмотрению неравенства (14)

$$(1 + \beta)^{t+1} \geq 1 + (t + 1) \left( \beta + \frac{\beta^2}{2} \right) > k^{n-1}, \quad t \geq 1,$$

$$(t + 1) \left( \frac{\alpha(k^{n-1} - \alpha)}{2(k^{n-1} - \alpha)^2} \right) > k^{n-1} - 1, \quad t \geq 1,$$

$$t > \frac{2(k^{n-1} - \alpha)(k^{n-1} - \alpha)^2}{\alpha(k^{n-1} - \alpha)} - 1, \quad t \geq 1. \quad (16)$$

Искомое значение  $t$  – натуральное, поэтому минимальным  $t$ , удовлетворяющим (16), будет

$$t_{\min} = \left[ \frac{2(k^{n-1} - \alpha)(k^{n-1} - \alpha)^2}{\alpha(k^{n-1} - \alpha)} \right], \quad 0 < \alpha < k^{n-1} \quad (17)$$

([ ] – обозначение целой части числа).

Значение (17) – это минимальное натуральное значение  $t$ , удовлетворяющее (16). Пусть обнаруженная  $m$ -грамма – неравновероятна. Тогда минимальное отклонение от равномерного распределения будет  $\alpha = 1$ . Подставим данное значение в формулу (17), получим

$$t_{\min} = \left[ \frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)} \right]. \quad (18)$$

Заметим, что  $t_{\min} \geq 1$  при  $n \geq 3, k \geq 2$ , то есть

$$\frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)} \geq 1.$$

Действительно, осуществим замену  $\chi = k^{n-1}$ , тогда  $\chi \geq 4$  ( $n \geq 3, k \geq 2$ ) и последнее неравенство примет вид  $2\chi^3 - 6\chi^2 + 4\chi - 1 \geq 0$ , которое очевидно выполняется при  $\chi \geq 4$ , так как выполняется неравенство  $2\chi^3 \geq 6\chi^2$  или  $\chi \geq 3$ .

Подставляя найденное  $t_{\min}$  в формулу (3), используя вид запретной комбинации (4), получаем искомый результат.

Заметим, что, вообще говоря, из доказательства критерия С.Н. Сумарокова на основании неравенства (6) с учетом (5) можно получить точное значения искомого минимального  $t$  из неравенства

$$t > \frac{\ln\left(\frac{1}{k^{n-1}}\right)}{\ln\left(1 - \frac{\alpha}{k^{n-1}}\right)} - 1. \quad (19)$$

В данной статье, так же как и в работе [1], ставится задача нахождения некоторой удобной и простой аналитической оценки  $t$ , зависящей от  $k^{n-1}$  полиномиально, позволяющей оценить сверху длину существующего запрета у функции и исследовать поведение этой оценки.

Теперь сформулируем и докажем теорему, подтверждающую тот факт, что полученная оценка длины запрета (12) лучше оценки (9), полученной С.Н. Сумароковым работе [1].

**Теорема 4**

При  $n \geq 3, k \geq 2$  справедливо неравенство

$$\left[ \frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)} \right] < (k^{n-1} - 1)^2 - 1. \quad (20)$$

**Доказательство**

Докажем, что при  $n \geq 3, k \geq 2$ , то есть при  $k^{n-1} \geq 4$ , выполняется неравенство (20). Величину

$$\left[ \frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)} \right]$$

можно представить в виде

$$\left[ \frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)} \right] = \frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)} - \theta,$$

где  $0 < \theta < 1$ .

Заметим, что дробь

$$\frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)}$$

не является натуральным числом, так как в числителе стоит четное число, а в знаменателе – нечетное, поэтому неравенство  $\theta > 0$  – строгое.

Тогда

$$\left[ \frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)} \right] = \frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)} - \theta < \frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)}.$$

В силу справедливости последнего неравенства, перейдем от рассмотрения (20) к рассмотрению неравенства

$$\frac{2(k^{n-1} - 1)^3}{(2k^{n-1} - 1)} \leq (k^{n-1} - 1)^2 - 1. \quad (21)$$

Покажем справедливость неравенства (21) при  $k^{n-1} \geq 4$ . Будем использовать уже введенное обозначение  $k^{n-1} = \chi$ . Тогда неравенство (21) примет вид

$$2(\chi - 1)^3 \leq ((\chi - 1)^2 - 1)(2\chi - 1),$$

которое сводится к неравенству

$$\chi^2 - 4\chi + 2 \geq 0. \quad (22)$$

Решением последнего неравенства является множество

$$(-\infty, 2 - \sqrt{2}] \cup [2 + \sqrt{2}, +\infty).$$

Следовательно, неравенство (21) при  $k^{n-1} \geq 4$  верно.

Отметим, что в ряде случаев для получения оценки длины запрета функции удастся не только выявить некоторую неравновероятную  $m$ -грамму  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$ , но и определить ее отклонение от равномерного распределения  $\alpha$ ,  $0 < \alpha < k^{n-1}$ , что в отдельных случаях позволяет снизить оценку (12) (данное обстоятельство рассматривается на примере одной функции далее по тексту). Поэтому представляет интерес рассматривать не только случай, когда  $\alpha = 1$  (то есть рассматривать «худший» случай, как в работе [1]), но и ситуацию, когда  $\alpha > 1$ .

**Следствие 2**

Пусть при  $n \geq 3$  функция  $f^k(\bar{x})$  ( $k \geq 2$ ) обладает выходной  $m$ -граммой  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$  с отклонением от равномерного распределения  $\alpha = 2$ . Тогда эта функция имеет запрет длины

$$q \leq [1/2(k^{n-1} - 2)^2](m + n - 1) + m. \quad (23)$$

**Доказательство**

Пусть обнаруженная  $m$ -грамма – неравновероятна и дает отклонение  $\alpha = 2$ . Подставим данное значение в формулу (17), получим

$$t_{\min} = \left[ \frac{2(k^{n-1} - 1)(k^{n-1} - 2)^2}{2(2k^{n-1} - 2)} \right] = \left[ \frac{(k^{n-1} - 1)(k^{n-1} - 2)^2}{(2k^{n-1} - 2)} \right] = \left[ \frac{1}{2} (k^{n-1} - 2)^2 \right].$$

Можно убедиться в том, что

$$t_{\min} = \left[ \frac{1}{2} (k^{n-1} - 2)^2 \right] \geq 1,$$

так как при  $n \geq 3, k \geq 2$  неравенство  $(k^{n-1} - 2)^2 > 2$  верно. Исходя из (3) при найденном  $t_{\min}$  получаем оценку (23).

В рамках данной тематики сформулируем и докажем следующую теорему.

**Теорема 5 [6, 7]**

Пусть при  $n \geq 2$  функция ( $k \geq 2$ ) обладает выходной  $m$ -граммой  $(\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*)$  с максимальным из возможных отклонений от равномерного распределения  $\alpha = k^{n-1} - 1$ . Тогда эта функция имеет запрет длины

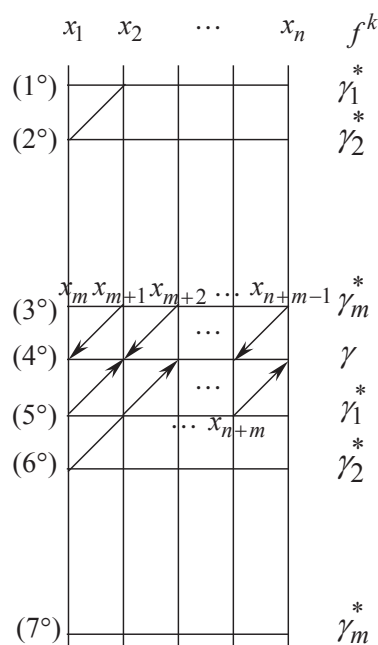


Рис. 2. Сдвиговая диаграмма

$$q \leq 2m + 1. \quad (24)$$

Данная оценка достижима.

**Доказательство**

Пусть обнаруженная  $m$ -граммы  $\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*$  – неравновероятна и обладает максимальным из возможных отклонением  $\alpha = k^{n-1} - 1$ . Таким образом, система (2) имеет ровно одно решение. Тогда запретную комбинацию можно построить, исходя из сдвиговой диаграммы, представленной на рис. 2, на которой перемещению каждого состояния по регистру отвечает движение по диагонали. В соответствии с диаграммой все переменные  $x_i, i = m + 1, n + m$  в состоянии (4°) будут определены однозначно. Пусть функция на данном наборе принимает значение  $\delta \in \{0, \dots, k - 1\}$ , то есть  $f_k(x_{m+1}, \dots, x_{n+m}) = \delta$ . Теперь для построения запрета на месте (4°) в соответствии с рис. 2 в запретной комбинации знаков достаточно взять знак  $\gamma \neq \delta$ . Тогда комбинация знаков

$$\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^*, \gamma, \gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_m^* \quad (25)$$

будет искомым запретом  $k$ -значной функции  $f^k(\bar{x})$ . Длина построенного таким образом запрета равна  $2m + 1$ , откуда и получаем искомую оценку (24).

Теперь покажем, что выведенная оценка (24) – достижима. Приведем пример функции, для которой длина построенного кратчайшего запрета (определение 4) будет достигать значения  $2m + 1$ .

Рассмотрим функцию  $f(x_1, x_2) = x_1 x_2$ . Нелегко проверить, что комбинация знаков 1 0 1 является кратчайшим запретом функции, длина

которого равна 3, запретов с длиной 1 и 2 функция не имеет. Данная функция неравновероятна и любая ее  $m$ -грамма, состоящая из одного знака, дает максимальное из возможных отклонение от равномерного распределения  $\alpha = k^{n-1} - 1 = 2^1 - 1 = 1$ . Используя формулу (24), получаем, что оценка длины запрета  $q \leq 2 \times 1 + 1 = 3$  достижима.

**Замечание 1**

Заметим, что рассматривая само неравенство  $\mu_t < 1$  при  $\alpha = k^{n-1} - 1$ , имеем

$$\left(1 - \frac{k^{n-1} - 1}{k^{n-1}}\right)^{t+1} < \frac{1}{k^{n-1}}, \left(\frac{1}{k^{n-1}}\right)^{t+1} < \frac{1}{k^{n-1}}.$$

Последнее неравенство выполняется при  $t > 0$ , то есть  $t_{\min} = 1$ .

Используя формулу (3) для длины запрета в этом случае, выводим оценку

$$q \leq 2m + n - 1. \tag{26}$$

Оценка (26), очевидно, хуже оценки (24) при  $n \geq 3$  для конструктивно построенной на рис. 2 запретной комбинации, что в частности говорит о том, что не всякий запрет обладает структурой (3) и может обладать меньшей длиной (см. пример 1 далее по тексту).

Для сравнения оценки С.Н. Сумарокова (9) и уточненной оценки (12) длин запрета, справедливых для любой неравновероятной  $m$ -граммы, а также рассмотренных оценок (23), (24) и (26), справедливых в частных случаях, приводится табл. 1.

Из таблицы видно, что значения оценок (9) и (12) не сильно отличаются, но все же значения оценки (12) всегда меньше, чем значения соответствующих оценок С.Н. Сумарокова. Отметим, что возможны случаи, когда оценки (23), (24) или (26) лучше оценки (12) (соответственно

и (9)) при обнаружении  $m$ -грамм, дающих отклонение  $\alpha > 1$ , в частности при  $\alpha = 2$  или  $\alpha = k^{n-1}$ . Последнее обстоятельство продемонстрируем на примере одной булевой функции.

**Пример 1**

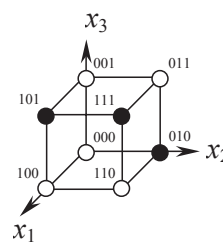


Рис. 3. Геометрическое задание неравновероятной булевой функции

Рассмотрим неравновероятную булеву функцию

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 x_3 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3,$$

геометрическое задание которой отражено на рис. 3. Исследования показали, что данная функция обладает кратчайшими запретами

$$\begin{aligned} &101000101 \\ &101100101 \\ &101001101 \\ &101101101. \end{aligned} \tag{27}$$

Длины найденных запретов равны 9.

Оценка С.Н. Сумарокова (9) для рассматриваемой функции достигает значения 25, сниженная оценка (12) – 22. Данные значения выделены жирным шрифтом в табл. 1 в соответствующих столбцах. Для рассмотрения оценок (23), (24) и (26) обратимся к табл. 2, в ячейках которой выписаны выходные  $m$ -граммы, обладающие максимальным отклонением от равномерного распределения  $\alpha$  при данной длине  $m$  с указанием самого значения  $\alpha$ .

Т а б л и ц а 1

**Сравнение оценки С.Н. Сумарокова и уточненных оценок длин запрета**

$k =$ $n =$	$m =$	Оценка Сумарокова Формула (9) ( $\alpha$ -любое)	Сниженная оценка Формула (12) ( $\alpha$ -любое)	Сниженная оценка Формула (23) ( $\alpha = 2$ )	Сниженная оценка Формула (26) ( $\alpha = k^{n-1} - 1$ )	Сниженная оценка Формула (24) ( $\alpha = k^{n-1} - 1$ )
2	1	<b>25</b>	<b>22</b>	7	4	3
	2	34	30	10	6	5
	3	43	38	<b>13</b>	8	7
	4	52	46	16	10	9
	5	61	54	19	12	11
	6	70	62	22	<b>14</b>	<b>13</b>
3	1	190	181	73	4	3
	2	253	242	98	6	5
	3	318	303	123	8	7

Выходные  $m$ -граммы, обладающие максимальным отклонением от равномерного распределения  $\alpha$

$m = 1$	$m = 2$	$m = 3$	$m = 4$	$m = 5$	$m = 6$
$1 \alpha = 1$	$01 \alpha = 1$ $10 \alpha = 1$ $11 \alpha = 1$	$101 \alpha = 2$	$0101 \alpha = 2$ $1001 \alpha = 2$ $1001 \alpha = 2$ $1010 \alpha = 2$ $1101 \alpha = 2$	$00101 \alpha = 2$ $01001 \alpha = 2$ $01010 \alpha = 2$ $01011 \alpha = 2$ $01101 \alpha = 2$ $10010 \alpha = 2$ $10011 \alpha = 2$ $10100 \alpha = 2$ $10101 \alpha = 2$ $10110 \alpha = 2$ $10111 \alpha = 2$ $11001 \alpha = 2$ $11010 \alpha = 2$ $11011 \alpha = 2$ $11101 \alpha = 2$	$100101 \alpha = 3$ $101001 \alpha = 3$ $101101 \alpha = 3$

Т а б л и ц а 3

Вид запретной комбинации (на месте «*» может стоять любой знак)	$m =$	$\alpha =$
1001011100101	6	3
100101**100101	6	3
10010**10010**10010	5	2
1001**1001**1001	4	2
101**101**101	3	2
10**10**10**10	2	1
1**1**1**1**1	1	1

Замечаем, что при  $m = 3$  обнаруживается одна триграмма, а именно (101), с отклонением  $\alpha = 2$ , поэтому, используя оценку (23), получаем значение оценки 13, что отражено в соответствующей ячейке табл. 1 (значение выделено жирным шрифтом). Аналогичным образом, при  $m = 6$  обнаруживаются  $m$ -граммы, обладающие максимальным в данном случае из возможных отклонением  $\alpha = 3$ . Используя оценки (26) и (24), получаем значения 14 и 13 соответственно, что указано в табл. 1. в соответствующих ячейках. В последнем случае, используя при этом рассуждение теоремы 5 с учетом значений табл. 2, строится запрет длины 13 вида (25), например 1001011100101, который не сводится ни к одному из группы (22) перечисленных выше запретов (не содержит в себе запретную комбинацию в качестве подкомбинации) и не обладает структурой (3) (табл. 3)

Значение длины запрета 13 в этом случае совпадает с оценкой длины запрета, получающегося исходя из обнаружения триграммы с отклонением  $\alpha = 2$ .

Итак, в данном примере значения оценок, полученных с использованием известных отклонений  $\alpha > 1$  в распределении  $m$ -грамм, оказываются лучше значений оценки, полученной исходя

из знания одного факта неравновероятности в распределении выходных знаков функции (табл. 1). Данное обстоятельство говорит о целесообразности выявления не только неравновероятных  $m$ -грамм, но и рассмотрения значений самих отклонений  $\alpha$ , что в ряде случаев приводит к снижению оценки длины запрета функции.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (НШ-8564.2006.10)

**Библиографический список**

1. Сумароков, С.Н. Запреты двоичных функций и обратимость для одного класса кодирующих устройств / С.Н. Сумароков // Обозрение прикладной и промышленной математики. – М.: Научное издательство «ТВП», 1994. – Т. 1. – Вып. 1.
2. Колесников, О.В. Использование запретов двоичных функций при решении систем уравнений / О.В. Колесников // Обозрение прикладной и промышленной математики. – М.: Научное издательство «ТВП», 1995. – Т. 2. – Вып. 3.
3. Никонов, В.Г. Запреты  $k$ -значных функций и их связь с проблемой разрешимости систем уравнений специального вида / В.Г. Никонов, Н.В. Никонов // Вестник РУДН, Серия Прикладная и компьютерная математика. – 2003. – № 1. – Т. 2.
4. Никонов, Н.В. О классификации всех булевых функций от 3-х переменных с обобщенными запретами / Н.В. Никонов // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. – 2004. – № 5(36).
5. Никонов, Н.В. Метод растяжения в построении классов равновероятных  $k$ -значных функций с запретом / Н.В. Никонов // Обозрение прикладной и промышленной математики. – М.: ОПИПМ, 2006. – Т. 13. – Вып. 6.
6. Никонов, Н.В. О снижении оценки С.Н. Сумарокова длины запрета / Н.В. Никонов // Обозрение прикладной и промышленной математики. – М.: ОПИПМ, 2006. – Т. 13. – Вып. 6.
7. Никонов, Н.В. Об оценках длины запрета  $k$ -значной функции / Н.В. Никонов // Материалы XXXIII Международной конференции и дискуссионного научного клуба «Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе», приложение к журналу «Открытое образование», 2006.

## ПОСТОЯННАЯ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ – МАСШТАБНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКТОР

А.П. САВРУХИН, *проф. каф. физики МГУЛ, канд. техн. наук*

Реакция аннигиляции, эффект Комптона, дифракция частиц свидетельствуют о наличии глубокой степени родства между частицами и фотонами. Поэтому Шредингер и де Бройль утверждали, что частицы обладают собственной частотой гипотетического колебательного процесса, стоячими собственными колебаниями.

В таком случае электрон представляют частицей в виде замкнутой волны. Магнитный момент такого электрона близок к величине магнетона Бора

$$\mu_e = i \cdot s = \frac{e \cdot s}{\lambda_k} \pi \left( \frac{\lambda_k}{2\pi} \right) = \mu_B.$$

Магнитная энергия витка будет равна

$$E_m = \frac{L \cdot i^2}{2} = \frac{\mu_0 \cdot \lambda_k}{2} \left( \frac{e \cdot c}{\lambda_k} \right)^2 = E_0 \cdot \alpha.$$

Ей равна энергия электрического поля частицы с комптоновской длиной  $\lambda_k$

$$E_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot r_k} = E_0 \cdot \alpha.$$

Выражение для энергии сильного поля тогда имеет вид

$$E_h = E_0 \sqrt{1 - \alpha^2}.$$

Как показано на рис. 1, энергия фотона при образовании атома водорода примерно равна энергии Ридберга  $E_R$

$$E_0 - E_h = E_0 (1 - \sqrt{1 - \alpha^2}) = 0,5 E_0 \cdot \alpha^2.$$

Здесь электромагнитная компонента отложена по горизонтали, а сильная – по вертикали.

В процессе сближения электрона с протоном излучение отсутствует, поскольку имеет квантовый характер. Поэтому энергия электрона не изменяется, а вектор  $ab = E_0$  лишь поворачивается против часовой стрелки (растет его фаза  $\phi$ ).

Необходимо принять условие: если электрическая сила притяжения этих частиц пропорциональна  $r^{-2}$ , то расталкивающая сила другого поля должна возрастать при уменьшении дистанции между ними быстрее, например, как  $r^{-3}$ . Тогда при достижении расстояния, равного размеру атома, эти силы уравновесятся. Далее развивается процесс, эквивалентный столкновению электрона со стенкой, в результате чего формируется фотон.

Рассмотрим распад пиона массой  $m_\pi$  на электрон и нейтрино. Выражение для энергии  $e1$  электрона сразу после распада имеет вид

$$e1 = \frac{m_\pi^2 + m_e^2}{2m_\pi}.$$

Тогда получим  $\frac{e2}{m_e} = \frac{m_\pi + m_e}{m_e m_\pi} = 1,003\alpha$

Более точно  $\frac{m_\pi}{m_e} = \frac{2}{\alpha} - 1$

с погрешностью 0.0002.

Принято в ядре рассматривать ядерное взаимодействие только как сильное. Так ли это на самом деле? Разделите массу протона на 137 (величина, обратная постоянной тонкой структуры), и получите 6,8 МэВ. Как уже указывалось для электрона, это есть ЭМ компонента полной энергии протона. Расчетные величины энергии связи нуклонов указываются равными 6–8 МэВ. Как видно, в ядре, как и в атоме, и в электроне, уравновешиваются два вида сил.

Наблюдаем следующий ряд энергий, расположенных по степеням постоянной тонкой структуры (таблица).

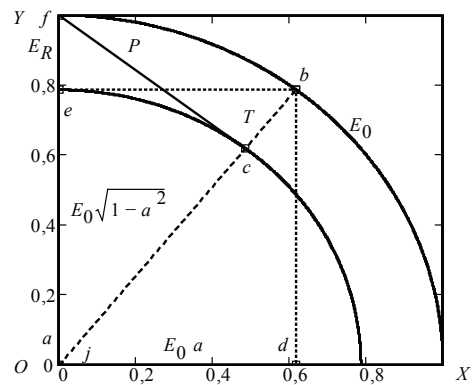


Рисунок. Векторная модель электрона

Т а б л и ц а

Обозначение	Выражение для энергии	Величина	Название
$E_R \alpha$	$0,5 E_0 \alpha^3$	0,1 эВ	Энергия водородной связи
$E_R$	$0,5 E_0 \alpha^2$	13,6 эВ	Энергия ионизации атома водорода
$E_e$	$E_0 \alpha^1$	3,73 кэВ	Энергия электрического поля электрона
$E_0$	$E_0 \alpha^0$	0,511 МэВ	Энергия электрона
$E_\pi$	$E_0 (2\alpha^{-1} - 1)$	139,57 МэВ	Энергия пиона
$E_i$	$E_0 \alpha^2$	9,56 ГэВ	Энергия группы частиц Ипсилон

Примечание. Подробнее см. на сайте <http://savrukhin.narod.ru>

## МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

В.М. КУРЗИНА, доц. каф. высшей математики МГУЛ, канд. техн. наук,  
П.А. КУРЗИН, ст. преп. каф. высшей математики МГУЛ

В современном мире математика предоставляет необходимые знания человеку любой сферы производства или науки. Рассматривая основную структуру научного знания, В.И. Вернадский [1] считал, что «основной неоспоримый остов науки» включает следующие главные элементы:

1. Математические науки во всем их объеме.
2. Логические науки почти всецело.
3. Научные факты в их системе, классификации и сделанные из них эмпирические обобщения – научный аппарат, взятый в целом.

Все стороны научного знания – единой науки – находятся в бурном развитии, и область, ими охватываемая, все увеличивается. Язык математики универсален и позволяет вести общение на нем специалистам различных стран и профессий. Логическое мышление, которое развивается при решении математических задач, умение четко выражать свои мысли и намерения необходимы любому деятельному человеку. Благодаря математике становится возможным объективное отражение универсальности законов окружающего нас многообразного мира.

Изучение математических дисциплин и их экономических приложений является необходимым залогом успешной работы специалиста в будущем, поскольку не только позволяет приобрести необходимые базовые навыки, используемые, например в экономике [2], но и сформировать компоненты своего мышления: уровень, кругозор и культуру.

Введение в действие современных компьютерных классов позволяет проводить занятия не только традиционно, применяя демонстрацию решения задач на доске, но и привлекая студентов к творческому освоению математических методов как с помощью калькуляционных приемов, так и с привлечением программных средств компьютеров. В течение последних двух лет обучение элементам теории вероятностей и математической статистики студентов факультетов ФЭСТ, МШУБ, ФЭ и ВС проводится на кафедре высшей математики с привлечением средств програм-

мирования *Microsoft® Excel* и *Mathsoft® Mathcad* [3–5]. Цель такой методики преподавания курсов «Высшая математика», «Численные методы» – помочь студентам усвоить методы поиска решений задач, дающих возможность оперативно и на современном уровне принимать решения в будущей деятельности специалистов.

Методика обучения математике заключается в том, что после лекции по теме проводится практическое занятие с изучением основных понятий и правил применения теоретического материала для решения поставленных учебных вариантов задач. Проводится решение примеров по каждому разделу и элементу теории, прочитанной лекции. Подготовительный этап каждой лабораторной работы, проводимый непосредственно ведущим занятием преподавателем, включает следующие этапы:

- напоминание основных фактов, без которых студенты не смогут выполнить задачи своего задания;
- сообщение о специфических приемах, которые должны быть применены при решении задач с помощью компьютерных средств;
- сообщение об оформлении результатов выполнения задания, форме и сроках его защиты;
- перечисление контрольных вопросов, на которые студент должен будет дать обоснованный ответ при защите выполненного задания.

Подготовительный этап занимает от 15 до 30 минут, в зависимости от сложности материала, изучаемого на лабораторном занятии. Цель проведения подготовительного этапа – направить усилия студентов на поиск ответов на контрольные вопросы, которые они должны получить, решая поставленные перед ними задачи выданного задания. При этом самостоятельная предварительная подготовка студентов к проводимому практическому занятию позволяет им улучшить ответы. Возможна также дистанционная форма проведения подготовительного этапа, когда все необходимые инструкции преподавателя рассылаются накануне проводимого практического занятия, а на занятии осуществляется контроль результатов выполненных заданий. К сожалению,



эта возможность еще пока остается гипотетической, поскольку на современном этапе технически она ничем не подкреплена.

При проведении занятия ставится акцент на запоминание алгоритма выполнения решения задачи, выработку логического мышления, самостоятельность при поиске решения. Для этого разработано до 30 вариантов различных наборов задач, что позволяет выдать каждому из присутствующих свой вариант задания, содержащего десять задач.

Практическое занятие завершается так называемым «минизачетом» по теоретическим вопросам, который проводится преподавателем, ведущим лабораторные занятия, и является допуском для выполнения лабораторной работы по теме занятия. Формой контроля качества выполненной работы является защита студентом полученных результатов. При защите студент должен продемонстрировать выработанное умение самостоятельно решать задачи, поставленные в задании, разбивая их на этапы и организуя соответствующий алгоритм выполнения, в том числе и с привлечением современных вычислительных средств. О теме предстоящей лабораторной работы студенты оповещаются не менее чем за неделю до нее и имеют возможность подготовиться.

Кроме того, на кафедре разработаны методические пособия для подготовки и выполнения лабораторных работ по двум разделам курса «Высшая математика», а именно по теории вероятности, математическому программированию, и по курсу «Численные методы». Пособия содержат минимальное количество теоретических положений по каждому разделу, выносимому на лабораторную работу, но вполне достаточное, чтобы эту работу выполнить. Кроме того, в пособиях содержатся сведения по программным средствам *Microsoft® Excel* или *Mathsoft® Mathcad*, позволяющим минимизировать вычислительные работы. Этими пособиями каждый студент обеспечивается в начале семестра и пользуется им на лабораторной работе и практическом занятии.

Таким образом сочетается теоретическое овладение материалом темы с практикой решения задач. Высвобождается время для решения большего количества задач по теме, т. к. компьютерное выполнение рутинных операций и поиск значений сложных функций, используемых для задания функций распределения в теории вероятностей, позволяет уделять больше внимания выработке логического мышления у студентов.

Студенты учатся строить алгоритмы решения сложных задач.

При выполнении лабораторных работ по математическому программированию большое внимание уделяется выработке умения строить математическую модель задачи по ее экономической постановке или описанию основных шагов плана развития экономической ситуации. Кроме того, студенты проводят по мере того, как обучаются применять средства вспомогательного окна «Поиск решения» для определения параметров оптимального решения, численные эксперименты, которые заключаются в варьировании различных параметров поставленной задачи. На основе численных экспериментов студентами проводится анализ влияния тех или иных параметров на результат нахождения оптимального решения.

В настоящее время такой метод обучения становится важным, поскольку все средства информации с детства приучают к потребительскому поглощению большого количества информации. К сожалению, будущим студентам не всегда прививается желание анализировать и делать самостоятельные выводы по поводу предлагаемой информации. Фактически уровень знаний, получаемых выпускниками школ, позволяет им выдерживать вступительные испытания зачастую не без дополнительных занятий на подготовительных курсах и с репетиторами. Вместе с тем, абитуриенты не приучены к самостоятельной работе с литературой и не стремятся самостоятельно выполнять домашние задания, если их не контролируют. Работа в школе с так называемыми «решебниками», обильно распространяемыми в последние годы, использование их в качестве пособий при выполнении домашних заданий привело к тому, что при решении той или иной задачи современные выпускники школ слепо повторяют записанные в этих псевдометодических изданиях алгоритмы, решая только стандартные задачи из учебников, в лучшем случае отличающиеся несколькими цифрами. Такой подход к обучению в современной школе приводит к потере самого главного, чему служит математическое образование: выработке у обучаемого логического мышления и привычки выполнения кропотливой работы вплоть до получения окончательного результата. Потребительский подход чаще всего выражается в том, что учащиеся требуют объяснений фактов и действий, которые должны быть усвоены в процессе обучения в школе и без знания которых абитуриенты не могли бы выдержать вступительные испытания.

В условиях сокращения количества часов аудиторной работы введение форм обучения, позволяющих избежать рутинных расчетов, к которым поколение, использующее всюду калькуляторы, не приучено, позволит осваивать методы обработки статистической информации на уровне, достаточном для специалистов, не являющихся профессиональными математиками. При этом резко увеличивается число решаемых за занятие задач на тему лабораторного занятия, что позволяет проводить постепенное усложнение постановки задачи. Это служит выработке умения применять полученные навыки для решения не только задач в стандартной постановке, следуя указанному алгоритму, но и развитию логического мышления.

Предлагаемая методика преподавания математики на втором курсе направлена на выработку у студентов качеств, необходимых для исследователя и будущего специалиста в своей

области знаний. Вместе с этим решается вторая задача современного математического образования: исключение разрыва между математической и компьютерной подготовкой, что обеспечивает тесную связь обучения математическим методам с общеинженерной подготовкой специалиста.

#### Библиографический список

1. Вернадский, В.И. О науке. Т.1. Научные знания. научное творчество. Научная мысль / В.И. Вернадский. – Дубна, 1997. – 640 с.
2. Шелобаев, С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах и бизнесе / С.И. Шелобаев. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 367 с.
3. Данилин, Г.А. Математические методы с Mathcad / Г.А. Данилин, П.А. Курзин, В.М. Курзина. – М.: МГУЛ, 2003. – 152 с.
4. Данилин, Г.А. и др. Математическое программирование с EXCEL / Г.А. Данилин и др. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 114 с.
5. Курзина, В.М. Элементы теории вероятностей с применением EXCEL / В.М. Курзина, П.А. Курзин. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 92 с.

## МОДЕЛЬ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА В УСЛОВИЯХ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

М.А. ГАВРИЛОВА, *Пензенский государственный педагогический университет*

**А**нализ основных тенденций совершенствования и развития системы образования в России позволяет выделить основные принципы, определяющие главные направления и движущие силы развития системы профессионального образования. Это непрерывность и многоуровневость, открытость, личностная ориентация. А в качестве принципов, обеспечивающих внутренние условия и механизмы развития – преемственность, вариативность и гибкость, компьютеризация и гуманизация.

Основной закономерностью профессиональной подготовки в условиях непрерывного образования является смена приоритета целей на различных этапах образовательного пути. Так, на этапе дошкольного образования преобладают развивающие цели. На этапе получения среднего образования и на 1–2 курсах вуза – общеобразовательные. На последующих курсах вуза усиливается творческая составляющая профессиональной подготовки. В первые три года работы по специальности преобладают практические цели, затем приоритетными становятся образовательные (4–9 лет), а в следующие за этими (более 10 лет) годы работы начинает преобладать творческая составляющая.

Стартовой площадкой для создания многоступенчатой вариативной модели профессио-

нальной подготовки может служить университетский образовательный комплекс.

Экспериментальная апробация работы созданной при ПГПУ им. В.Г. Белинского системы образовательных учреждений проходила с 1990 г. и показала ее высокую эффективность. Работа университетского образовательного комплекса продолжается и в настоящее время. В состав университетского образовательного комплекса входят: школа раннего развития, детский сад при ПГПУ, многопрофильная гимназия при ПГПУ, педагогический колледж, сам университет как системообразующий стержень, аспирантура, докторантура, факультеты дополнительного и второго высшего образования. Расширение возможностей профессиональной подготовки происходит и за счет создания условий для самообразования и использования активных форм образования. Реализуются дополнительные образовательные программы, организуются компьютерные лаборатории со свободным доступом к электронным педагогическим ресурсам и к сети Internet. Все это позволило создать информационную среду обучения.

Информационная среда включает две составляющих компоненты:

- традиционная форма представления информации;
- электронная форма представления информации.

Традиционная компонента включает комплект учебников и учебно-методических пособий следующей основной направленности.

*Информационно-теоретические.* Обзорные, обобщающие, содержащие общие теоретические положения, описание и анализ различных образовательных концепций.

*Проблемно-теоретические.* Анализ взглядов различных ученых на одну и ту же проблему, научные споры, дискуссии, проблемы, получающие неоднозначную оценку ученых.

*Проблемно-практические.* Анализ практической деятельности учителей, преподавателей, различных подходов к изучению конкретного материала, спорных вопросов, по которым нет единого мнения.

*Ориентировочно-описательные.* Представление характеристики конкретных технологий, этапов конструирования образовательного процесса.

*Диагностико-контролирующие.* Системы различных тестов, заданий для аудиторной и внеаудиторной работы.

*Демонстрационно-наглядные материалы.* Видеофильмы, системы таблиц, задач на готовых чертежах.

*Образцы учебно-методического характера,* которые показывают реализацию конкретных технологий, методических приемов и пр.

Электронная компонента включает электронный учебник, справочники, презентационный материал для лекций и практических занятий, Internet-ресурсы, педагогические программные средства на CD, систему компьютерного тестирования, рейтинговую систему оценивания, включая создание персонального «портфолио» учащегося.

Университетский образовательный комплекс обеспечивает профессиональную подготовку специалистов в условиях непрерывного образования, т.к., с одной стороны, достигается многоаспектная преемственность на различных ступенях профессионального образования и, с другой, – многомерность движения личности в образовательном пространстве. Многомерность заключается в разнообразии образовательных траекторий, в возможности разрывов во времени и даже в смене типа образования на любом из этапов. Это обеспечивается наличием оптималь-

ного базового образования, создающего основу для дальнейшего продвижения в любой образовательной области; дополнительностью базового и последующих видов образования; многоуровневостью образовательных программ. Вертикальной и горизонтальной преемственностью образовательных программ за счет создания технологии взаимодействия («стыковки») содержания образовательных программ разных профилей, уровней и ступеней; гибкостью организационных форм обучения, их сочетания: очно, заочно, экстерном; традиционно или дистанционно и пр.

Указанные признаки взаимодополняют друг друга, поскольку рассматриваемый процесс является чрезвычайно сложным с позиций организационного, дидактического, психологического, содержательного, методического, социального и других аспектов. Их учет, исходя из реальной ситуации, возможен только при наличии университетского образовательного комплекса и системы мониторинга по всем направлениям. Полученные в результате такой деятельности результаты могут служить основой для развития системы многоуровневой профессиональной подготовки в регионе, позволят рационально провести структурное преобразование системы профессиональной подготовки на принципах непрерывности и преемственности различных звеньев подготовки, повышения квалификации и переподготовки специалистов.

В процессе наблюдений и оценки функционирования университетского образовательного комплекса использовались традиционные виды проверки и контроля достигнутого уровня знаний, умений и навыков всех участников образовательного процесса: анализ статистических данных; процентное отношение поступивших и окончивших вуз по выбранной специальности; отслеживание дальнейшей траектории движения выпускников вуза; анкетирование и опросы. Все показатели свидетельствуют о высокой эффективности работы на всех ступенях университетского образовательного комплекса. В частности отмечается, что на любом этапе образовательного процесса у обучаемых есть не только внешняя, но и внутренняя мотивация, не происходит резкого изменения внешней образовательной среды, поэтому при переходе с одного образовательного уровня на другой наблюдается быстрое включение в изменившийся стиль деятельности.

Во время обучения в вузе многие выпускники гимназии при ПГПУ участвуют в научно-

исследовательской деятельности, различных образовательных программах, стремятся получить дополнительное образование, выступают на конференциях.

Сам университет является стержнем и фундаментом для разработки концепций, формирования целей, содержания, технологий, обеспечивая преемственность этапов. В настоящее время в качестве приоритетного направления признана разработка дополнительных программ, ориентированных на интересы обучающихся. Эти программы условно можно назвать надпрофессиональными или общепрофессиональными (свободное владение компьютером, иностранными языками, знание правовых, медицинских, экологических норм и др.).

Таким образом, идет интенсивный поиск совершенствования содержания и форм профессиональной подготовки путем их расширения, дополнения и создания целостных систем непрерывной профессиональной подготовки, соответствующей современным реалиям.

Все формы профессиональной подготовки, являясь частями процесса непрерывной профессиональной подготовки, должны существовать. И суть совершенствования системы непрерывной профессиональной подготовки в создании механизмов доступности высшего и любого другого уровня образования и возможности повышения квалификации или смены сферы деятельности каждым человеком. Кроме того, университет, являясь центром иннова-

ционных научно-педагогических идей, может предлагать различные гибкие графики и формы обучения для детей и взрослых. Семинары, консультации, циклы лекций или практических курсов (основы работы на компьютере, основы медицинских знаний, современный английский язык для пользователей компьютера) и многое другое.

Университетский образовательный комплекс создает условия и позволяет обеспечивать оптимальность непрерывной профессиональной подготовки, что выражается в интенсификации и активизации деятельности обучаемых; минимизации затратного времени и обеспечения личностной направленности обучения.

Таким образом, университетский образовательный комплекс предоставляет возможность реализации всех концептуальных положений непрерывного образования и использования всех движущих сил, обеспечивает усиление интегративного взаимодействия всех компонентов системы образования, преемственности, требующей четкого обоснования целей, содержания, методов, средств и организационных форм, учебно-воспитательной, научно-исследовательской и управленческой деятельности на каждой ступени непрерывной профессиональной подготовки. Университетский образовательный комплекс позволяет получать любой уровень профессиональной подготовки за кратчайший срок, обеспечивая более совершенное взаимодействие образовательной области и рынка труда.

## КОМПЛЕКС МЕТОДОВ, МОДЕЛЕЙ И ПРОГРАММ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

В.Г. ДОМРАЧЕВ, *проф., зав. каф. электроники и микропроцессорной техники МГУЛ, д-р техн. наук,*

О.М. ПОЛЕЩУК, *проф. каф. высшей математики МГУЛ, д-р техн. наук,*

И.В. АНТОШИНА, *доц. каф. электроники и микропроцессорной техники МГУЛ, канд. техн. наук*

Современный этап развития информационного общества характеризуется становлением принципиально новых технологий в сфере образования. Потребности в этих технологиях формируются активными преобразованиями в промышленности, экономике и социально-политической области. Накопленный опыт создания и функционирования образовательных информационных ресурсов показал, что уже на этапе их проектирования возникает необходимость формализованного подхода к предъявляемым требованиям и оценке реальных возможностей. Существенной сложностью разработки такого подхода является наличие не только

сильного субъективного фактора, возникающего в результате привлечения экспертов, но и наличие понятий, трудно формализуемых в рамках традиционных формализмов. Практическое состояние вопроса и анализ литературы позволяют сделать вывод о фактическом отсутствии методов, моделей и экспертных систем создания, поддержки функционирования и оценки качества образовательных информационных ресурсов, а также методик для анализа эффективности их использования. Существующие немногочисленные методы чаще всего носят интуитивный характер и не могут служить научной базой для серьезных практических разра-

боток. Отсутствие научной базы, в свою очередь, является причиной появления образовательных информационных продуктов низкого качества.

Разработанный комплекс предназначен для автоматизации расчетов оценки качества информационных образовательных ресурсов (ИОР) и их соответствия предварительно сформулированным требованиям. Известно, что характеристики качества носят преимущественно качественный характер. К тому же значение количественных характеристик само по себе не несет информации о его желательности для пользователя. Поэтому все характеристики качества оцениваются экспертно в наиболее естественных для человеческого восприятия лингвистических шкалах.

Программы этого комплекса имеют схожий пользовательский интерфейс. Они выполнены в стиле программ-мастеров, которые проводят пользователя последовательно по всем этапам процесса, запрашивая у него необходимые данные и автоматизируя их обработку. Комплекс представлен двумя программами MasterPlus и MasterPro.

### **Мастер оценки качества ИОР – MasterPlus**

Программа MasterPlus проводит пользователя по следующим этапам оценки качества ИОР.

#### *1. Выбор класса оцениваемого ИОР.*

Известно, что ИОР, относящиеся к разным классам (т.е. имеющим разное функциональное назначение), должны описываться различными системами характеристик качества. MasterPlus предлагает выбрать один из четырнадцати классов ИОР:

- 1) электронные учебники;
- 2) виртуальные среды;
- 3) компьютерные демонстрации;
- 4) универсальные обучающие среды;
- 5) электронные энциклопедии и словари;
- 6) электронные библиотеки;
- 7) электронные журналы;
- 8) электронные коллекции;
- 9) конспекты лекций;
- 10) описания лабораторных работ;
- 11) контрольные работы;
- 12) упражнения для самостоятельного решения;
- 13) тесты;
- 14) средства дистанционного обучения.

#### *2. Формирование системы характеристик качества для выбранного класса ИОР.*

Программа содержит встроенные системы характеристик качества для названных классов ИОР,

позволяя лицу, принимающему решение (ЛПР), в роли которого выступает пользователь, корректировать эти системы по своему усмотрению.

#### *3. Назначение весовых коэффициентов для характеристик качества.*

Понятно, что различные характеристики качества, как правило, вносят различный вклад в обобщенный показатель качества. Вклад каждой из характеристик отражается в ее весовом коэффициенте, который должен назначаться ЛПР в соответствии с его предпочтениями.

Для расчета весовых коэффициентов в программе используется метод парных сравнений.

#### *4. Оценка единичных показателей качества.*

Единичные показатели качества (характеристики качества нижнего уровня иерархии) оцениваются экспертно в разработанных на втором этапе лингвистических шкалах.

По завершении четвертого этапа программа автоматически рассчитывает значение обобщенного показателя качества для оцениваемого ИОР и выводит результат. Значение обобщенного показателя качества принадлежит отрезку  $[0;1]$ , причем значение 0 означает абсолютно некачественный ИОР, а 1 – абсолютно качественный. Затем можно оценить другой ИОР данного класса или закончить работу с программой.

### **Первый этап: выбор класса ИОР**

После загрузки программы появляется окно приветствия пользователя с двумя кнопками «Далее» и «Выход». Нажатие кнопки «Далее» приводит к появлению окна первого этапа (рис. 1). Пользователю предлагается выбрать из выпадающего списка один из четырнадцати указанных выше классов, к которому относится оцениваемый ИОР.

Это необходимо программе для того, чтобы на следующем этапе загрузить систему характеристик качества, наиболее соответствующую данному классу. Кроме того, если система характеристик качества была предварительно сформирована и сохранена в файле, то пользователь может выбрать из выпадающего списка пункт «пользовательская система», что приведет к появлению стандартного окна открытия файла. По окончании первого этапа автоматически будет загружена одна из встроенных систем или пользовательская система из предварительно им созданных файлов.

После выбора одного из пунктов и нажатия кнопки «Далее» первый этап завершается.

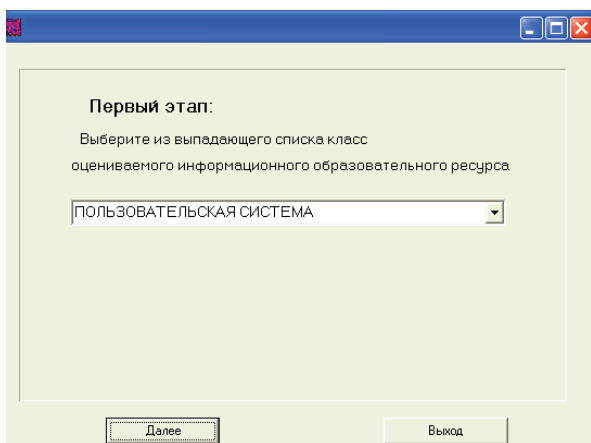


Рис. 1. Окно первого этапа

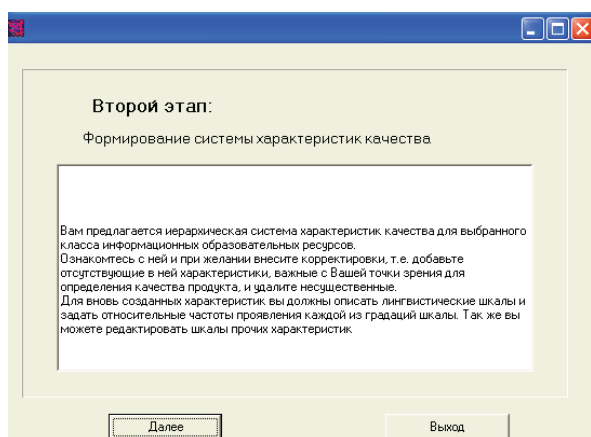


Рис. 2. Информационное окно второго этапа

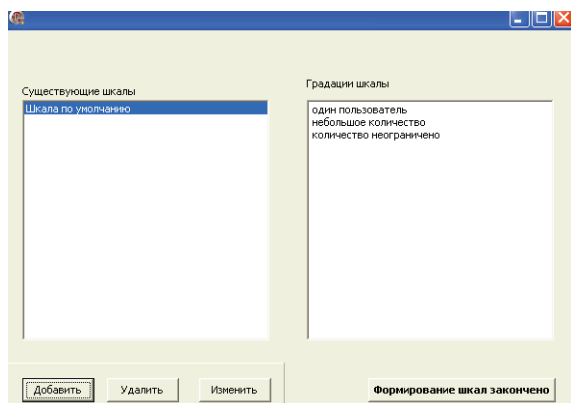


Рис. 3. Окно задания альтернативных шкал

### Второй этап: формирование системы характеристик качества

Второй этап предваряет появление информационного окна (рис. 2), в котором пользователю сообщается о его роли на этом этапе.

После нажатия кнопки «далее» в информационном окне, появится рабочее окно второго этапа, в котором будет загружена одна из встроенных четырнадцати систем характеристик качества или пользовательская система из предварительно созданного файла.

Встроенные системы характеристик качества ИОР имеют иерархическую форму и выводятся слева сверху. Знак «минус» слева от наименования характеристики означает, что подуровень этой характеристики открыт для просмотра, щелчок на этом знаке приводит к смене его на знак «плюс» и свертывании вложенного уровня и наоборот. Кроме того, для лучшего и однозначного понимания экспертами назначения характеристик внизу окна располагается поле ввода для определения характеристики. В правой части окна присутствует таблица, которая высвечивается только для характеристик качества нижнего уровня иерархии, в этой таблице в первом столбце представлены все возможные значения лингвистической шкалы для выделенной характеристики с частотами их возникновения во втором столбце.

На данном этапе пользователь может редактировать загруженную систему характеристик качества и сохранять ее для последующего использования. Причем под системой характеристик качества в данном случае будем понимать не только сам набор характеристик, но и шкалы для их оценивания вместе с частотами их проявления для различных ИОР.

### Добавление новой характеристики в систему

Пользователь может добавить новую характеристику в существующую систему, для чего нужно выполнить следующую последовательность действий:

1. Выделить характеристику качества, на место которой должна быть добавлена новая.
2. Выполнить команду «Правка» – «Добавить элемент» или нажать кнопку «Вставить».
3. Ввести в появившееся поле имя новой характеристики и нажать «Enter».
4. В информационном окне с предложением ввести определение для новой характеристики, нажать кнопку «ОК».
5. Ввести, если необходимо, определение новой характеристики и нажать кнопку «Готово».
6. В информационном окне с предложением задать шкалу для новой характеристики, нажать кнопку «ОК».
7. Заполнить таблицу, задав уровни лингвистической шкалы и частоты их проявления, и нажать кнопку «Готово».

### Добавление дочернего уровня в систему

Пользователь может добавить новый уровень иерархии в существующую систему. Для

этого необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Выделить характеристику, которая должна стать родительской относительно новой.
2. Выполнить команду «Правка» – «Подуровень» или нажать кнопку «Подуровень».
3. Ввести в появившееся поле имя новой характеристики и нажать «Enter».
4. В информационном окне с предложением ввести определение для новой характеристики, нажать кнопку «ОК».
5. Ввести, если нужно, определение новой характеристики и нажать кнопку «Готово».
6. В информационном окне с предложением задать шкалу для новой характеристики, нажать кнопку «ОК».
7. Заполнить таблицу, задав уровни лингвистической шкалы от наименее предпочтительного к наиболее и частоты их проявления, и нажать кнопку «Готово».

#### **Переименование характеристики**

Пользователь может переименовать характеристику качества. Для этого необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Выделить характеристику качества.
2. Выполнить команду «Правка» – «Переименовать» или нажать кнопку «Переименовать».
3. Ввести новое имя характеристики и нажать «Enter».

#### **Удаление характеристики из системы**

Пользователь может удалить характеристику из системы. Для этого необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Выделить характеристику качества.
2. Выполнить команду «Правка» – «Удалить» или нажать кнопку «Удалить».

#### **Редактирование определения характеристики**

Пользователь может отредактировать однажды данные определения для характеристик качества. Для этого необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Выделить характеристику качества, определение которой необходимо изменить.
2. Нажать кнопку «Редактировать», расположенную справа от поля ввода для определения.
3. Отредактировать определение характеристики.
4. Нажать кнопку «Готово», расположенную справа от поля ввода для определения.

#### **Редактирование лингвистической шкалы характеристики**

Пользователь может редактировать однажды определенные лингвистические шкалы характеристик. Для этого необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Выделить характеристику качества, шкалу которой необходимо изменить.
2. Выполнить команду «Шкала» – «Редактировать» или нажать кнопку «Редактировать», расположенную под таблицей для шкалы.
3. Внести необходимые изменения в таблицу шкалы. Помните, что вводить уровни шкалы нужно в порядке увеличения предпочтительности значений, так как программа не имеет встроенных средств их упорядочивания. Необходимо, чтобы для всех уровней градации шкалы была введена статистика их проявления.
4. Нажать кнопку «Готово», расположенную под таблицей.

#### **Выбор шкалы для заданной характеристики**

На этом этапе можно не только редактировать шкалы для измерения характеристик, но и осуществить обоснованный выбор одной из множества шкал по критерию наименьшей трудности шкалы и наибольшей согласованности мнений экспертов. Для такого выбора необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- 1) выделить характеристику, для которой разрабатывается шкала; 2) вызвать команду «Шкала» – «Разработать»; 3) появится окно (рис. 3).

В этом окне в поле ввода слева располагается единственная существующая на данный момент «Шкала, используемая по умолчанию». При выделенной шкале слева в поле ввода справа можно видеть все вербальные уровни этой шкалы, следующие в порядке возрастания предпочтительности их значений. Пользователь может добавить несколько альтернативных шкал, удалить созданную им шкалу или откорректировать ее. Известно, что число уровней шкалы по причине психофизических особенностей человека не должно превышать девяти.

#### **Добавление альтернативной шкалы**

Для добавления альтернативной шкалы нужно выполнить следующую последовательность действий:

1. Нажать кнопку «Добавить».
2. Ввести в появившейся строке имя для новой шкалы, а затем нажать «Enter».

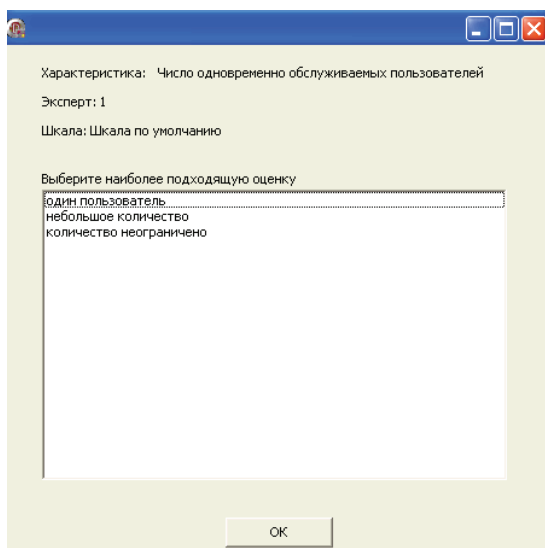


Рис. 4. Окно экспертных оценок

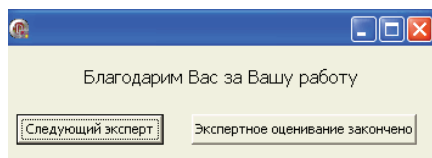


Рис. 5. Диалоговое окно продолжения экспертного опроса

3. Курсор переместится в правое поле. Ввести все градации новой шкалы в указанной ранее последовательности, располагая каждую градацию на отдельной строке (перевод строк осуществляется клавишей «Enter»). Новая шкала создана.

#### Удаление шкалы

Для удаления шкалы нужно выполнить следующую последовательность действий:

1. Выделить имя шкалы в поле ввода слева.
2. Нажать кнопку «Удалить».

*Внимание!* Нельзя удалять шкалу, используемую по умолчанию.

#### Редактирование шкалы

1. Выделить имя шкалы в поле ввода слева.
2. Нажать кнопку «Изменить».
3. В появившейся строке ввода отредактировать имя шкалы и нажать «Enter».
4. Курсор переместится в поле ранее определенных градаций шкалы. Отредактировать их, если это необходимо.

После того, как сформированы все разумные шкалы, нажать кнопку «Формирование шкал закончено». Появится информационное сообщение о том, что первый эксперт должен подготовиться к оцениванию характеристики во всех предложенных шкалах, затем высветится диалоговое окно (рис. 4).

В этом окне будут последовательно отражаться все шкалы и их градации для первого эксперта. Последний должен выбрать наиболее точную оценку для характеристики в предложенной шкале и нажать кнопку «OK», после чего процедура повторяется для следующей шкалы. Когда первый эксперт произведет оценивание во всех шкалах, появится диалоговое окно (рис. 5), где эксперта поблагодарят за проделанную работу.

Далее возможно два пути: во-первых, продолжить экспертный опрос для следующего эксперта, нажав кнопку «Следующий эксперт»; во-вторых, закончить экспертный опрос и осуществить на основании собранных данных выбор наиболее рациональной шкалы, нажав кнопку «Экспертное оценивание закончено».

После завершения экспертного опроса и автоматизированной обработки его результатов программа выведет информационное сообщение о том, какая из шкал является оптимальной с точки зрения простоты и согласованности оценок и предложит использовать эту шкалу в дальнейшем по умолчанию. Пользователь должен дать на это согласие или отказаться. На этом процедура выбора шкалы завершается.

#### Сохранение системы характеристик

Сформированную систему характеристик качества можно сохранить в файле для повторного использования, для чего вызвать команду «Файл» – «Сохранить».

#### Открытие системы характеристик

Систему характеристик качества можно загрузить из файла, выполнив команду «Файл» – «Открыть».

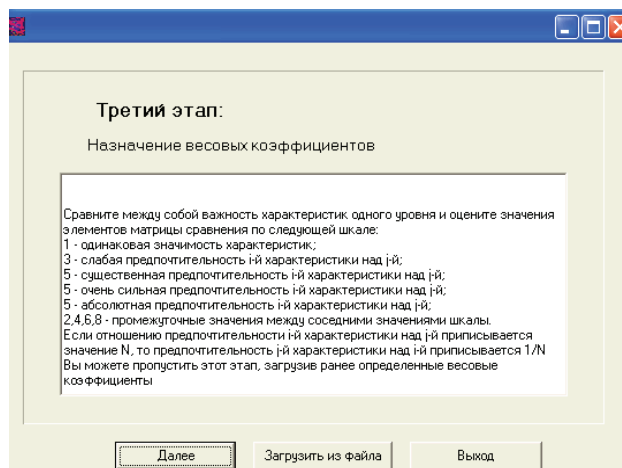


Рис. 6. Информационное окно третьего этапа



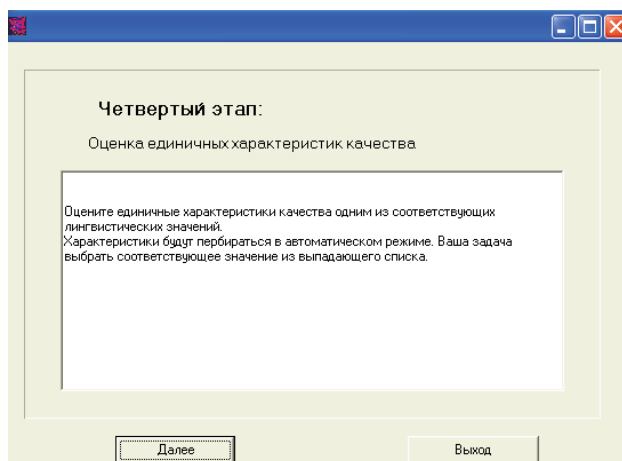


Рис. 7. Информационное окно четвертого этапа

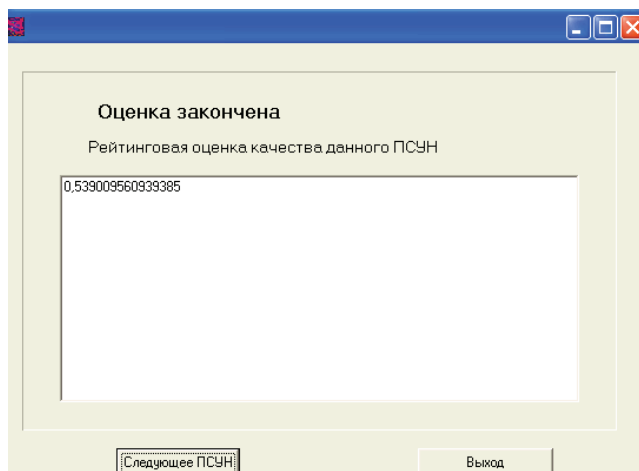


Рис. 8. Информационное окно окончания оценивания

### Завершение второго этапа

Если формирование системы характеристик качества завершено, то закончен и второй этап. Нажать кнопку «Далее» в рабочем окне второго этапа.

### Третий этап: назначение весовых коэффициентов

Предваряет третий этап информационное окно (рис. 6), содержащее правила сравнения важности характеристик.

Можно миновать этот этап, нажав кнопку «Загрузить из файла», что приведет к появлению стандартного окна открытия файла, и загрузить весовые коэффициенты из ранее созданного файла.

Если файл с весовыми коэффициентами отсутствует, то следует нажать кнопку «Далее» и перейти непосредственно к парному сравнению важности характеристик одного уровня. Рабочее окно третьего этапа представляет собой матрицу сравнений.

Изложим правила задания элементов этой матрицы, приведенные в информационном окне.

Значения элементов матрицы  $a_{ij}$  сравнения оцениваются по следующей шкале:

1 – одинаковая значимость характеристик;

3 – слабая предпочтительность  $i$ -й характеристики над  $j$ -й;

5 – существенная предпочтительность  $i$ -й характеристики над  $j$ -й;

5 – очень сильная предпочтительность  $i$ -й характеристики над  $j$ -й;

5 – абсолютная предпочтительность  $i$ -й характеристики над  $j$ -й;

2, 4, 6, 8 – промежуточные значения между соседними значениями шкалы.

Если отношению предпочтительности  $i$ -й характеристики над  $j$ -й приписывается значение  $N$ , то предпочтительность  $j$ -й характеристики над  $i$ -й приписывается  $1 / N$ .

Заполнить предложенную матрицу сравнения по указанным правилам, причем ввести только целые значения, а обратные им дробные будут рассчитаны автоматически, и нажать кнопку «Далее». Это приведет к появлению матрицы сравнений со следующей группой характеристик и так далее, пока не будет осуществлено сравнение всех характеристик системы.

Затем программа предложит сохранить созданные весовые коэффициенты для дальнейшего использования в файле. Пользователь может согласиться, что приведет к появлению стандартного окна сохранения файла, или отказаться. На этом третий этап будет окончен.

### Четвертый этап: оценка единичных показателей качества

Четвертый этап предваряется появлением информационного окна (рис. 7).

На этом этапе пользователю будет предложено оценить каждую характеристику качества нижнего уровня в разработанных лингвистических шкалах. Нажатие кнопки «Далее» в информационном окне приведет к появлению рабочего окна четвертого этапа.

Программа в автоматизированном режиме будет перебирать все характеристики качества нижнего уровня и предоставлять пользователю в развернутом виде соответствующий список уровней лингвистической шкалы. Пользователь должен выбрать наиболее правдоподобную оценку

для выделенной характеристики из выпадающего списка и нажать кнопку «Следующий».

Когда в предложенных шкалах будут оценены все характеристики нижнего уровня, программа выведет информационное сообщение о том, что оценивание закончено. На основе собранных данных будет произведен расчет значения обобщенного показателя качества, после чего последнее будет выведено для пользователя (рис. 8).

Пользователь сможет закончить работу с программой, нажав кнопку «Выход», или оценить другой ИОР с использованием уже созданной системы характеристик качества и весовых коэффициентов, нажав на кнопку «Следующий ИОР», что приведет к повторению четвертого этапа.

### Мастер оценки соответствия качества ИОР предъявленным требованиям MasterPro

Программа MasterPro проводит пользователя по следующим этапам:

1. *Выбор класса оцениваемого ИОР.*
2. *Формирование системы характеристик качества для выбранного класса ИОР.*
3. *Формирование эталонного образа ИОР.*

На этом этапе для единичных показателей качества в сформированных шкалах выбирается эталонное значение.

4. *Определение степени соответствия характеристик ИОР предъявленным к ним требованиям.*

Значения единичных показателей качества, оцениваемого ИОР, сопоставляются со своими эталонными значениями.

По завершении четвертого этапа программа автоматически определяет степень соответствия ИОР предъявленным требованиям, выводит для пользователя полученный результат и рекомендации по доработке ИОР. Степень соответствия принадлежит отрезку  $[0;1]$ , причем значение 0 означает абсолютное несоответствие требованиям ИОР, а 1 – абсолютное соответствие. Затем можно оценить другой ИОР данного класса или закончить работу с программой.

### Первый этап: выбор класса ИОР

Первый этап аналогичен первому этапу программы MasterPlus.

### Второй этап: формирование системы характеристик качества

Второй этап аналогичен второму же этапу программы MasterPlus. Однако в системе характе-

ристик следует оставить только те характеристики, к которым предъявляются особые требования. При создании лингвистических шкал статистика проявления отдельных градаций не задается.

На данном этапе пользователь может редактировать загруженную систему характеристик качества и сохранять ее для последующего использования.

### Третий этап: формирование эталонного образа ИОР

Предваряет третий этап информационное окно (рис. 9).

Можно миновать этот этап, нажав кнопку «Загрузить из файла», что приведет к появлению стандартного окна открытия файла, и загрузить требования ко всем характеристикам качества нижнего уровня иерархии из предварительно созданного файла.

Если таковой файл, то следует нажать кнопку «Далее» и перейти к выбору наиболее предпочтительных значений характеристик качества в сформированных лингвистических шкалах. На экране появится рабочее окно третьего этапа.

Программа в автоматизированном режиме будет перебирать все характеристики качества нижнего уровня и предоставлять пользователю в развернутом виде соответствующий список уровней лингвистической шкалы. Пользователь должен выбрать наиболее предпочтительное значение для выделенной характеристики из выпадающего списка и нажать кнопку «Следующий».

Когда все характеристики нижнего уровня будут рассмотрены, программа выведет информационное сообщение о том, что требования для всех характеристик определены, и перейдет к следующему этапу.

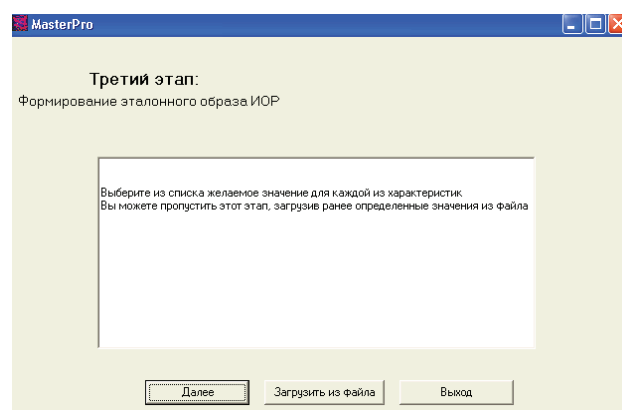


Рис. 9. Информационное окно третьего этапа

### Четвертый этап: определение степени соответствия характеристик ИОР предъявленным требованиям

Четвертый этап предвзрается появлением информационного окна (рис. 10), в котором сформулированы правила оценивания соответствия характеристик их эталонным значениям.

Изложим эти правила:

0,0 – полное несоответствие значения характеристики эталонному значению;

0,3 – почти полное несоответствие значения характеристики эталонному значению;

0,5 – частичное соответствие значения характеристики эталонному значению;

0,7 – значительное соответствие значения характеристики эталонному значению;

0,9 – почти полное соответствие значения характеристики эталонному значению;

1,0 – полное соответствие значения характеристики эталонному значению.

Нажатие кнопки далее приведет к появлению рабочего окна четвертого этапа.

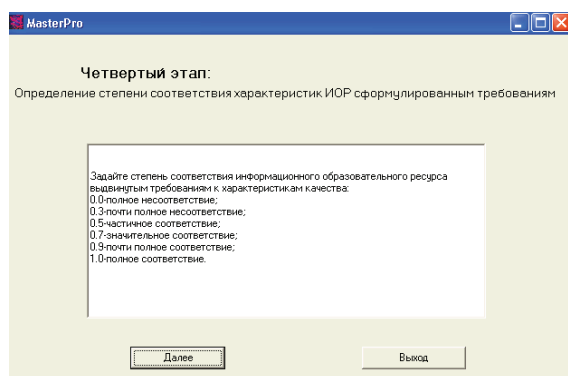


Рис. 10. Информационное окно четвертого этапа

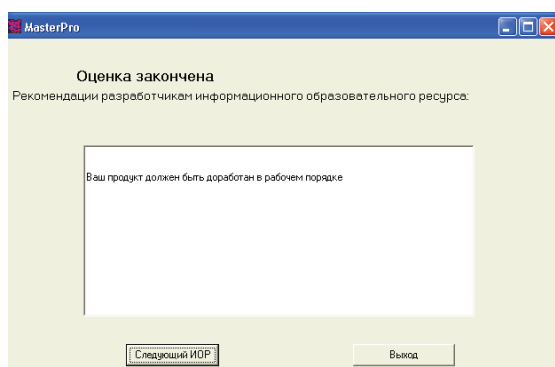


Рис. 11. Информационное окно окончания оценивания

Программа в автоматизированном режиме будет перебирать все характеристики качества нижнего уровня, выводить ее эталонное значение и предоставлять пользователю в развернутом виде приведенный выше список степеней соответствия. Пользователь должен выбрать одно из значений из выпадающего списка и нажать кнопку «Следующий».

Когда все характеристики нижнего уровня будут рассмотрены, программа выведет информационное сообщение о том, что оценивание закончено. На основе собранных данных будет произведен расчет степени соответствия качества ИОР предъявленным требованиям, как минимального из степеней соответствия единичных характеристик, после чего последнее будет выведено для пользователя (рис. 11) и даны рекомендации по дальнейшей доработке оцениваемого ИОР:

– если степень соответствия 0,0 или 0,3, то ваш продукт требует серьезных доработок;

– если степень соответствия 0,5 или 0,7, то ваш продукт должен быть доработан в рабочем порядке;

– если степень соответствия 0,9 или 1,0, то ваш продукт соответствует предъявленным требованиям и не требует доработки.

Пользователь сможет закончить работу с программой, нажав кнопку «Выход», или оценить другой ИОР с использованием уже созданной системы характеристик качества и весовых коэффициентов, нажав на кнопку «Следующий ИОР», что приведет к повторению четвертого этапа.

Работа выполнена при поддержке гранта программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2006–2008)» Министерства образования и науки Российской Федерации.

### Библиографический список

1. Полещук, О.М. Математическая модель обработки экспертных оценок / О.М. Полещук // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. – 2005. – № 6(42). – С. 161–164.
2. Построение рейтинговых оценок при нечеткой исходной информации / В.Г. Домрачев, Е.Г. Комаров, О.М. Полещук и др. // IT – Инновации в образовании: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Петрозаводск, 2005. – С. 84–86.

## МОТИВ САДА В ТВОРЧЕСТВЕ СЕРГЕЯ КЛЫЧКОВА

С.А. ЩЕРБАКОВ, докторант МГУЛ, канд. филолог. наук

Мотив сада – самый ранний и основополагающий в поэзии Сергея Клычкова. Прежде всего, сад символизирует у него песенное начало собственного творчества. Не случайно первый его сборник назывался «Песни» (1910), а второй – «Потаенный сад» (1913). «В певчем сердце» [1] поэта печаль и радость (Второе издание сборника «Потаенный сад» открывается разделом ПЕЧАЛЬ – РАДОСТЬ) слиты воедино, поскольку сам «сад любви, печали» таится именно в сердце лирического героя, даря ему радость творчества. Образ сада сопровождается многочисленными эпитетами: голубой, тайный, тихий, старый, темный, густой и т.д. Уже сами по себе эти эпитеты показывают, что сад этот не реальный (вишневый, яблоневый и пр.), а символический, хотя часто характеризуется притяжательным местоимением мой:

Ручеек бежит по лугу,  
А мой сад на берегу,  
Он стоит невидим другу,  
Невидим врагу...

Невидимость, потаенность, бесплотность сада указывают на приверженность молодого поэта символизму с его скрытыми знаками и тайными смыслами. По утверждению Н.М. Солнцевой, «лирика первых двух книг Сергея Клычкова воспринималась современниками как явление символизма» [2, С. 22]. Но, как отметила та же Н.М. Солнцева, «в поэзии Клычкова таилась стихия, во многом противоречащая эстетике символизма» [2, С. 23]. Для поэта, выросшего в старообрядческой семье и с детства впитывавшего в себя народную культуру, это было естественно. Символика Клычкова основывалась на русском фольклоре и славянской мифологии, ритмика стиха часто заимствовалась у русской народной песни, главными его лирическими персонажами поэта стали Лель и Лада, что дало основание современному исследователю говорить о «русском символизме» [3] писателя. Также, на наш взгляд, здесь возможен термин «фольклорный символизм».

Центральный для философии символизма постулат «о трагическом разрыве между видимостью и сущностью» [4, стб. 979] был близок мировосприятию Клычкова. «Мир, который, на взгляд поэта, лишился эстетической достоверности (т.е. обуржуазился, стал глубоко плебейским и

вульгарным, выставил все, в том числе творчество, на продажу, объявил поэта «безумцем») и превратился в своего рода декорацию, лжеценность, дурную бесконечность» [4, стб. 980], представлялся ему серым и убогим, и только поэзия помогала спастись от ужаса бытия. В одном из писем тех лет он восклицает: «Ох, жизнь сера, милый друг, черна, как трубочист, – что было бы, если бы не было песни, поэзии. Вот поэзия: павлин, прекрасный, солнечный павлин, распустивший свой жемчужный хвост на грязном дворе» [5]. Эта же тема продолжается в его стихах:

Сегодня у нас на деревне  
Дерутся, ругаются, пьют –  
Не слышно, как птицы царевне  
В лесу деревенском поют.

А в роще Дубравна гуляет  
И в лад им поет на ходу.  
И тихо заря догорает  
В далеком небесном саду.

Чтобы не видеть «грязного двора» жизни, лирический герой Клычкова растит в своем воображении «тайный сад», в котором поет его «сердце-соловей»:

Я играю в гусли, сад мой стерегу,  
Ах, мой сад не в поле, сад мой не в лугу,  
Кто на свете счастлив? счастлив, верно, я  
В тайный сад выходит горница моя!..

Счастлив я и в горе, глядя в тайный сад:  
В нем зари-подруги янтари висят,  
Ходят звезды-думы, грусть-туман плывет,  
В том тумане сердце-соловей поет...

Образ сада космогоничен. Несмотря на свою потаенность, он представляет собой ни что иное, как вселенную, где звезды – думы поэта, заря – его подруга, а поэтическая грусть покрывает туманом землю. Он потому не в поле и не в лугу, что никакой реальный ландшафт такого сада не вместит. Он существует благодаря вдохновению поэта, вот почему стережет его лирический герой (и от врага, и от друга) весьма необычным способом: играя «в гусли».

Создан этот сад поэтом «по образу и подобию» садов горних: «У горних, у горних селений / Стоят голубые сады...» Ведь сад – луч-

шее, что создано Богом при сотворения Мира. В Эдеме Он поселил прародителей рода людского и именно его лишил их за грехопадение. Д.С. Лихачев, в «Заметках о русском» посвятивший садам отдельный раздел, отметил: «Недаром «золотой век», «золотое детство» человечества – средневековый «рай» – всегда ассоциировались с садом. Сад – это идеальная культура, культура, в которой облагороженная природа идеально слита с добрым к ней человеком» [6]. Он же утверждал, что «садово-парковое искусство – наиболее захватывающее и наиболее воздействующее на человека из всех искусств» [6, С. 447].

Поэтому певец, обладатель собственного сада вдохновения, находится в состоянии счастья при любых жизненных обстоятельствах. Отсюда логично вытекает оксюморон «счастлив в горе», ставшее лейтмотивом раннего (довоенного) творчества Клычкова. В других вариациях: счастлив, несмотря на грусть или печаль, он встречается в целом ряде стихотворений.

У большинства новокрестьянских поэтов есть свои любимые природные ландшафты, во многом определяющие самую суть их поэзии. У Есенина – это «роща золотая» и «малиновое поле», у Клюева «райский бор», у Васильева «родительница степь» (хотя и мотивы сада у них присутствуют). Все это ландшафты чисто природные, и только у Клычкова любимый ландшафт окультурен человеком. Причину этому, скорее всего, следует искать в детских годах поэта, прошедших в деревне, затерявшейся в обширных и глухих (когда-то) талдомских лесах. «Сторона наша лесная, дремучая, темная!..» – заявил он сам в романе «Чертухинский балакирь».

Отношение русского человека к лесу всегда было двойственным. С одной стороны, лес – дар Божий, где добывает деревенский житель пропитание, строительный материал, дрова и такие «мелочи», как лыко для лаптей и деготь для тележных колес, с другой – пристанище нечистой силы и вековечный противник в битве крестьянина за пашню. Леонид Леонов (крестный отец дочери Клычкова) в романе «Русский лес», говоря «о странностях любви» русского народа к своему кормильцу, рассудил про эту двойственность так: «Возможное объяснение следует искать в народной памяти о поломанных сошниках да об изнурительном труде, потраченном на раскорчевку лесной нивы, в извечном стремлении стряхнуть с себя пленительную одурь, навеваемую однооб-

разным плеском ветвей, – в постоянной тревоге, внушаемой близостью медвежьих берлог, разбойничьих вертепов и бесовских наваждений, – в потребности избавиться от вековой опеки леса, потому что воля и солнышко всегда были нам дороже сытного и неслышного существования» [7]. Клычков, конечно, любил лес, посвятил ему множество поэтических и прозаических строк, но, возможно, сад представлялся ему лесом идеальным, «просветленным», где наряду с деревьями есть место «воле и солнышку».

Показательно, что, хотя его собственный символический сад был «невидим» другу и врагу, женские лирические персонажи были там частыми гостями: и мифологические девы Лада и Дубравна, и обычные деревенские девушки: «Как мы были, пели в тихом саде,/ Парень с молодежи...» Возможно, объясняется такая «сегрегация» неистовой (пусть и несколько театрализованной) любовью поэта к Музе, дарующей ему блаженство поэтического вдохновения. Он обращается к ней даже в письме к товарищу, приписав в порыве восторга создание античной богини монотеистическому Богу: «Любовь моя, солнышко мое, – милая, прекрасная Муза! Как это Бог ухитрился создать тебя! Море, горы, звезды и небо, осень и весна – не так чудесны, как Ты – Незримая, Непостижная! Я дурно кончу, не кончить нельзя, потому что не может век блаженство, блаженство в раю, а я на земле! Все равно: предадим жизнь свою мечте и снесем души наши, как цветы, на ее жертвенник!» [8].

Известна довольно холодная реакция Блока на сборник «Потаенный сад». В письме Клычкову он сообщает: ««Потаенный сад» я еще бегло посмотрел, а «Песни» давно у меня есть, я читал их. Не скажу, чтоб они были мне близки, *нет потребности их вспоминать* (курсив наш – С.Щ.)» [9]. Тем не менее, поэма Блока «Соловьиный сад» с ее идеей о пагубности ухода в сад мечты от реальной жизни объективно является прямой полемикой с «Потаенным садом» Клычкова.

Переломным в мировосприятии стал для него 1914 год. В одном из писем с фронта он с горечью признается в утрате юношеских иллюзий: «Милый друг, я понимаю, что все с начала до конца было ошибкой, самообольщением, невольным обманом самого себя перед строгим и бесстрастным лицом жизни, уходом от реальной правды, но если вернуть реки вспять, я не хотел бы иного!» [8]

Совсем по-другому зазвучали стихи поэта. Оторванный от родной земли, он уже не грезит о горних садах, а тоскует о конкретном саде, где растут обычные для среднерусской полосы деревья и кустарники: «На чужбине далеко от родины / Вспоминаю я сад свой и дом, / Там сейчас расцветает смородина...», «...А яблони из рукавов расшитых / За изгородку кажут кулаки». Если в символических «голубых садах» пасутся олени, играют жемчугом берега морей и кто-то неведомый «...у горних излук / Склонил золотые колени / И поднял серебряный лук», то в тверской деревне Дубровки «...над садом луна величавая, / Низко свесившись, смотрится в пруд, – / Где бубенчики желтые плавают / И в осоке русалки живут...» (с. 120). Желтые бубенчики кувшинок в пруду вместо жемчужных берегов морей и доморощенные русалки вместо неведомого златоколенного, вероятно, античного божества. Но по красоте второй пейзаж отнюдь не уступает первому, а по силе воздействия во много раз его превосходит, так как близок сердцу читателя. Осмелюсь высказать предположение, что имя Музы поэта в 1914–1918 гг. – Ностальгия.

Даже российская действительность, представлявшаяся ему незадолго до войны «грязным двором», в далеком от Дубровок Гельсингфорсе (теперь Хельсинки, там Клычков служил писарем 427-го Зубовского полка, затем обучался в школе прапорщиков. На фронт он попал уже младшим офицером.) не кажется столь ужасной, чтобы бежать от нее в тайный небесный сад. Теперь душа поэта, наоборот, хочет прильнуть к родной земле:

Эту пору весеннюю, раннюю  
Одинок встречая вдали...  
Ах, прильнуть бы, послушать дыхание,  
Поглядеть в заревое сияние  
Милой матери – родимой земли.

Несмотря на внешнюю «приземленность» стихотворения «На чужбине далеко от родины...», в нем отчетливо звучат космогонические мотивы (вообще присущие творчеству Клыčkова). Величавая луна, предзорная конница, дыхание земли, заревое сияние раздвигают границы родного сада до вселенского масштаба. Выражаясь образно, «спустившись с небес на землю», поэт не унижает землю в угоду небесам, а возвышает ее до них.

В двадцатые годы в стихах Клыčkова, возможно, не без влияния Есенина, посвятившего ему лирический шедевр «Не жалею, не зову, не плачу...» появляется тема брэнности челове-

ческого существования и связанный с ней мотив смирения. В стихотворении «Земная светлая моя отрада...», обращаясь к «милому другу» – песне, с тихой грустью вздыхает он о неизбежном круговороте жизни, в котором им суждено расстаться: «...С тоской ты побредешь к другому...». Завершается же оно настолько явной переключкой с есенинским стихотворением, что кажется – обращается он именно к своему гениальному товарищу:

Ведь так же будут плыть туманы за ограду,  
А яблонные платья цвeсть, –  
Ах, милый друг, мне ничего не надо,  
Не надо и того, что есть...

Следуя новым веяньям в творчестве поэта, образ сада претерпевает метаморфозы. В соответствии с фольклорной традицией, сад становится осенним, символизируя пору зрелости и следующую за ней пору увядания лирического героя: «И не смекнешь, как под ношею / К осени сгорбится сад...». А затем и зимним, когда речь заходит о смерти: «...взглядом встретившись с сугробом, / Подумается вдруг невпопад: / Что, если смерть, и нет ли там за гробом / Похожего на этот сад?!». В другом случае поэт сравнивает себя с «глохнущим садом».

В эти же годы Клычков начинает активно разрабатывать тему дома как основы человеческого благополучия. Непременным атрибутом такого дома становится сад «в полдесятины»: «У моего окна такая высь и ширь, / Такая тишина, отрада и обилье: / Под ношей гнется сад...». Душой он продолжает тянуться к саду небесному, о чем убедительно говорят «два белых крыла» или «два мои крыла», спрятанные под власяницей или рубищем лирического героя. Но теперь он почитает за благо и обыкновенную, рутинную земную жизнь, которая представлялась ему когда-то «серой» и которая сгорела в огне двух войн и двух революций:

Хорошо, когда у кровя  
Сад цветет в полдесятины...  
Хорошо иметь корову,  
Добрую жену и сына...

В этих почти прозаических строках, написанных поэтом на сороковом году жизни, трудно угадать его авторство: здесь нет ни фольклорной символики, ни мифологических персонажей, ни тяги к небесному, ни космогонических мотивов. А есть только одна «неслыханная простота» истины.

Таким образом, следует сделать вывод, что образ сада, сквозной в творчестве Сергея Клычкова, эволюционировал вместе с поэтом и в полной мере отразил его художественные искания, мировосприятие на разных этапах творчества, а также перипетии его личной судьбы и судьбы России в первой трети двадцатого века. Воспев в ранних сборниках символический образ потаенного небесного сада собственного вдохновения, в зрелом творчестве он приходит к образу сада земного – цветущего и плодоносящего, как символа дарованной людям небесной благодати.

#### Библиографический список

1. Клычков, С.А. Собрание сочинений: В 2 т. Т.1: Стихотворения. Сахарный немец: Роман / С.А. Клычков; предисловие Н.М. Солнцева; составление, подготовка текста, комментарии М. Нике, Н.М. Солнцевой, С.И. Субботина. – М.: Эллис Лак, 2000. – 544 с. С.59.
2. Солнцева, Н.М. Сорочье царство Сергея Клычкова / Н.М. Солнцева // Клычков С.А. Собрание сочинений: В 2т. – Т. 1. – С. 22.
3. Мусяенко, Р.А. Художественная система романов С. Клычкова в мифопоэтическом контексте: автореф. дис. ... канд. филол. наук / Р.А. Мусяенко. – С. 7.
4. Литературная энциклопедия терминов и понятий / Под ред. А.Н. Николюкина. Институт научн. Информации по общественным наукам РАН. – М.: НПК «Интелвак», 2001. – 1600 стб. Стб. 979.
5. Гость чудесный: Наследие Сергея Клычкова / Н. Солнцева // Литературное обозрение. – 1987. – № 5. – С. 110.
6. Лихачев, Д.С. Избранные работы: В3 т. Т. 2. Великое наследие; Смех в Древней Руси: Монографии; Заметки о русском / Д.С. Лихачев. – Л.: Худож. лит., 1987. – 496 с. С. 452–453.
7. Леонов, Л.М. Русский лес. Роман. Л. / Л.М. Леонов. – Лениздат, 1978. – 624 с; С. 241–242.
8. Жуков, П.А. Две встречи с молодым Клычковым / П.А. Жуков // Русская литература. – 1971. – № 2. – С. 152, 154.
9. Блок, А.А. Собрание сочинений: В 8 т. / А.А. Блок. – М.-Л.: Гослитиздат, 1963. – Т. 8. – С. 434.

## БЕСНОВАТЫЕ И БОЛЬНЫЕ В «ЖИТИИ» ПРОТОПОПА АВВАКУМА

О.А. ТУФАНОВА, *преп. каф. русского языка и литературы МГУЛ, канд. филолог. наук*

Одним из ярких последствий церковной реформы патриарха Никона 1653 года, с точки зрения протопопа Аввакума, явилось появление в обществе большого количества бесноватых и заболевших странными болезнями. В основном эпизоды исцеления больных и бешеных встречаются в «Житии»: это эпизод о вдовах Марье и Софье, сенных Пашкова; исцеление младенца Евдокии Кирилловны и серия повестей о бесноватых, завершающих памятник. Трижды сцены исцеления встречаются в составе эпизодов покаяния начальника Евфимия Стефановича, бешеных Филиппа и Евфимия.

Все сцены исцеления имеют одинаковую структуру. Вначале упоминается имя заболевшего, дается неясное определение болезни, указываются причины бесноватости или болезни, затем рассказывается о борьбе Аввакума-героя с бесами, и завершаются эпизоды похвалой Христу. Структура сцен исцеления бесноватых и больных в «Житии» имеет своим истоком традиционный для древнерусской литературы сюжетный образец чудес о бесноватых, описанный А.В. Пигиным: «Чудеса о бесноватых строятся обычно по одному сюжетному образцу: причина вселения нечистого духа; описание тех мучений, которым он подвергает свою жертву; исцеление бесноватого святым». Однако на наш взгляд, Аввакум

некоторым образом модернизирует известный русским книжникам образец, что будет показано в дальнейшем [1].

Традиционно рассказ об исцелении болеющих и бесноватых в житиях начинался с упоминания личности заболевшего. Аввакум же вначале указывает место действия. Он либо называет город, в котором совершил чудо исцеления, либо дает более широкое определение пространства – «Даурская земля». Иногда протопоп употребляет сразу оба понятия: сначала более широкое, затем более узкое, как бы сужает пространство, конкретизирует место действия: «в Сибири... в Тоболске»; «Было в Даурской земле»; «Таже приволоклись паки на Ирғынь озеро»; «А егда я былъ в Сибири, – туды еще ехаль, – и жилъ в Тоболске, привели ко мне бешанова, Феодоромъ звали»; «Въ Тоболске была у меня девица, Анною звали»; «Да у меня жъ былъ на Москве бешаной, – Филипомъ звали, – какъ я ис Сибири выехалъ» [2, стб., 28, 32, 73, 74, 77].

Иногда в роли указателей места, где совершается чудо исцеления, выступают слова, не указывающие на географическое расположение, – «в дому моемъ», «в темнице»: «Да и в темницу-ту ко мне бешаной зашел, Кирилушко, московский стрелецъ, караульщикъ мой»; «Ко мне же, отче, в домъ принашивали матери детокъ своихъ» [2, стб.71, 79].

В некоторых случаях Аввакум заменяет место действия на время действия: «Какъ в попахъ еще былъ, тамъ же, где брата беси мучили, была у меня в дому моемъ вдова молодая»; «Егда еще я попомъ бысть» [2, стб. 67, 76].

Но в контексте таких эпизодов время осознается как указание места, тем более что место действия Аввакум ранее уже обозначил. Столь точное указание места действия необходимо Аввакуму, с одной стороны, для достижения эффекта достоверности рассказываемого, с другой же стороны, разнообразие географических мест, в которых Аввакум встречался с бешеными, оказывалось практически безграничным. Протопоп подчеркивал широту распространения зла, связанную с Никоном и его реформами: это и вдовы, и молодые девушки, и состоявшиеся мужчины, и младенцы, и, что удивительно, даже духовные дети протопопа – весь мир вокруг Аввакума «взбесился» [3].

Продолжая житийную традицию, Аввакум дает достаточно неясное определение болезням: «рука правая и нога засохли, что батошки... Робеночекъ на кончину пришель»; «Ко мне, отче, в домъ принашивали матери детокъ своихъ маленькихъ, скорбию одержимыхъ грыжною»; «Евфимей Стефановичъ при кончине, и кричить неудобно, бьеть себя и охаеть» [2, стб. 12, 33, 79, 80].

Так же описывается и состояние бесноватых. Главный трагический мотив при описании бесноватых – мотив жестокости беса: «зело жестоко ихъ бесъ мучить»; «Жестоко же былъ бесъ в немъ»; «бесъ мучиль ея»; «беси ево жестоко начаша мучить»; «понеже в немъ бесъ былъ суровъ и жестоко гораздо» [2, стб. 28, 68, 73, 75, 79] и т.д. – и связанный с ним напрямую мотив внезапного нападения беса на человека и поражения его: «от бесовъ пораженъ бысть»; «бесъ в немъ вздвигается»; «бесъ вздвигаль въ Филиппе»; «ея бесъ ударить о землю»; «И нападе на нея бесъ во время переноса» [2, стб. 68, 72, 73, 76, 79].

Постоянное использование одних и тех же слов – «бес», «жестоко», «мучить» – свидетельствует о том, что Аввакум подчеркивал жестокость беса и мучения человека. Протопоп не раз упоминал, сколько у него ушло времени на борьбу с бесами: «Жиль со мною с месяцъ и болши. Передъ смертию образумилъся»; «И я, в дому своемъ держа месяца з два, стужаль об немъ Божеству»; «Ночь всю зимнюю с нимъ простряпаль»; «Бился

я з бесами, что с собаками, недели с три за грехъ мой» [2, стб. 70–72, 75] и т.д.

Этот главный трагический мотив, обуславливающий тематику эпизодов и их композиционные особенности, получает развитие в целом ряде трагических мотивов, относящихся к пораженным бесом. В эпизодах исцеления постоянно присутствует мотив смерти: не всегда понятно, чем больны герои, но абсолютно ясно, что они скоро умрут: «Чаю, умереть»; «Робеночекъ на кончину пришель»; «Евфимей Стефановичъ при кончине» [2, стб. 12, 33, 77].

В большинстве эпизодов Аввакум прямо указывает, что причиной бешенства и болезни является прегрешение человека [4]. Мысль о вселении в человека беса в качестве наказания за грехи открыто постулировалась церковными проповедниками. Так, например, митрополит Киприан говорил: «О имущихъ же дух лукавый, не годится таковымъ даяти причастиа... нечисти бо суть, нечистымъ духомъ одержими, грехъ ради некихъ» [5]. Протопоп Аввакум продолжает эту древнюю традицию в сценах исцеления, единственное отличие – это установка на мгновенную причинно-следственную связь греха и болезни-бесноватости в текстах данного автора: «Соблудилъ в великъ день з женою своею, наругая праздникъ, – жена ево сказывала, – да и взбесился»; «Позавиде дьяволь добродетели ея, наведе ей печаль о первомъ хозяине... захотела от меня отйти и за первова хозя(и)на замужъ пойти... Господь же пустиль на нея беса...»; «Хотела постричься, а дьяволь опять зделалъ по своему: пошла за Елезара замужъ и детокъ прижила... А какъ замужемъ была, по временамъ Богъ наказываль, – бесъ мучиль ея»; «протопопица моя со вдовою домочадицею Фетиньею межъ собой побранились, – дьяволь ссорилъ ни за што. И я, пришедъ, билъ ихъ обещихъ и оскорбилъ гораздо, от печали: согрешиль пред Богомъ и пред ними. Таже бесъ вздвигаль въ Филиппе» [2, стб. 73, 75, 77, 79] и т.д.

Принципиально значимым оказывается здесь то, что бес выступает в данных сценах как проводник воли Бога (здесь Аввакум также следует сложившейся в учительной литературе традиции. Сходную с позицией Аввакума точку зрения высказывал игумен Марк: «Господь попускает злымъ духамъ входить в людей с... благою целью – временного наказания за грехи и нравственного исправления») [6]. В эпизоде о своей духовной дочери Аввакум прямо говорит



о «сотрудничестве» между Богом и дьяволом: «Господь же пустил на нея беса». Бешенство и болезни выступают в «Житии» протопопы Аввакума как Божии средства наказать человека за несправедный поступок и образумить его: «Господь же пустил на нея беса, смиряя ея... *Виде Богъ противление ея, послалъ беса на нея...* Благохитрый же *Богъ инако ея наказалъ*: задремала в правило, да и повалилась на лавке спать, и три дни и три ночи, не пробудяся, спала»; «Евфимей Стефанович... говорить: дайте мне батка Аввакума! *за него Богъ меня наказуетъ!*»; «*И виде Богъ неправду в насъ з братомъ*, яко неправо поистине ходимъ, – я книгу променялъ, отцову заповедь преступилъ, а братъ, правило презирая, о скотине прилежалъ, – *изволил насъ Владыко сице наказать...*» [2, стб. 12, 68, 77].

Факт бесовства людей получает двойственное осмысление у Аввакума. С одной стороны, бешенство человека является результатом несправедного образа жизни и Божиим средством усмирения человека. С другой стороны, бешенство человека обусловлено у Аввакума завистью дьявола к чистоте жизни христиан: «Позавиде дьяволь добродетели ея, наведе ей печаль о первомъ хозяине своемъ... дьяволь окралъ...» [2, стб. 77]. Так или иначе автор постоянно подчеркивает прямую взаимосвязь греха и бешенства в жизни людей, оборачивающуюся бедой и для самого бесноватого, и для окружающих его людей.

Особый динамизм и сценичность характерны для изображения состояния больных и бешеных, описания процесса лечения. Болезнь одержимых протекает, как правило, в два этапа: сначала бешеные буйствуют, а затем либо падают, как мертвые, либо просто не могут шевельнуть ни рукой, ни ногой, не могут ничего сказать. Причем буйное поведение одержимых описывается Аввакумом всегда в одних и тех же выражениях: Марья и Софья «*бьются и кричатъ*»; «Евфимей Стефановичъ при кончине, и *кричитъ неудобно, бьетъ себя* и охаетъ»; «Вскочилъ с перины Евфимей, палъ пред ногама моима, *вопить неизреченно*»; «Братъ мой... *завопилъ высокимъ гласомъ ... ударился о землю*, от бесовъ пораженъ бысть, *начать кричатъ и вопить гласы неудобными*»; «А онъ пуци беситься, *кричатъ*, и *дрожить*, и *бьется*»; «*билъся и дрался*, и не могли с нимъ (Филиппом. – *О.Т.*) домочадцы ладить»; «и *началь чепь ломать, бесясь*, и *кричатъ неудобно*»; «Ухватилъ меня (Аввакума. – *О.Т.*), и *учаль бить и драть*, и

всяко меня, яко паучину, терзаетъ...» [2, стб. 12, 13, 28, 68, 73, 74].

Мотив чрезвычайной активности бесноватых, проявляющейся в драчливости, диком крике и ломании вещей, выявляется в данных эпизодах на основе глагольных повторов. Почти все бешеные и некоторые больные «бьются», «дерутся», «кричат и вопят гласы неудобны». Глагольные перечисления – излюбленный прием усиления, способ гиперболлизации у Аввакума, призванный показать силу зла, тяжесть наказания за грешный образ жизни. Аввакум прибегает и к гротеску. Зачастую домашние (а их может быть около 30 человек) не могут удержать одного взбесившегося. Аввакум наделяет почти всех одержимых недюжинной, порой нечеловеческой физической силой, мощью [7]. Они способны избить окружающих, хотя те численно превосходят их: «В дому же моемъ иные родные два, брата, – Козма и Герасимъ, – болши ево, а не смогли удержать ево Евфимия; и всехъ домашнихъ человекъ с тритцетъ, держа ево, рыдаютъ и плачють, вопиюще ко Владыке» [2, стб. 68]. Кричат так, что все домашние застывают в ужасе и начинают «вопить» ко Владыке.

Чтобы подчеркнуть трагизм подобного поведения бесноватых для общества, Аввакум вводит сопутствующий трагический мотив тягостного положения людей, попавших в руки одержимых бесом или вынужденных находиться вблизи них: «Ухватилъ меня, и учаль бить и драть, и всяко меня, яко паучину, терзаетъ»; «в тюрьме юзниковъ... всехъ перебилъ... бродя в деревняхъ, великие пакости творилъ. Всякъ бегаеть от него»; «призвалъ к нимъ чернова попа, – и оне ево дровами бросаютъ» [2, стб. 31, 74, 75] и др. Страх, испытываемый домашними при виде беснующегося, подчиняет и парализует их сознание настолько, что они начинают вести себя точно так же, как одержимый: «На всехъ домашнихъ нападе ужась и зело голка бысть велика» [2, стб. 73–74]. Бешенство одного человека влечет за собой бешенство других. Мир людей, подверженных воздействию дьявола, разрастается в «Житии» до бесконечности.

Чтобы хоть как-то совладать с бешеным, обезвредить его сажают на цепь, но одержимые неизменно либо ломают ее, как бешеный Филипп, либо вышатывают пробой из стены и убегают вместе с цепью, как бешеный Феодор.

Описывая бесноватых, Аввакум не чуждается изображения низкого, натуралистического:

«зело вшей было много... Онъ, миленькой, бывало с...ть и с...ть под себя»; «А иное два Василия у меня бешаные бывали прикованы, – странно и говорить про нихъ: калъ свой ели» [2, стб. 72, 77]. Показывая низкое, телесное, грязное, безобразное, писатель тем самым подчеркивает ужас бешенства, тяжесть борьбы с ним.

Вторая стадия болезни представляет собой прямую противоположность первой. Если сначала бешеные обладают какими-то нечеловеческими силами, все крушат, всех колотят, т. е. наделены живостью, активностью, чрезмерной выносливостью, то потом они неожиданно, почти резко обессилевают и замиртво падают, ударяясь о землю, не могут пошевелиться, не в состоянии что-либо сказать (А.В. Пигин на основании глубокого и обстоятельного анализа демонологических сказаний XIV–XX веков пришел к выводу, что «сама бесноватость, по средневековым представлениям, есть разновидность или подобие смерти» Поэтому вторая стадия болезни бесноватых – окаменение – может рассматриваться как временная смерть одержимого) [1]: «братъ же бывъ яко мертвъ»; «а самъ не говорить, связавшуся языку его»; «яко мертвъ падаетъ пред крестомъ Христовымъ»; «ея бесъ ударить о землю, омертвеетъ вся, яко камень станеть, и не дышитъ, кажется, – ростянетъ ея среди горницы, и руки, и ноги и тело... мертво и каменно» [2, стб. 69, 70, 73, 76] и др.

Мотивы чрезвычайной активности и окаменения одержимых усугубляются в повествовании мотивом безумия. Он проявляется в тексте по-разному. Иногда Аввакум прямо говорит о несовершенстве ума бешеных: у Филиппа «умъ... несовершенъ былъ»; «Она же единаче в безумии своемъ... пребываетъ» [2, стб. 70, 77]. Иногда безумие в эпизодах показывается через отсутствие способности у бесноватого отождествить личность того, с кем он говорит. Так, например, Стефан не узнает своего двоюродного брата Аввакума: «какой ты мне братъ? Ты мне батко... а братъ мой на Лопатицахъ живеть, – будеть тебе бить челомъ» [2, стб. 70]. Зачастую безумие находит выражение у Аввакума в потере бешеным человеческого облика: поведение бесноватого уподобляется поведению животных: «учала... собакою лаять, и козою блекотать, и кокушкою коковать» [2, стб. 79]. Но чаще всего Аввакум пользуется приемом косвенного указания на безумие бесноватого. Завершив лечение, протопоп

констатирует исцеление ума: «пришелъ ко мне Феодоръ целоумень»; «и паки беси отъидоша, и умъ цель сталъ»; «и помиловаль Богъ: здравъ бысть и умъ исцеле» [2, стб. 71, 75] и др. Таким образом, исцеление ума напрямую связывается Аввакумом с моментом выхода беса из тела человека, а безумие – с порабощением тела и сознания человека бесом.

Интересен тот факт, что беситься герои начинают в основном во время правил: «У правила стоять не захочеть, – дьяволь сонъ ему наводи»; «Какъ станемъ в вечеръ начинать правило, такъ ея бесъ ударить о землю»; «в правиле стоящу ей, да и взбесится»; «И нападе на нея бесъ во время переноса»; «И в день недельный после ужины, в келейномъ правиле, на полунощнице, братъ мой Евфимей говорилъ кафизму непорочную и завопилъ высокимъ гласомъ» [2, стб. 68, 72, 76, 77, 79].

Прямого объяснения этому факту Аввакум в своих произведениях не дает. Однако логика изложения показывает внутреннюю взаимосвязь этих событий. Сначала протопоп повествует о прегрешении человека, а затем показывает его в момент правила неожиданно, на первый взгляд, пораженного бесом. Жесткая последовательность происходящего подчеркивает неугодность молитвы согрешившего Богу, необходимость искупления вины. Все сцены исцеления пронизывает идея грядущего наказания за прегрешение. Болезнь и бешенство призваны показать человеку его ошибки, смирить, но одновременно являются средством искупления вины.

Все бешеные у Аввакума как бы на одно лицо. Такое ощущение, что Аввакуму все равно, кто взбесился. Вряд ли этот факт можно объяснить исключительно древнерусской ритуальностью. Обильное насыщение пространства «Жития» бешеными создает особую атмосферу в произведении. Мир болен, и причина для Аввакума абсолютно ясна: «поганое никонианство». Описание поведения бесноватых меняется по мере движения от начала к концу «Жития»: оставляя неизменным каркас, Аввакум каждый раз добавляет что-то новое, постепенно сгущает краски. Чем более времени проходит с момента никоновских реформ, тем страшнее беснуются люди и больше их количество.

Принципиальным для Аввакума является вопрос о том, кто может лечить. Следуя библейской традиции, Аввакум основную роль в процес-

се лечения отводит попам. В Послании ап. Иакова (V:14) содержится указание, как должен поступать заболевший человек: «Болить ли кто въ васъ; да призовет попы церковныя» [8]. В соответствии с этим каноном строятся сцены исцеления в «Житии» протопопа Аввакума. Во всех эпизодах излечивает больных и бешеных сам протопоп. В древнерусской литературе даром целительства наделялись не все священнослужители, а только абсолютно безгрешные люди – святые. Аввакум продолжает эту литературную традицию. В «Житии» есть эпизод о бешеном Филиппе, где протопоп наглядно показывает, что помочь человеку может только молитва праведника. Протопоп «лечил» бешеного Филиппа, и достаточно удачно «лечил», пока сам не согрешил. Он, придя от Ртищева «зело печален, понеже в дому у него с еретиками шумел много о вере и законе», избил жену и домочадицу Фетинью, т.е. согрешил. В результате бес «вздивиял» в Филиппе, Аввакум «приступил к нему, хотя ево укротити; но не бысть по-прежнему» [2, стб. 71]. И только приняв наказание, искупив свой грех, протопоп смог исцелить взбесившегося. Таким образом, дар целительства, по мысли протопопа, исчезает, если человек согрешил, и вновь возвращается после покаяния.

Аввакум выступает в сценах исцеления и как новатор. Новаторство это связано с идеологической целью написания «Жития». В современное Аввакуму время возникает принципиальный вопрос: а какой именно поп может помочь – исповедующий старообрядчество или приверженец никонианства? Аввакум решает эту дилемму однозначно в пользу первых.

Так, Пашков, забрав у протопопа вдов Марью и Софью, начал «бранить» его «вместо благодарения. Онъ чайль: Христось просто положить; ано пущи и старова стали беситца». Тогда воевода призвал к ним «чернова попа» – никонианца, но ему не только не удалось исцелить бедных вдов, он не смог даже подойти к избе, в которой они были заперты: «заперь ихъ в пустую избу, ино никому приступу нетъ к нимъ; призвали чернова попа, – и оне ево дровами бросаютъ, и поволокся прочь» [2, стб. 31]. А Аввакум «тайно послал к ним воды святыя, велел их умыть и напоить», и они приняли его послание, и «им, бедным, легче стало» [2, стб. 38]. В данном отрывке прослеживается явная антитеза: черный поп – Аввакум.

В другом эпизоде кормилица Евдокия Кирилловна послала заболевшего ребенка к

«шептуну-мужику», так как Аввакума «не прилучилося дома». Младенец же «пущи занемогъ»: «Смалодушничавъ, она, осердясь на меня, послала робенка к шептуну-мужику... Младенец пущи занемогъ; рука правая и нога засохли, что батошки. В ззоръ пришла; не ведаеть, что делать, а Богъ пущи угнетаеть. Робеночекъ на кончину пришель... И я, смиряя, приказываю ей: «вели матери прощения просить у Орефы кольдуна» [2, стб. 33]. Протопоп, велев матери душу «изврачевать», смог исцелить ребенка. Налицо еще одна антитеза: «мужик-шептун» и Аввакум. Попы-старообрядцы противопоставляются в «Житии» и язычникам-колдунам.

Вывод, напрашивающийся сам собой, состоит в том, что настоящим даром целительства обладают не черные попы-никониане, не язычники-шептуны, а люди, подобные Аввакуму. Черные попы-никониане являются отступниками от истинной веры, поэтому они не могут исцелять, но и вредить больному тоже не могут. Язычники-шептуны в сознании протопопа ассоциируются с колдунами, людьми неверующими, поэтому их действия приводят к прямо противоположному результату. В роли же целителя может выступать только поп-старообрядец. Таким образом, предметно-смысловые антитезы Аввакум–черный поп, Аввакум–мужик-шептун играют важную роль в памятнике.

Кульминационным моментом во всех сценах исцеления является борьба Аввакума с бесами. Вводя в повествование первый эпизод данной тематики о бешеных Марье и Софье, Аввакум, назвав болезнь и описав состояние женщин, неожиданно прерывает рассказ о них проповедью: «Во искусе то на Руси бывало, – три-четыре бешаныхъ приведшихъ бывало в дому моемъ и, за молитвъ святыхъ Отець, отхождаху от нихъ беси, действомъ и повелениемъ Бога жеваго и Господа нашего Иисуса Христа, Сына Божия-света. Слезами и водою кроплю, и масломъ помажу, молебная певше во имя Христово: и сила Божия отгоняше от человека бесы и здрави бываху, не по достоинству моему, – никакъ же, – но по вере приходящихъ» [2, стб. 29]. Проповедь Аввакума восходит к тексту Послания ап. Иакова (V:14-16): «Болить ли кто въ васъ; да призовет попы церковныя, и да молитву сотворятъ над нимъ, помазавше его масломъ въ имя господне. И молитва веры спасеть болящаго, и воздвигнетъ его, господь. И аще грехи будутъ сотвориль, отпустятъ ему. Исповедаите убо другъ

за друга, яко да исцелее. Много бо может молитва праведнаго поспешествуема».

Аввакум практически слово в слово воспроизводит процитированный выше текст из Послания. Все имеющиеся в памятнике сцены исцеления, а точнее процесс лечения, выписаны согласно указанному выше образцу: «я, по обычаю, самъ постилъся и имъ не давалъ есть, молебствовалъ, и масломъ мазалъ, и, какъ знаю, действовалъ... Я ихъ исповедалъ и причастилъ»; Аввакум «всталъ, добылъ в грязи патрахель и масло священное нашолъ. Помоля Бога и покадя, младенца помазалъ масломъ и крестомъ благословилъ»; «И я ... стужалъ об немъ Божеству, в церковь водилъ и масломъ освятилъ»; «И я, О всепетую проговоря, кадиломъ покажу, потомъ крестъ положу ей на голову, и молитвы Василиевы в то время говорю... по руке поглажу крестомъ... и по животу... и ноги поглажу... Маслою ея освятилъ...»; «крестомъ благословлю и водою покроплю»; «И я поднялъ, и положилъ ево на постелю, и исповедалъ, и масломъ священнымъ помазалъ» [2, стб. 13, 29, 33, 34, 75–77] и т.д.

Завершает все сцены исцеления Аввакум одинаково. Все трагические мотивы, имеющие место в эпизодах о бесноватых, получают счастливое разрешение в конце на разных уровнях. Связано это не только с событийным разрешением трагической ситуации: бес покидает тело человека; но и с тем, что в конце эпизодов меняется метафизический субъект действия. Начало эпизода – «жестокъ... бесъ», конец – «Слава Богу», «исцелель Божию благодатию о Христе Иисусе, Господе нашемъ, Ему-жь слава» [2, стб. 74].

Согласно житийной традиции, истинным целителем в «Житии» выступает Бог (М.П. Одесский, анализируя развитие образа «человека болеющего» в древнерусской литературе, пришел к выводу, что Аввакум «сообщает о присутствии ему даре исцеления как об очередном свидетельстве истинной праведности... И хотя источник чудодейственной силы тут Бог и церковная «утварь», но медиум – «огнепальный протопоп») [9]: «и бабы о Христе целоумны и здравы стали»; «такъ опять, даль Богъ, стали здоровы... Слава о нихъ Богу!»; «Робенокъ, даль Богъ, и опять здоровъ сталъ»; «и помиловалъ Богъ: здравъ бысть и умъ исцеле»; «исцелела даль Богъ»; «Такъ Христость изволилъ»; «И потомъ исцелель Божию благодатию о Христе Иисусе, Господе нашемъ, Ему-жь слава» [2, стб. 13, 29, 31, 34, 74, 75, 77] и др.

В конце меняется и настроение всего эпизода. Эмоции горя («Охъ, да только огонь да мука!», «Охъ, горе мне!»), жалости к беснующимся («И мне бедному жаль») сменяются радостью и восхищением пред милостью и делами Господа: «Слава Богу о семь!»; «Ино добро. Слава Богу о семь!»; «Богъ совершенно исцеляетъ по своему человеколюбию»; «возрадовался о величии Божии, понеже о всех насъ печется и промышленяетъ Господь, – и ево исцелилъ, а меня возвеселилъ!» [2, стб. 73, 75, 76, 80]. Традиционные концовки – прославление Христа – носят церемониальный характер. Рефрены подчеркивают мысль о предопределенности судеб людей, мысль о жизни в системе: грех – наказание – покаяние – исцеление.

Таким образом, разнообразие географических мест, в которых протопоп «лечил» бешеных, галерея взбесившихся, продолжительность борьбы с бесом, чудовищная активность одержимых, оборачивающаяся трагическими ситуациями для окружающих, и, наконец, заразность бешенства – все это приметы общей трагической атмосферы времени. Весь комплекс трагических мотивов в сценах исцеления подчеркивает, что мир в представлении Аввакума болен, бесовство захлестнуло все общество, и связано оно сником и его реформами.

### Библиографический список

1. Пигин, А.В. Демонологические сказания в русской книжности XIV–XX веков (Повесть о бесе Зерефере; Повесть о видении Антония Галичанина; Повесть Никодима типикариси Соловецкого о некоем иноке; Повесть о бесноватой жене Соломони): дисс. ... д-р филол. наук / А.В. Пигин. – СПб., 1999. – С. 329.
2. Памятники истории старообрядчества за первое время его существования. Кн. 1. Вып.1 // Русская историческая библиотека. – Л., 1927. – Т. 39.
3. Таянова, Т.А. Категория чуда в системе религиозно-философских воззрений Аввакума / Т.А. Таянова // «Благословенны первые шаги...» Сб. работ молодых исследователей. – Магнитогорск, 1997. – С. 10.
4. Бороздин, А.К. Протопоп Аввакум. Очерк из истории умственной жизни русского общества в XVII в. / А.К. Бороздин, – СПб., 1900. – С. 331.
5. Ответы митрополита Киприана игумену Афанасию 1390–1405 // Памятники древнерусского канонического права. – СПб., 1880. – Ч.1 (РИБ, т.6). – Стб. 251–252.
6. Марк, игумен. Злые духи и их влияние на людей. – СПб., 1899. – С.180.
7. Рязановский, Ф.А. Демонология в древнерусской литературе / Ф.А. Рязановский. – М., 1915. – С. 67–68.
8. Библия. Острог, 1581.
9. Одесский, М.П. «Человек болеющий» в древнерусской литературе / М.П. Одесский // Древнерусская литература: изображение природы и человека. – М., 1995. – С. 164.

## ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЗАТРУДНЕНИЙ ПРИ ВОСПРИЯТИИ НЕКОТОРЫХ ВЫРАЗИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ РУССКОГО ЯЗЫКА ЛЮДЬМИ С ГЛУБОКИМИ НАРУШЕНИЯМИ ЗРЕНИЯ

А.В. САМАТОВА, *асп. филологического фак-та Университета Российской академии образования*

**В**ажнейшими качествами любого текста, в том числе и текста, передаваемого по каналам массовой коммуникации, являются его информативность, понятность, значимость [3, 5]. Необходимо, чтобы любая информация несла что-то новое для адресата, чтобы при этом она была ему понятна и имела для него значение, ценность. Степень информативности и значимости, безусловно, может быть разной для различной аудитории, однако критерий понятности остается неизменным и является важнейшей характеристикой качественного текста.

При этом информация в медиа может быть выражена не только словесными, вербальными средствами, но и средствами невербальными, позволяющими наиболее полно и точно передавать основной смысл сообщения. Например, в последние годы активно развивается так называемая «визуальная журналистика», многие российские издания, следуя за западными СМИ, отводят визуальному эффекту важную роль, а графика, иллюстрации, цветовые и шрифтовые выделения в тексте несут все больший смысл. Однако невербальные средства выражения информации, как правило, предполагают некоторые условия восприятия: степень осведомленности адресата о значении тех или иных символов, способность адресанта выразить задуманное доступным для адресата образом, некие общие для адресанта и адресата коды сообщений. Таким образом, невербальная информация доступна не каждому, а лишь тем, кто способен ее распознать и интерпретировать.

Понятно, что у людей с физическими ограничениями, например, с глубокими нарушениями зрения, существуют объективные причины, затрудняющие восприятие и полноценное понимание визуальных способов выражения информации. Однако и вербальные, словесные средства выражения информации могут создавать трудности для таких людей. Ведь затруднения зрительного восприятия налагают отпечаток на весь процесс обработки текста.

У незрячего человека еще на первоначальном этапе развития происходит подмена важнейшего образно-понятийного мышления доступным

ему понятийно-образным, т.е. человек идет не от увиденного к его признакам, а от набора признаков к объекту и таким путем пытается выстроить его образ [1, 4, 7, 8]. Такой способ не всегда оказывается эффективным и адекватным. Это подтверждают опросы, проведенные среди различных возрастных и социальных групп людей с разной степенью отсутствия зрения. Исследования показали, что лишь 10 % тотально слепых ассоциируют цвета с какими-либо предметами, знакомыми им по очертаниям и имеющими тот же цвет; только 15 % могут более или менее внятно выразить значения употребляемых в текстах образных сравнений или выразительных средств, основанных на переносе значения по зрительному образу; только 25 % четко представляют отдельные элементы картины, например, отдельные деревья, животных, птиц, но затрудняются описать лес [6].

В настоящее время, благодаря стремительному развитию информационных технологий, разработке программ экранного доступа, позволяющих незрячим людям использовать компьютерную технику и вычислительные сети практически наравне со зрячими, люди, частично или полностью лишенные зрения, получили неограниченный доступ к информации. Это определяет необходимость развития специальных способов подачи информации и специализированных изданий с целью максимального удовлетворения современных информационных запросов и потребностей читателей данной группы.

В России выходит несколько изданий для людей с нарушениями зрения. Основные проблемы, с которыми сталкиваются читатели данных изданий, и направления возможной компенсации недостатка зрительных образов могут быть определены с помощью сравнительного исследования двух специализированных журналов – «Наша жизнь» и «Чистый голос».

Журнал «Наша жизнь» был создан в 1924 г. Это, по сути, первое издание для слепых в России. Журнал является официальным печатным органом Всероссийского общества слепых.

Журнал «Чистый голос» издается с 2003 г. и является независимым изданием для людей с нарушениями зрения. Редакционная коллегия, состоящая

более чем наполовину из молодых авторов, определила одной из своих целей доступность информации для незрячего читателя. Максимально полное достижение этой цели требует системного подхода, методической и научной базы. Однако работа в этом направлении до сих пор не велась ни учеными, ни журналистами. От самих незрячих людей часто приходится слышать, что адаптация текстов, их особое построение не имеет смысла, поскольку полная замена визуальных образов другими по типу, доступными сохранным анализаторам, невозможна, а частичная – бессмысленна. На страницах журнала «Чистый голос» впервые начался разговор о том, возможна ли и в какой мере подобная адаптация с целью максимальной доступности выразительных средств русского языка для незрячего читателя.

Утверждение, что человеку, лишенному зрения, вовсе не доступны визуальные образы, не совсем верно. Многие часто встречающиеся сравнения, стертые метафоры, фразеологизмы со временем обрастают дополнительными смыслами, происходит расширение значения, благодаря чему они становятся доступными понятийно-образному мышлению слепого. Кроме того, существуют так называемые «синестетические» метафоры, в которых перенос значения осуществляется на основе ас-

социативного сходства ощущений. «Язык представляет собой настоящее «кладбище» синестетических метафор («матовый тембр», «резкий звук», «кричащие краски» и т.п.)», – пишет Б.М. Галлеев в статье «Синестезия в языке и искусстве слова» [2].

К сожалению, далеко не все явления, предметы и понятия можно описать словами так, чтобы это стало понятно человеку, который видит мир лишь на расстоянии вытянутой руки, с трудом переводит объемное изображение в плоскостное, не знает цвета и вызываемого им потока ассоциаций.

На примерах приводимых ниже отрывков из текстов, опубликованных в журналах «Наша жизнь» и «Чистый голос», можно довольно четко выявить основные типы затруднений при восприятии некоторых выразительных средств читателями и увидеть, каким образом можно попытаться эти затруднения если не устранить, то хотя бы не создавать. Подчеркнутые членами экспериментальной группы фрагменты текстов стали частью практического исследования, с помощью результатов которого создается модель специализированного издания для людей с нарушениями зрения, учитывающего информационные и языковые потребности таких читателей.

Т а б л и ц а

Источник	Фрагмент текста	Количество прочтений	Количество затруднений при восприятии выразительных средств
«ЧГ» 1-2 2005	Печатались книги на рыхлой бумаге, рельефные буквы расплывались и были загромождены излишними деталями.	30	2
«ЧГ» 1-2 2005	Он почти не изменился, только плечи как-то опустились, и походка стала другой, может быть, более уверенной и менее оптимистичной.	30	5
«ЧГ» 1-2 2005	Лица обоих погрузнели, голоса стихли. В глазах у Юли стояли слезы.	26	0
«ЧГ» 1-2 2005	Игорь хорошо видел эту браваду и пытался осторожно растопить лед в этом строптивом сердечке.	29	2
«ЧГ» 1-2 2005	Он стал поспешно копаться в багажнике, извлек трос, прицепил свою красавицу к Юлиному лучшему другу и повернулся к девушке.	28	3
«ЧГ» 1-2 2005	Смотрю в эти ясные, серьезные глаза в которых вдруг появляется улыбка...	27	2
«ЧГ» 4. 2005	Чтобы она чувствовала полет капели	30	0
«ЧГ» 4 2005	Все малыши пахнут молоком, смешанным с нежностью и беззащитностью	29	0
«ЧГ» 4 2005	Ой, как горячо, как огонь, как красный цвет. Как боль.	29	1
«НЖ» 3 2005	При всей сложности в ней можно увидеть «свет в конце тоннеля».	30	8
«НЖ» 3 2005	Солнце медленно садилось за горизонт	29	12
«НЖ» 3 2005	Вся она была какая-то каштановая, даже кожа и большие с поволокой глаза	30	20
«НЖ» 1 2005	Пусть высоты совершенства будут достигнуты...	29	4
«НЖ» 1 2005	По его пронзительно-голубым глазам невозможно было догадаться....	30	10
«НЖ» 1 2005	Добиваться улучшения жизни не мольбами, не растопыренными пальцами...	28	5
«НЖ» 1 2005	Купол храма, сверкающий на солнце	27	8
«НЖ» 1 2005	Город раскинулся передо мной огромным красочным шатром...	30	12
«НЖ» 2 2005	Нет, я не имел никакого «зуба» на уважаемого мною Якова Михайловича...	26	0
«НЖ» 10 2005	Советская «силиконовая долина»	29	12
«НЖ» 10 2005	Надо срочно перековать «кандалы и цепи» в «щит и меч»	30	7
«НЖ» 10 2005	А у нас в Забайкалье сопки – малиновые	30	19

Экспериментальная группа состояла из 30 человек в возрасте от 18 до 45 лет, имеющих среднее, среднее специальное или высшее образование, потерявших зрение в раннем детстве, зрелом возрасте и тотально слепых с рождения.

Основные затруднения при восприятии зрительных образов возникали у людей, не видевших с рождения или потерявших зрение в раннем детстве и успевших «забыть», как выглядят предметы и цвета. У людей, потерявших зрение в сознательном возрасте, основные затруднения вызвало описание предметов, вошедших в обиход недавно.

В приведенной таблице отражен обработанный членами экспериментальной группы практический материал в виде подчеркнутых отрывков текстов, а также количество прочтений по каждому материалу и количество вызванных у читателей затруднений. Хорошо видно, что количество затруднений, отмеченных читателями, в журнале «Наша жизнь» гораздо больше, чем в текстах «Чистого голоса». Обобщив эти данные, можно также выявить наиболее частотные типы затруднений и случаи удачного решения адаптации выразительных средств русского языка.

Итак, наибольшие затруднения вызвали выразительные средства следующих типов:

1. Образные средства, построенные на основе прямой отсылки к зрительным ассоциациям или предметам (явлениям), которые не поддаются тактильному изучению и, как следствие, – точному восприятию (*Город раскинулся передо мной огромным красочным шатром...; Купол храма, сверкающий на солнце; А у нас в Забайкалье сопки – малиновые*). Основная сложность в таких случаях связана с восприятием цвета и формы.

2. Образные устойчивые выражения, закрепленные в языке, смысл которых и смысловую игру с которыми трудно понять без визуализации образа (*При всей сложности в ней можно увидеть «свет в конце тоннеля»; Надо перековать «кандалы и цепи» в «Щит и меч»*). Слово сочетание «свет в конце тоннеля» стало штампом, но редко кто задумывается о том, что есть люди, которые могут воспринимать лишь его коннотативное значение, минуя прямой смысл. Поэтому выражение остается не до конца понятным, хотя общее значение «спасение, решение проблемы» – общеизвестно.

3. Двойные образные обозначения (*Российская «силиконовая долина»*). Особенно большие затруднения может вызывать образное название в тексте предметов и явлений, обозначение

которых содержит как бы двойной уровень переноса: выражение «силиконовая долина» – это заимствованное на основе метонимического переноса из английского языка образное выражение, требующее визуализации образа.

Но какими способами можно адаптировать эти выразительные средства, основанные на переносе значения по зрительному образу для максимально полного доступа к информации людей с глубокими нарушениями зрения? Анализ показывает, что выделяется несколько таких способов:

1. Раскрытие понятий, недоступных сохранным анализаторам незрячего путем введения осязаемых, обоняемых и легко воспроизводимых элементов действительности.

2. Рациональное, на основе логического объяснения использование фразеологизмов, крылатых слов и выражений, закрепленных в языке устойчивых словосочетаний, стертых метафор, раскрытие их первоначального и коннотативного значения.

3. Трансформация лексических средств выразительности с акцентом на слуховые, осязаемые или обонятельные основания.

Подобная трансформация, как показывает анализ, возможна на основе следующих замен:

1) Метафора, осуществляемая на основе переноса наименования со зрительного образа на слуховой – *Ветер, смеясь...; Частая дробь дождя*.

2) Метафора, осуществляемая на основе переноса наименования со зрительного образа на тактильный – *Гладила ее шелковистые волосы* (ветер); *Снег был до того белый, что обжигал ей лицо*.

3) Метафора, осуществляемая на основе переноса наименования со зрительного образа на обонятельный – *Ароматная обстановка; Вдохните запах свежей зелени и вы поймете*.

4) Метафора, осуществляемая на основе переноса наименования с одного зрительного образа на другой – *Солнце улыбалось материнской улыбкой*. Мы имеем удачный пример переноса, несмотря на то что один визуальный образ как бы заменяется другим визуальным же. У читателя включается ассоциативное мышление: слово «улыбка» имеет положительную интенцию, а в сочетании со словом «материнская» эта интенция удваивается.

5) Метафора, осуществляемая на основе переноса наименования со зрительного образа на абстрактный образ – *Глаза излучали радость; Во взгляде промелькнуло одобрение*. При помощи такого переноса автор уводит читателя от динамичных визуальных образов, заменяя их доступными

в равной степени как слепым, так и зрячим абстрактными явлениями, такими как радость, боль, одобрение.

б) Метафора, осуществляемая на основе переноса наименования со зрительного образа на стертый оборот, закрепленный в языке исторически и не вызывающий ассоциаций – *Переступив порог “Клена”, сразу попадаешь в сказочную страну уюта.*

В то же время можно отметить случаи, когда в материалах журнала «Наша жизнь» количество затруднений оказывается не очень значительным. Это связано прежде всего с дефицитом выразительных средств и употреблением большого количества стертых метафор, либо потерявших первоначальное значение, либо усвоенных незрячими читателями изначально в коннотативном значении. Возможно, в этом есть и положительная сторона: общий смысл таких материалов более доступен незрячим людям.

Языковая бедность издания связана, в первую очередь, с абсолютным большинством незрячих общественных корреспондентов, с одной стороны, и использованием неадаптированного репродуцирования материалов из других СМИ – с другой. Решением проблемы могло бы стать принципиально иное языковое позиционирование. Многие выразительные средства русского языка при незначительной трансформации доступны для восприятия незрячего человека, необходимо лишь подобрать сравнение, способное пробудить знакомые ощущения: «теплые лучи» вместо «ослепительные», «влажная, бархатистая» трава вместо «изумрудная».

В журнале «Чистый голос» около 30 % материалов составляют перепечатанные статьи из других СМИ или печатных источников. Однако одной из основных целей редакционной коллегии является максимально полная передача информации читателю. Метод адаптации некоторых выразительных средств русского языка к особенностям восприятия людей с глубокими нарушениями зрения является первым шагом к достижению этой цели. Он включает трансформацию зрительных образов путем расширения тактильных, слуховых и обонятельных ассоциаций, построение сравнительных оборотов, в основе которых лежит переключение внимания читателя с непонятого на доступное («*Горячо. Как боль, как красный цвет...*»), а также использование синестетических метафор («*голубой звон колокольчика*»).

Подобная практика не использовалась ранее ни в одном специализированном издании для людей с нарушениями зрения, и, как показывает редакционная почта, читатели заметили эти попытки редакционной коллегии и ценят то, что наконец-то кто-то задумался о полноте их зрительных представлений.

Таким образом, выбранные для сопоставительного анализа издания имеют общие коммуникационные цели, но используют различные методы их достижения. Анализ текстов, публикуемых в указанных изданиях, позволяет отметить контраст между способами подачи материала, его языкового выражения, а также принципиальные различия этих изданий. Если в журнале «Чистый голос» основным является принцип диалогизации, общения и сообщения с читателем, то журнал «Наша жизнь» еще сохранил черты изданий 70-х – начала 80-х гг. и выстраивает отношения между авторами и читателями на основе «вертикальной модели» коммуникации. Однако подобный принцип взаимоотношений неприемлем в настоящее время, когда, благодаря новейшим информационным технологиям, доступ незрячих к информации стал безграничным. В этих условиях важно уже общение как процесс, а не как постулирование и подчинение.

В создаваемой модели специализированного издания для людей с нарушениями зрения будут учтены не только языковые и стилистические особенности и выявленные выше затруднения при восприятии некоторых выразительных средств, но и возможности взаимоотношений между читателем и журналом, пути наиболее эффективного их сотрудничества.

#### Библиографический список

1. Бюрклен, К. Психология слепых / К. Бюрклен. – М., 1934.
2. Галлеев, Б.М. Синестезия в языке и в искусстве / Б.М. Галлеев. – М., 2004.
3. Гальперин, И.Р. Текст как объект лингвистического исследования / И.Р. Гальперин. – М.: Наука, 1981.
4. Земцова, М.И. Пути компенсации слепоты / М.И. Земцова. – М., 1956.
5. Иванищева, О.Н. Информативность текста и его восприятие носителями и неносителями языка / О.Н. Иванищева. – М., 2004.
6. Криводонова, Ю.В. Развитие образного мышления у незрячего ребенка / Ю.В. Криводонова. – Бийск: БГПУ, 2003.
7. Крогиус, А.А. Психология слепых / А.А. Крогиус. – Вильнюс, 1926.
8. Литвак, А.Г. Психология слепых и слабовидящих / А.Г. Литвак. – СПб.: ЛГПИ им. Герцена. – 1997.
9. Муравьева, Н.В. Риторика СМИ / Н.В. Муравьева. – М.: Изд-во УРАО, 1999.



## АННОТАЦИИ / ABSTRACTS

### **Ловков А.М. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИСКУССТВЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗОНЕ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ РОССИИ.**

Рассматриваются социально-экономические и природные аспекты искусственного выращивания сосны обыкновенной. Дается научное обоснование необходимости исследования в области искусственно созданных культур сосны обыкновенной в зоне смешанных лесов.

### **Lovkov A.M. MODERN ASPECTS OF A MAN-MADE GROWING OF PINUS SYLVESTRIS IN A MIXED FOREST AREA IN RUSSIA.**

Social-economic and nature aspects of a man-made growing of *Pinus sylvestris* are considered here. A scientific grounding to the necessity of the research in the field of man-made growth of *Pinus sylvestris* in a mixed forest area is given here.

### **Левков В.В., Каплина Н.Ф. ПРИРОСТНАЯ СТРУКТУРА СОСНЯКОВ ПОДМОСКОВЬЯ ПО ДАННЫМ СПЛОШНОГО УЧЕТА ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ ПО ДИАМЕТРУ И ВЫСОТЕ.**

Приводятся и анализируются статистики распределений деревьев сосны (*Pinus sylvestris* L.) по годовичному приросту диаметра, высоте дерева и объема у ствола, полученные на основе сплошного учета радиального прироста растущих деревьев (10 пробных площадей, Московская обл.) и обмера прироста деревьев сосны в высоту (9 пробных площадей со сплошной рубкой, Владимирская обл.). Дается оценка различий между приростными и размерными структурами древостоев по упомянутым морфометрическим показателям.

### **Lebkov V.F., Kaplina N.F. INCREMENTAL STRUCTURES OF PINE STANDS IN MOSCOW PROVINCE FROM COMPLETE MEASUREMENTS OF TREE TRUNK INCREMENTS ON DIAMETER AND HEIGHT.**

Some statistics of pine tree (*Pinus sylvestries* L.) distributions, relating to annual diameter accretions, tree heights and trunk volumes, obtained from complete measurements of radial increments of growing trees in 10 test areas (Moscow province), and from pine tree growth in height (9 test areas with total felling, Vladimirskaya province) are given and analyzed. Differences in the above morphometric characteristics for the incremental and dimensional structures of tree stands are evaluated.

### **Зайцев Г.А., Скотников Д.В. РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА ПРИМЕРЕ УФИМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА.**

Проведены сравнительные исследования особенностей формирования корневой системы ели обыкновенной (*Picea abies* L.) в условиях Уфимского промышленного центра. Установлено, что при повышении загрязнения воздуха наблюдается перераспределение корневой массы по всем горизонтам почвы («уход» корней в глубину), а также происходит увеличение корневой насыщенности почвы.

### **Zaitsev G.A., Skotnikov D.V. ROOT SYSTEM DEVELOPMENT OF FUR-TREES IN CONDITIONS OF PETROCHEMICAL AIR POLLUTION (THE UFA INDUSTRIAL CENTRE).**

Comparative researches of root system formation features of fur-tree (*Picea abies* L.) in conditions of the Ufa industrial centre are carried out. It is established, that at increase of air pollution redistribution of root mass on all horizons of ground is observed (roots “are leaving” into depth), and also there is an increase in a root saturation of ground.

### **Закамский В.А., Крылова А.А. Власова Н.А. ЛЕСОВОДСТВЕННО-РЕКРЕАЦИОННАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПРИ МАССОВОЙ РЕКРЕАЦИИ В ВОДООХРАННО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСАХ МАРИЙСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ.**

В работе представлена последовательная методика оценки устойчивости лесных насаждений к рекреационным нагрузкам в учреждениях отдыха на примере Республики Марий Эл. Разработана

шкала оценки состояния лесных территорий в местах массовой рекреации и упрощенный метод оценки жизнеспособности деревьев хвойных пород в водоохранным-рекреационных лесах.

**Zakamskiy V.A., Krylova A.A., Vlasova N.A. SILVICULTURAL AND RECREATIONAL STABILITY VALUE OF FOREST PHYTOCENOSIS IN MASS RECREATION OF WATER-RECREATIONAL FORESTS OF MARY VOLGA REGION.**

In this work represents the subsequent method in estimation of steadiness of forest plantations to recreation loadings in holiday establishments after the example of Republic Mari El. There was worked out the scale of estimation of forest territory's state in places of mass recreation and simplified method of estimation of needle breeds' trees in water-save-recreation forests.

**Степаненко И.И. ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА В УДОБРЕННЫХ СОСНЯКАХ УНЖЕНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ.**

В статье представлены результаты исследования влияния минеральных удобрений на подрост, его количество и качество в сосняках разных типов леса Унженской низменности.

**Stepanenko I.I. NATURAL FOREST REGENERATION IN FERTILIZED PINE STANDS OF UNGENSKAYA LOWLAND.**

The research results are presented for the influence of fertilizers on the undergrowth, his quantity and quality in pine stands of different forest types of Ungenskaya lowland.

**Попова Э.П., Зубарева О.Н., Перевозникова В.Д. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПАРКОВ г. КРАСНОЯРСКА И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЭЛЕМЕНТАМИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ.**

Произведена оценка почвенного покрова парков г. Красноярск: естественно ненарушенного и искусственно созданного.

**Popova E.P., Zubareva O.N., Perevoznikova V.D. TOPSOIL PARK KRASNOYARSK AND SUPPLY ELEMENT MINERAL FEEDING THE WOOD PLANTS.**

The Maded estimation of topsoil park Krasnoyarsk: naturally not broken and artificially created.

**Брынцев В.А., Заре А. ЗНАЧЕНИЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФАЗ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ.**

Проведены исследования динамики сезонного роста и развития сеянцев сосны обыкновенной на второй год выращивания. Выделены фенологические фазы, по которым можно определить основные этапы роста и развития надземной части сеянцев сосны обыкновенной.

**Berintsev V.A., Zare A. IMPORTANCE OF PHENOLOGICAL STAGES AT CULTIVATION SEEDLING OF SCOTS PINE.**

Researches of dynamics of seasonal growth and development seedlings a Scots pine for the second year of cultivation are lead. Phenological stages on which it is possible to determine the basic stages of growth and development of seedlings over ground part.

**Вайс А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИДОВЫХ ЧИСЕЛ НА ОСНОВЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЕРЕВЬЕВ.**

В статье отмечается значение математического моделирования для установления закономерностей формы стволов. При моделировании старых видовых чисел использовались морфологические признаки деревьев (высота, диаметр на высоте груди и комбинации этих переменных), а также пространственные показатели (индекс конкуренции и расстояние от условного дерева до ближайших «соседей»). Итоговые уравнения для сосновых насаждений средней и южной Сибири характеризовались высокими значениями коэффициентов детерминации ( $R^2 = 98,0-99,6$ ). Недостатком являются достаточ-

но высокие значения ошибок. Установлено значимое влияние среднего расстояния на форму стволов и рекомендован ряд моделей для практического применения.

**Vais A.A. MODELLING OF SPECIFIC NUMBERS ON THE BASIS OF MORPHOLOGICAL AND SPATIAL ATTRIBUTES OF TREES.**

In article value of mathematical modelling for an establishment of laws of the form of trunks is marked. At modelling old specific numbers morphological attributes of trees (height, diameter at height of a breast and a combination of these variables), and also spatial parameters (an index of a competition and distance from a conditional tree up to nearest «neighbours») were used. The final equations for pine plantings average and southern Siberia were characterized by high values of factors of determination ( $R^2 = 98,0-99,6$ ). Lack are high enough values of mistakes. Significant influence of average distance on the form of trunks is established and a number of models for practical application is recommended.

**Тарханов С.Н., Надеин А.Ф. СОСТОЯНИЕ СООБЩЕСТВ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСОВ ВБЛИЗИ АРХАНГЕЛЬСКА.**

Проведены натурные исследования санитарного состояния древостоев и изучение численности плодовых тел и встречаемости массовых видов дереворазрушающих грибов. Выявлено, что пригородные леса вблизи Архангельска находятся в весьма удовлетворительном состоянии.

**Tarkhanov S.N., Nadein A.F. CONDITION of WOOD INHABITING FUNGI COMMUNITIES of SUBURBAN FORESTS NEAR TO ARKHANGELSK.**

Natural researches of a sanitary condition of forest stands and studying of number of fruit bodies and occurrences of mass kinds wood inhabiting fungi are carried out. It is revealed, that suburban forests near to Arkhangelsk are in rather satisfactory condition.

**Залывская О.С., Бабич Н.А. РЕПРОДУКТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ АРБОРИФЛОРЫ г. СЕВЕРОДВИНСКА.**

Приведена краткая характеристика основных пород, используемых в озеленении г. Северодвинска. Плодоношение интродуцентов – важнейший показатель их адаптации к новым условиям. Прохождение растениями полного цикла онтогенетического развития указывает на их успешную интродукцию.

**Zalivskaya O.S., Babich N.A. GENERATION PLANTS OF SPECIES IN SEVERODVINSK.**

Major woody species used in Severodvinsk urban gardening are characterized (*Picea pungens*, *Populus nigra*, *Pinus sibirica* etc.). Generation plants – major parameter of their adaptation to new conditions.

**Гиниятуллин Р.Х. БИОКОНСЕРВАЦИЯ МЕТАЛЛОВ В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.**

Определено содержание металлов в листьях, ветвях тополя бальзамического, а также в подстилке и почве в условиях промышленного загрязнения. Установлено, что в различных органах тополя бальзамического содержание металлов существенно различается. Показано, что наземные органы тополя бальзамического способны накапливать значительное количество металлов в условиях промышленного центра.

**Ginijatullin R.H. BIOPRESERVATION METALS OVERGROUND BODIES OF A POPLAR IN CONDITIONS TECHNOGENIC OF POLLUTION.**

The contents of metals in leaves, branches of a poplar, and also in litter and ground in conditions of industrial pollution is determined. Is established that in various bodies of a poplar the contents of metals essentially differs. Is shown that the overground bodies of a poplar are capable to accumulate significant quantity(amount) of metals in conditions of an industrial centre.

**Сухоруков А.С., Мерзленко М.Д. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРОВЕНИЕНЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАСАЖДЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЕ МОСКВЫ.**

Сделана оценка итогов 116-летнего выращивания географических культур сосны с целью выявления популяций, семенное потомство которых даёт в условиях столицы наиболее устойчивые и хорошо растущие насаждения.

**Suhorukov A.S., Merzlenko M.D. THE MOTIVATION OF THE CHOICE PROVENIENCIY PINES COMMON FOR MAKING THE PLANTINGS IN TOWN DEVIL OF THE MOSCOW.**

It is made estimation total 116-year grow geographical cultures of the pine for the reason discovery population, seed posterity which gives in condition of the capital the most firm and well rising plantings.

**Мерзленко М.Д. УНИКАЛЬНЕЙШИЙ ЛЕСОВОДСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ ЩЕЛКОВСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА.**

В статье приводится описание уникального соснового насаждения, в котором уже более 100 лет ведутся стационарные лесоводственные исследования.

**Merzlenko M.D. THE MOST UNIQUE LESOVODSTVENNYY OBJEKT SCHELKOVSKOGO SCHOLASTIC-EXPERIENCED FOREST RANGER STATION.**

The description unique pine plantings happens to In article, in which already more than 100 years are stationary forestry studies.

**Шимон Т.Н. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОТОКОВ УГЛЕРОДА В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ РФ С УЧЕТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ.**

Предложена трактовка эколого-экономической оценки потоков углерода в лесных насаждениях РФ на основе системного анализа характера воздействия различных факторов, в том числе антропогенного и биотического происхождения. Показаны возможности применения эколого-экономической оценки для планирования хозяйственной деятельности в сфере лесопользования, направленной на максимизацию дохода, получаемого от депонирования углерода лесной растительностью.

**Shimon T.N. CONCEPTUAL BASES OF ECOLOGICAL AND ECONOMICAL ESTIMATE CARBON'S FLOWS AT THE AFFORESTATION OF THE RUSSIAN FEDERATION WITH DUE REGARD INFLUENCE OF UNFAVOURABLE FACTORS.**

This article deals with settling some problems of ecological and economical carbon flows estimation in forest plantations of Russian Federation which is based on the systematic analysis of various factors influence nature, including anthropogenic and biotic factors. It shows the promising application of ecological and economical estimation for planning the production activity in the forest utilization sphere which is aimed at income maximization provided by the carbon deposition in forest vegetation.

**Угрюмов С.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАФИНОВОЙ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОСТОЙКОСТИ КОМПОЗИЦИОННОЙ ФАНЕРЫ С ВНУТРЕННИМ СЛОЕМ НА ОСНОВЕ КОСТРЫ ЛЬНА.**

Рассмотрен вопрос повышения водостойкости композиционной фанеры с внутренним слоем на основе костры льна методом введения в клеевую композицию на основе карбамидоформальдегидной смолы парафиновой эмульсии. Приведены результаты физических испытаний, графически представлена кинетика разбухания и водопоглощения композиционной фанеры.

**Ugryumow S.A. USE OF THE PARAFFIN ADDITIVE FOR INCREASE OF WATER RESISTANCE OF COMPOSITE PLYWOOD WITH AN INTERNAL LAYER ON A BASIS FIRES OF FLAX.**

The question of increase of water resistance of composite plywood an internal layer on a basis fires of flax a method of introduction in a glutinous composition is considered on the basis of synthetic pitch of the

paraffin additive. Results of physical tests are submitted, change of swelling and water absorption of composite plywood during time is graphically submitted.

**Рангавар Х., Мельникова Л.В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ.**

В статье рассматривается производство цементно-стружечных плит с использованием добавок: хлорида кальция, композиций из жидкого стекла, сульфата алюминия, раствора лигносульфатов, цемента Portland и древесных частиц. Полученные результаты применения химических добавок на свойства цементно-стружечных плит показали, что хлорид кальция является оптимальной химической добавкой для получения ЦСП высокого класса.

**Rangavar H., Melnikova L.V. STUDY OF THE EFFECTS OF DIFFERENT CHEMICAL ADDITIVES ON WOOD CEMENT PANELS.**

The article describes the production of cement on the bases on liquid glass, sulphat aluminium, liquid lignosulfonate, calcium chelorida, Portland cement and wood particles from alnus species. The results obtained from the effect of different chemical additives on applicational properties of wood cement panels showed that calcium chelorida is a substance to be used for the creation of strong bonds between wood and cement particles.

**Глебов И.Т. РАСЧЕТ РЕЖИМОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ТОРЦОВОЙ ФРЕЗОЙ.**

Приведена методика расчета режима фрезерования древесины торцовой фрезой. Метод расчета поясняется примером. Приведенные формулы повышают точность расчетов.

**Glebov I.T. CALCULATION OF MODES OF MILLING BY A FACE MILL.**

Is resulted a design procedure of a mode of milling of wood by a face mill. The method of calculation is exemplied. The resulted formulas raise accuracy of calculations.

**Сердюков В.Н. УСТОЙЧИВОСТЬ ЛЕНТОЧНОЙ ПИЛЫ ПРИ СЛЕДЯЩЕЙ НАГРУЗКЕ.**

Решается задача устойчивости ленточной пилы в новой постановке. Вводится гипотеза о следящем характере сил резания.

**Serdyukov V.N. BAND SAW STEADINESS WITH TRACKING CUTTING FORCES.**

The problem of band saw tracking in new interpretation is solved. Tracking character of cutting forces hypothesis is introduced.

**Сафин Р.Р. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВАКУУМНОЙ СУШКИ ДЕРЕВЯННЫХ ШПАЛ В ГИДРОФОБНЫХ ЖИДКОСТЯХ.**

Дано описание экспериментальной установки для исследования процесса сушки-пропитки деревянных шпал в гидрофобной жидкости, над поверхностью которой создается разрежение. Вследствие этого удаление влаги из материала происходит под действием молярного переноса, которое возможно при температуре выше точки кипения воды при давлении столба пропитывающей жидкости. Определение текущей плотности материала производилось посредством замера результирующей силы, действующей на образец, погруженный в жидкость. Представлены результаты экспериментальных исследований рассматриваемого процесса.

**Safin R.R. EXPERIMENTAL RESEARCH OF PROCESS OF VACUUM DRYING OF WOODEN CROSS TIES IN WATERPROOF LIQUIDS.**

The description of the experimental device for research of process of drying-impregnation of wooden cross ties in a waterproof liquid is given. Definition of current density of a material was made by means of gauging the force, acting on the sample shipped in a liquid. Results of experimental researches of considered process are presented.

**Запруднов В.И. РАСЧЕТ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПАНЕЛЬНЫХ ДОМОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.**

Приведена методика расчета элементов деревянных домов, разработанная в развитие требований главы СНиП II-25-95 по проектированию деревянных конструкций и учитывающая специфические особенности работы панельных конструкций и других несущих элементов деревянных домов с применением комбинированных балок, древесных плит и других материалов на силовые воздействия.

**Zaprudnov V.I. THE CALCULATION CARRYING DESIGN OF THE PANELING HOUSES WHEN USE NEW BUILDING MATERIAL.**

The brought methods of the calculation element wooden houses, designed in development of the requirements chapters SNIP II-25-95 on designing wooden design and taking into account specific particularities of the work paneling design and other carrying element of the wooden houses with using the multifunction beams, wood captive and the other material on power influences.

**Шваб О.В. КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.**

В статье рассматривается способ определения конкурентоспособного статуса организаций в зависимости от уровня системы управления. Подчеркнута необходимость создания организационной основы для образования информационной инфраструктуры лесных промышленных предприятий.

**Shvab O.V. CENTURY COMPETITIVENESS OF PRODUCTION OF A TIMBER INDUSTRY COMPLEX.**

In clause the matrix allowing is stated to define the competitive status of the organization on levels of management. Necessity of creation of an organizational basis for formation of an information infrastructure of the timber industry enterprises is underlined.

**Кузминых Ю.В., Моисеев А.А. ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИЙСКИХ ЛЕСНЫХ УГЛЕРОДНЫХ СЕРТИФИКАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЛЕСНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ.**

Лесной сектор России может найти свою нишу на международном углеродном рынке Киотского протокола и предложить услугу по поглощению и хранению атмосферного углерода лесами, оформленную в виде лесного углеродного сертификата (ЛУСа). В статье предлагается методика определения цены предложения ЛУСов, в основе которых лежат проекты по управлению лесным хозяйством при переходе к несплошным рубкам. Для условий Ленинградской области цена предложения ЛУСов данного типа составит порядка 3–7 долларов США на 1 тонну CO<sub>2</sub>-эквивалента.

**Kuzminykh J.V., Moiseev A.A. THE ESTIMATION OF THE COMPETITIVENESS OF THE RUSSIAN FOREST CARBON CERTIFICATES RECEIVED DURING A REALIZATION OF THE FOREST MANAGEMENT PROJECTS.**

The forest sector of Russia can find the place in international carbon market of the Kioto report and offer the service of an absorption and storage of atmospheric carbon by the forest, drawn up as the forest carbon certificate (FCC). In the article the methodology of the definition of offered price of the FCCs in which basis the forest management projects at transition to not clear timber cutting lay is offered. The offered price of the FCC's of this type will be about 3–7 US dollars on 1 ton of the CO<sub>2</sub>-equivalent for the conditions of Leningrad Region.

**Курзин П.А. ЭВОЛЮЦИЯ ТЕОРИИ ИНВЕСТИРОВАНИЯ.**

Сделана попытка исторического анализа развития теории инвестирования в России и за рубежом.

**Kurzin P.A. INVESTMENT THEORY'S EVOLUTION.**

An attempt of historical analysis of investment theory's development in Russia and in the world is reported in this article.

**Захаренкова И.А., Петухов Н.И. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОХОДНОСТИ АКТИВОВ И РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.**

Статья посвящена рассмотрению методики разработки экономико-математической модели определения доходности активов лесопильного предприятия. В статье выделены 4 стратегии ведения бизнеса в лесопильном производстве, классифицированные по типам рынков в зависимости от категорий сырья. Полученные результаты моделирования спроецированы на выделенные стратегии. На основании проведенных исследований авторы определяют зону риска банкротства у предприятий лесопиления.

**Zakharenkova I.A., Petuhov N.I. ASSETS YIELD MODELING AND WORKING OUT STRATEGIES OF SAWMILLS ACTIVITY.**

The article discusses methodics of working out the economic-mathematical assets yield model of sawmills. The article allocates 4 strategies keeping of sawmills business classifying by markets types depending on raw material classes. The results of modeling are transferring to selecting strategies. On the strength of carrying researches authors are working out the bankruptcy zone, typical for sawmills.

**Мизиковский И.Е., Репин С.А. СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТА БУХГАЛТЕРСКОГО УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА КАК ОТРАСЛИ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ.**

Научная статья раскрывает предмет управленческого учета в информационной поддержке оперативного управления затратами и их результатами в сфере обычной деятельности хозяйствующего субъекта.

**Mizikovskiy I.E., Repin S.A. STRUCTURISATION OF MANAGEMENT ACCOUNTING SUBJECT AS A SCIENCE DISCIPLINE.**

Scientific article describes the subject of management accounting as an informational support in controlling costs and results of these costs in everyday work of a managing accountant.

**Кукшин А.И. МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОГЕРЕНТНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР.**

Анализ тенденций социально-экономического развития общества позволяет утверждать, что в экономике XXI в. начинает доминировать сетевая экономика. При формировании сетевой экономики возможно превращение традиционных организаций в когерентные экономические структуры. Эти процессы захватывают всю иерархическую вертикаль в экономике, т.е. сетевая модернизация в той или иной степени затрагивает как нижний уровень, состоящий из отдельных предприятий, так и образуемые ими финансово-промышленные группы, международные объединения, федеральные и региональные органы государственной власти, а также региональные и глобальные рынки.

**Kukshin A.I. METHODOLOGY OF FORMATION COHERENCE OF ECONOMIC STRUCTURES.**

The analysis of the tendencies of socio economic development of a society allows to approve, that in economy XXI in. Begins to dominate network economy. At formation of network economy the transformation of traditional organizations in coherence economic structures is possible. These processes grasp all hierarchical vertical in economy, i.e. the network modernization to some extent mentions as the bottom level consisting of the separate enterprises, and financial and industrial groups, formed by them, international associations, federal and regional bodies of state authority, and also regional and global markets.

**Макеева Д.Р. ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ.**

В статье рассматриваются современные проблемы лесопромышленного комплекса и необходимость инвестиций в данную отрасль для ее дальнейшего развития. В качестве одного из направлений

инвестирования средств автором предлагается рассматривать такие интеграционные процессы, как слияния и поглощения, приводятся их преимущества, а также практический пример такого процесса в лесопромышленном комплексе.

**Makeeva D.R. AN EFFICIENT INVESTMENT TOOL OF RUSSIAN TIMBER INDUSTRY.**

The main subject of the article is the current problems and investment needs to facilitate its further development. The author suggests that integration processes such as mergers and acquisitions could be considered as an efficient investment tool to ensure sustainable growth of the industry, discloses advantages and examples of this process.

**Редькин А.К., Суханов А.К., Торопов А.С., Теслюк С.К. ПОШТУЧНО-ГРУППОВОЙ СПОСОБ РАСКРЯЖЕВКИ ХЛЫСТОВ.**

Изложен способ раскряжевки хлыстов на стационарных установках с продольной подачей, позволяющий повысить их производительность в 1,5–2 раза за счет введения в процесс дополнительной операции по формированию однородных групп хлыстов.

**Redkin A.K., Sukhanov A.K., Toropov A.S., Teslyuk S.K. PIECE-BATCH METHOD OF TREE LENGTH BUCKING.**

Tree length bucking method on stationary plants with line feed, which enables to double their capacity without decrease of merchantable logs return due to introduction of uniform group of tree-length material operation, is stated.

**Суханов А.К. ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОШТУЧНО-ГРУППОВОЙ РАСКРЯЖЕВКИ ХЛЫСТОВ.**

Изложены вопросы влияния основных факторов на пропускную способность стационарных раскряжевочных установок при поштучно-групповом способе обработки хлыстов. Приведенные формулы и соотношения могут быть использованы при разработке имитационной модели процесса формирования групп хлыстов перед их раскряжевкой.

**Sukhanov A.K. EFFICIENCY FACTORS OFF BI PIECE-BUNDLE BUCKING OFF TREE LENGTHS.**

The influence items off the main factors on carrying capacity of stationary bucking saw rigs by the piece-bundle method tree length treatment are stated. The given formulas and correlations could be used in developing the simulation model of making-up process of tree length groups before their crosscutting.

**Шадрин А.А. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ.**

Приводятся результаты оценки экономической эффективности создания комбинированных лесообработывающих цехов в условиях лесозаготовительных предприятий. Установлено, что дозагрузка оборудования лесообработывающего цеха другими по назначению сортаментами эффективна при любом уровне снижения загрузки технологических линий основным видом древесного сырья. Показано, что экономически целесообразна концентрация цехов с малыми объемами производства в единые комбинированные цехи.

**Shadrin A.A. COST-EFFICIENCY ASSESSMENT OF MAKING COMPOSED WOOD PROCESSING WORKSHOPS.**

The results of cost-efficiency assessment of making composed wood processing workshops inside logging enterprises are given. It is determined that under some reduction of processing lines loading with the main type of raw wood, it becomes effective to load the wood processing workshop with short logs which are in another use. It is shown, that it is appropriate to lump workshops with little output into united all-round workshops.



**Рябухин П.Б. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.**

В статье представлена методика поиска и выбора основных показателей оценки качества функционирования лесозаготовительной техники с учетом технологических, технических и эколого-лесоводственных требований, предъявляемых к лесозаготовительным машинам и технологическому процессу лесозаготовок в природно-производственных условиях Дальнего Востока

**Ryabukhin P.B. SUBSTANTIATING OF CHOOSING THE QUALITY INDICATORS OF LOGGING MACHINERY OPERATION IN FAR EASTERN CONDITIONS.**

The article shows the procedure of searching for main quality indicators for logging machinery operation and their choosing with regard to technological, technical and silvicultural requirements of logging operation technology in Far Eastern conditions

**Рукомойников К.П. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТ ПО ТРЕЛЕВКЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ С ТРУДНОДОСТУПНЫХ УЧАСТКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КВАРТАЛА.**

Предметом исследования статьи являются технологические схемы транспортного освоения квартала. Разработанные схемы позволяют увеличить ширину пасаки, повысить эффективность лесосечных работ и сократить повреждения лесной среды. Полученные результаты могут быть использованы для повышения эффективности освоения участков лесного фонда.

**Rukomojnikov K.P. SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGY OF WORKS ON SKIDDING OF FOREST PRODUCTS FROM DIFFICULTLY MASTERED CATTING SITES WITHIN THE PLANNING QUARTER BORDERS.**

The subject-matter of the article is technological schemes of transport development of planning quarter. The circuits allow to increase width swath, to raise efficiency of logging works and to reduce the damaging to the environment. The results can be used for increase of efficiency of development of sites of wood fund.

**Иванов Г.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАЧКИ (ВОЗА) СТВОЛОВ ДЕРЕВЬЕВ, ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ЗА КОМЛИ В ПОЛУПОДВЕШЕННОМ СОСТОЯНИИ РАСЧЕТНЫМ СТВОЛОМ.**

Рассматривается применение теории разработанной для отдельного ствола к пачкам стволов.

**Ivanov G.A. MODELING OF THE PACK (CARRY) STEM TREE MOVEABLE FOR BUTT-END IN HANG UP THE CONDITION BY ACCOUNTING STEM.**

It is considered using to theories designed for separate stem to pack stem.

**Голосова Е.В. ФИЛОСОФСКАЯ ОСНОВА КИТАЙСКОЙ САДОВОЙ ЭСТЕТИКИ.**

В статье обсуждается проблема совмещения естественной природы и рукотворного дизайна.

**Golosova E.V. THE PHILOSOPHICAL BASE OF THE CHINESE GARDEN AESTHETICS.**

In article is discussed problem of the joining of the natural nature and hand make of the design.

**Садакова Т.А., Баринов А.В. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЫ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. Н.В. ЦИЦИНА РАН.**

Электронная карта позволит оперативно работать с коллекцией ботанического сада, вести точный учет.

**Sadakova T.A., Barinov A.V. MAKING THE ELECTRONIC CARD MAIN BOTANICAL GARDEN N.V. CICINA RAN.**

The Electronic card will allow operative to work with collection of the botanical garden, lead the exact account.

**Девянин П.Н. МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАПРЕЩЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ С ДИСКРЕЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДОСТУПОМ.**

Рассматриваются методы предотвращения возможности реализации запрещенных информационных потоков по памяти и по времени в компьютерных системах с дискреционным управлением доступом, и приводится их теоретическое обоснование.

**Devyanin P.N. PREVENTION METHODS AGAINST POSSIBLE REALIZATION OF FORBIDDEN INFORMATION FLOWS IN COMPUTER SYSTEMS WITH DISCRETIONARY ACCESS CONTROL.**

The article regards prevention methods against possible realization of forbidden information flows in computer systems with discretionary access control and states their theoretical background.

**Полещук О.М., Комаров Е.Г. НЕЧЕТКАЯ ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ.**

Разработка формализованных моделей оценки и выбора образовательных информационных ресурсов сопровождается рядом объективных и субъективных сложностей, часть из которых авторы пытались устранить в настоящей работе, предлагая подход на основе теории нечетких множеств. Этот подход позволил построить нечеткую логическую модель многокритериального выбора образовательных информационных ресурсов, которая оперирует не оценками экспертов, а степенями их уверенности в этих оценках, что существенно повышает достоверность самих оценок и модели в целом.

**Poleschuk O.M., Midge E.G. THE ILL-DEFINED LOGICAL MODEL CHOICE EDUCATIONAL INFORMATION RESOURCE.**

The development of the formalized models of the estimation and choice educational information resource is accompanied beside objective and subjective difficulties, a part from which authors tried to avoid in persisting work, offering approach on base of the theories of the fuzzy sets. This approach has allowed to build the ill-defined logical model much of the choice educational information resource, which handles not with estimation expert, but with degree of their confidence in these estimation that greatly raises validity estimation themselves and models as a whole.

**Никонов Н.В. СНИЖЕНИЕ ОЦЕНКИ ДЛИНЫ ЗАПРЕТА С.Н.СУМАРОКОВА.**

В статье рассматриваются системы уравнений сдвигового типа, порожденные  $k$ -значной ( $k \geq 2$ ) функцией  $f^k(x_1, \dots, x_n)$ , для которых правая часть  $\gamma_1, \dots, \gamma_N$  является запретом, если соответствующая система уравнений несовместна. Поиск запрета даже для сравнительно простых булевых функций  $f(x_1, \dots, x_n)$  оказывается сложной математической задачей, поэтому для обнаружения факта несовместности сдвиговой системы в статье предлагается ограничиться рассмотрением распределения  $\nu$ -грамм. В соответствии с критерием С.Н. Сумарокова из существования запрета вытекает неравновероятность в распределении  $\nu$ -грамм  $\gamma_1, \dots, \gamma_\nu$  для некоторого  $\nu$ , меньшего  $N$ . Изучение распределения  $\nu$ -грамм позволяет с новых позиций оценить свойства систем уравнений сдвигового типа и получить новые интересные результаты. В статье формулируется теорема, в которой приводится оценка длины запрета  $k$ -значной функции, уточняющая известную оценку С.Н. Сумарокова. Кроме того, для получения оценок длин запрета предлагается рассматривать отклонения  $\nu$ -граммы от равномерного распределения  $\alpha$ , что в отдельных случаях приводит к улучшению уже сниженной оценки.

**Nikonov N.V. REDUCTION OF S.N. SUMAROKOV'S ESTIMATION OF INTERDICTION'S LENGTH.**

In the article the disjoint systems of equations generated by a shift-register with  $k$ -function ( $k \geq 2$ )  $f^k(x_1, \dots, x_n)$  are considered. The right part of such system forms the interdiction  $\gamma_1, \dots, \gamma_N$ . The process of searching any interdiction is rather difficult mathematical problem even for the simple-arranged functions. According to the well-known S.N. Sumarokov's criterion it is followed from the fact of existence of the interdiction that

the distribution of some  $\nu$ -tuples (some output sequence of signs  $\gamma_1, \dots, \gamma_\nu$ ) starting with some  $\nu, \nu < N$  are not equiprobable. This remark is useful to get estimations of interdiction's length. So it is advisable to study the distribution of the  $\nu$ -tuples of the function. Such research opens for us many interesting facts and helps us to achieve some results about the characteristics of disjoint systems of equations. In the article some theorem is formulated and proved giving the estimation of interdiction's length making the well-known S.N.Sumarokov's estimation more exact. Besides this fact in order to reduce these two estimations in some cases the possibility of using parameters  $\alpha$  characterizing the deviation of the  $\nu$ -tuple from uniform distribution is considered.

#### **Саврухин А.П. ПОСТОЯННАЯ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ – МАСШТАБНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКТОР.**

Показано, что постоянная тонкой структуры образует энергетический ряд: энергия водородной связи; энергия ионизации атома водорода; энергия электрического поля электрона; энергия электрона; энергия группы частиц Ипсилон.

#### **Savrukhin A.P. FINE-STRUCTURE CONSTANT - THE SCALE ENERGY FACTOR.**

It is proved, that the fine-structure constant forms a energy row: energy communications of molecules; the ionization energy of atom of hydrogen; energy of an electric field of an electron; energy of an electron; energy of a pion; energy of group of particles Ipsilon.

#### **Курзина В.М., Курзин П.А. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ.**

Рассматриваются вопросы применения при обучении математике методов, сочетающих традиционные формы с привлечением возможностей современных компьютерных средств

#### **Kurzina V.M., Kurzin P.A. MATHEMATICS EDUCATIONAL METHOD WITH COMPUTER APPLICATIONS.**

The matters of computer applications in mathematics education are considered.

#### **Гаврилова М.А. МОДЕЛЬ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА В УСЛОВИЯХ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.**

Практическая реализация структурной модели подготовки современного специалиста осуществлена в виде системы образовательных учреждений при университете. Сам университет является стержнем и фундаментом для разработки концепций, формирования целей, содержания, технологий обучения, обеспечивая преемственность этапов профессиональной подготовки.

#### **Gavrilova M.A. THE MODEL OF THE SPECIALIST TRAINING IN THE CIRCUMSTANCES OF THE CONTINUOUS TRAINING.**

The practical realization of the structural model of a modern specialist training is represented in a form of the system of educational institutions at the university. The university itself is the base for working out conceptions, formulation of goals, contents, training technologies, providing the succession of the professional training system.

#### **Домрачев В.Г., Полещук О.М., Антошина И.В. КОМПЛЕКС МЕТОДОВ, МОДЕЛЕЙ И ПРОГРАММ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ.**

Авторами разработан комплекс методов, моделей и программ, позволяющих принимать обоснованные решения по проектированию и оценке качества образовательных информационных ресурсов. Разработанные методы и модели являются основой для построения экспертной системы, позволяющей, оперируя знаниями экспертов, создавать образовательные информационные ресурсы, отвечающие заданным характеристикам.

**Domrachev V.G., Poleschuk O.M., Antoshina I.V. THE COMPLEX OF THE METHODS, MODELS AND PROGRAMS FOR MAKING AND ESTIMATIONS QUALITY EDUCATIONAL INFORMATION RESOURCE.**

The author is designed complex of the methods, models and programs, allowing take the motivated decisions on designing and estimation quality educational information resource. The designed methods and models are a central to building of the expert system, allowing, handling knowledges expert, create the educational information facility, answering given feature.

**Щербаков С.А. МОТИВ САДА В ТВОРЧЕСТВЕ СЕРГЕЯ КЛЫЧКОВА.**

В статье рассматриваются семантика и художественные функции образа сада (земного и небесного) в творчестве одного из поэтов «крестьянской купницы» Сергея Клычкова.

**Scherbakov S.A. THE MOTIVE OF THE GARDEN IN CREATIVE ACTIVITY SERGEYA KLYCHKOVA.**

This article is devoted to image of the earth and divine garden in the creative work of one of the peasant poets Sergey Klychkov.

**Туфанова О.А. БЕСНОВАТЫЕ И БОЛЬНЫЕ В «ЖИТИИ» ПРОТОПОПА АВВАКУМА.**

В статье содержится анализ структуры сцен исцеления в «Житии» Аввакума. Описываются традиционные и новаторские способы изображения бесноватых и больных.

**Tufanova O.A. THE POSSESSED AND SICK PEOPLE IN THE «JITIE» OF AVVACUM.**

This article contains analysis of structure of heling events described in Avvacum "Jitie". Traditional and innovational ways of describing possessed and sick people are considered here.

**Самадова А.В. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЗАТРУДНЕНИЙ ПРИ ВОСПРИЯТИИ НЕКОТОРЫХ ВЫРАЗИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ РУССКОГО ЯЗЫКА ЛЮДЬМИ С ГЛУБОКИМИ НАРУШЕНИЯМИ ЗРЕНИЯ.**

Рассмотрены основные типы затруднений при восприятии некоторых выразительных средств русского языка людьми с глубокими нарушениями зрения.

**Samatova A.V. THE MAIN TYPES OF THE DIFFICULTIES AT PERCEPTION OF SOME EXPRESSIVE FACILITIES OF THE RUSSIAN LANGUAGE BY PEOPLE WITH DEEP BREACHES OF THE VISION.**

The main types of the difficulties are considered at perception of some expressive facilities of the russian language by people with deep breaches of the vision.